

Виталич постарался — сейчас вы кайфанёте

СБОРНИК ВАРИАНТОВ ЕГЭ-2025 ПО ФИЗИКЕ ОТ ВИТАЛИЧА

- Варианты
- Решение к каждой задаче
- Видеоразбор к вариантам
- Примеры оформления



Это точно будет у тебя на ЕГЭ!

Содержание

Кто такой Виталич?	4
Что такое сборник от Виталича?	5
Вариант №1	9
Первая часть	9
Вторая часть	17
Вариант №2	19
Первая часть	19
Вторая часть	27
Вариант №3 — Хэллоуинский вариант (сложные задачи ЕГЭ)	30
Первая часть	30
Вторая часть	40
Вариант №4	42
Первая часть	42
Вторая часть	51
Вариант №5	54
Первая часть	54
Вторая часть	61
Вариант №6	64
Первая часть	64
Вторая часть	72
Вариант №7 — ЕГКР (Мск пробник 12.12.2024)	75
Первая часть	75
Вторая часть	84
Вариант №8 — Тренировочный вариант от ФИПИ (Слив ЕГЭ)	86
Первая часть	86
Вторая часть	95
Вариант №9 — Тренировочный вариант от ФИПИ (Слив ЕГЭ)	98
Первая часть	98
Вторая часть	105
Вариант №10	108
Первая часть	108
Вторая часть	116
Вариант №11	119
Первая часть	119

Вторая часть	128
Вариант №12 — ЕГКР (Мск пробник 27.03.2025)	131
Первая часть	131
Вторая часть	140
Вариант №13	142
Первая часть	142
Вторая часть	149
Ответы	152
Решения	155
Вариант №1	155
Вариант №2	182
Вариант №3	217
Вариант №4	253
Вариант №5	285
Вариант №6	316
Вариант №7	338
Вариант №8	361
Вариант №9	388
Вариант №10	409
Вариант №11	430
Вариант №12	455
Вариант №13	477

Кто такой Виталич?

- 10 лет преподавания и опыта подготовки к ЕГЭ, ОГЭ и олимпиадам по физике
- 6 лет провожу онлайн-курс подготовки к ЕГЭ по физике
- 5 лет провожу онлайн-курс подготовки к олимпиадам по физике
- Два высших образования: инженерно-техническое с красным дипломом (средний балл 5.0) и математическое (профиль — педагогика)
- Сдал ЕГЭ по физике на 100 баллов 3 раза
- Призер и победитель олимпиад по физике

В 2024 году:

100 б.

108 учеников

98+ б.

257 учеников

90+ б.

872 учеников

80+ б.

2143 учеников



Полезные материалы (спецификация от Виталича, бланки и другое)

Что такое сборник от Виталича?

Сборник от Виталича — это сборник вариантов, которые составляются из задач прошлых лет уровня ЕГЭ и вероятнее всего встретятся на экзамене. Варианты составляются на основе кодификатора и спецификации 2025 по физике и полностью соответствуют данным документам. Этот сборник отлично подходит для прорешивания вариантов уровня ЕГЭ и проверки себя с точки зрения баллов на экзамене.

В этом сборнике есть всё: варианты, максимально приближенные к ЕГЭ-2025 по физике, решение первой и второй части каждого варианта, видеоразбор к каждому варианту, примеры оформления задач второй части.

Также в сборнике вы сможете найти демонстрационный вариант, ЕГКР, варианты с досрочной волны и пробники от ФИПИ. Эти варианты очень важно прорешать, так как это официальные варианты от составителей ЕГЭ.

А еще в конце сборника есть спецификация от Виталича. В ней мы объединили спецификацию и кодификатор и написали понятным для вас языком какие темы ждать в определенных номерах на ЕГЭ 2025.



Актуальная версия Сборника от Виталича тут

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кила	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

Константа	Значение	Ед. измерения
число пи	$\pi = 3,14$	
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10$	м/с ²
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11}$	Н · м ² /кг ²
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31$	Дж/(моль · К)
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23}$	Дж/К
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23}$	моль ⁻¹
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8$	м/с
модуль заряда электрона (элемент. эл. заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19}$	Кл
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34}$	Дж · с
коэф. пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} 9 \cdot 10^9$	Н · м ² /Кл ²

Соотношения между различными единицами

температура	0 К = -273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электровольт	1 эВ = $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \approx 5,5 \cdot 10^{-4}$ а.е.м.
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \approx 1,007$ а.е.м.
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \approx 1,008$ а.е.м.

Плотность

воды	1 000 кг/м ³	алюминия	2 700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7 800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13 600 кг/м ³
подсолнечного масла	900 кг/м ³		

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К)	алюминия	900 Дж/(кг · К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К)	меди	380 Дж/(кг · К)
железа	460 Дж/(кг · К)	чугуна	500 Дж/(кг · К)
свинца	130 Дж/(кг · К)		

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

Нормальные условия

давление	10^5 Па
температура	0°C

Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль



ШКОЛКОВО

Варианты

сборника Виталича

Вариант №1

Разбор



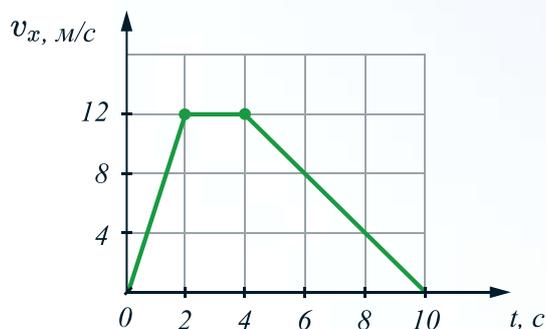
Кликай на QR!

Телеграм АВ



Первая часть

Задача 1 На рисунке показан график зависимости от времени для проекции v_x скорости тела.



Какова проекция a_x ускорения этого тела в интервале времени от 4 до 8 с?

Ответ: _____ м/с^2 .

Задача 2 Сила гравитационного притяжения между двумя шарами равна $F = 100$ Н. Какова будет сила притяжения между шарами, если массу каждого из шаров увеличить 2 раза, а расстояние между шарами также увеличить в 2 раза?

Ответ: _____ Н.

Задача 3 Девочка везет кота на тележке по горизонтальной дороге с постоянной скоростью. Девочка совершила механическую работу, равную 500 Дж и преодолела расстояние в 50 м. Какую минимальную силу она прикладывала?

Ответ: _____ Н.

Задача 4 Куб из материала плотностью 3500 кг/м^3 и объемом 600 см^3 полностью погружен в воду. Определите силу Архимеда, действующую на куб.

Ответ: _____ Н.

Задача 5 В лаборатории исследовали прямолинейное движение тела массой $m = 300$ г из состояния покоя. В таблице приведена экспериментально полученная зависимость пути, пройденного телом, от времени.

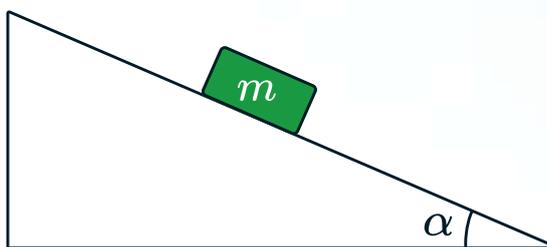
$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7
$L, \text{ м}$	0	1	4	9	16	25	36	49

Какие выводы соответствуют результатам эксперимента?

1. Скорость тела в момент времени 4 с равнялась 4 м/с.
2. Кинетическая энергия тела в момент времени 2 с равна 2,4 Дж.
3. Первые 3 с тело двигалось равномерно, а затем оно двигалось равноускоренно.
4. За первые 3 с суммарная работа сил, действующих на тело, равна 10,8 Дж.
5. Равнодействующая сил, действующих на тело, была постоянна в течение всего времени наблюдения.

Ответ: _____ .

Задача 6 С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением брусок массой m (см. рисунок). Как изменится ускорение бруска и сила трения, действующая на брусок, если с той же наклонной плоскости будет скользить брусок из того же материала массой $3m$?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличится
2. уменьшится
3. не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение	Сила трения

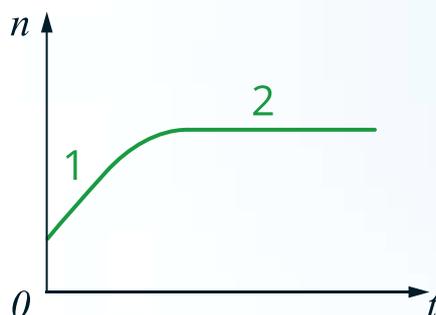
Задача 7 При увеличении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул гелия увеличилась в 4 раза. Какова начальная температура гелия?

Ответ: _____ К.

Задача 8 Газ получил извне количество теплоты, равное 200 Дж, и при этом внешние силы совершили над ним работу, равную 80 Дж. Масса газа не менялась. На сколько увеличилась внутренняя энергия газа?

Ответ: _____ Дж.

Задача 9 В стеклянную колбу налили немного воды и герметично закрыли колбу пробкой. Вода постепенно испарялась. На рисунке показан график изменения со временем t концентрации n молекул водяного пара внутри колбы. Температура в колбе в течение всего времени проведения опыта оставалась постоянной. В конце опыта в колбе ещё оставалась вода.



Из приведённого ниже списка выберите **все** правильные утверждения относительно описанного процесса.

1. На участке 1 плотность водяных паров уменьшалась.
2. На обоих участках водяной пар ненасыщенный.
3. На участке 2 давление водяных паров увеличивалось.
4. На участке 2 плотность водяных паров оставалась неизменной.
5. На участке 1 давление водяных паров увеличивалось.

Ответ: _____ .

Задача 10 Тепловая машина работает по циклу Карно. Температуру нагревателя тепловой машины повысили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, переданное газу от нагревателя?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличилась
2. уменьшилась
3. не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

КПД тепловой машины	Количество теплоты, переданное газу от нагревателя

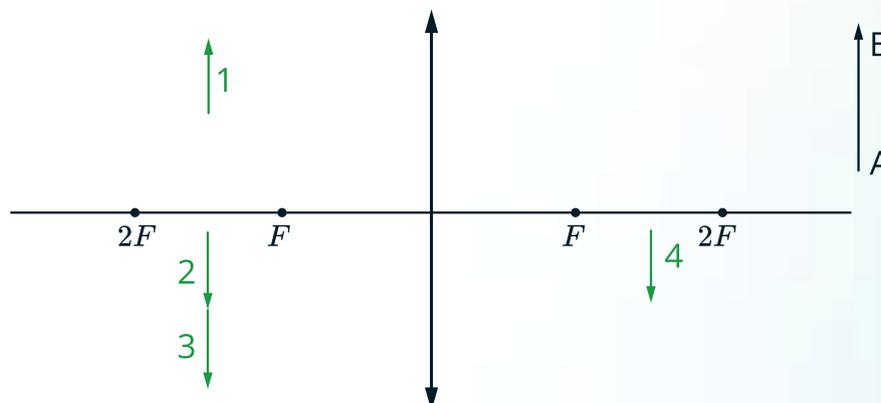
Задача 11 Модуль силы взаимодействия между двумя неподвижными точечными зарядами равен F . Во сколько раз увеличится модуль этой силы, если увеличить заряд одного тела в 4 раза, а второго — в 2 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

Задача 12 Две частицы с одинаковыми массами и зарядами $3q$ и $2q$ влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями $2v$ и $1,5v$ соответственно. Определите отношение модулей сил $\frac{F_1}{F_2}$, действующих на них со стороны магнитного поля.

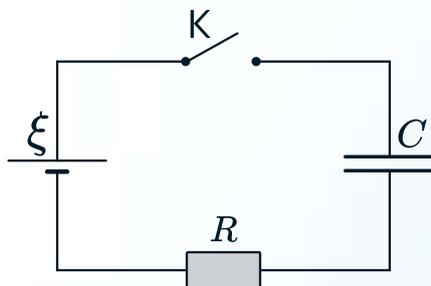
Ответ: _____.

Задача 13 Какому из предметов 1–4 соответствует изображение АВ в тонкой собирающей линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: _____.

Задача 14 На рисунке изображена цепь состоящая из конденсатора, источника тока, ключа и резистора с сопротивлением $R = 30$ кОм. В начальный момент времени ($t = 0$) ключ K замкнули, при этом конденсатор полностью разряжен. Результаты измерения силы тока представлены в таблице.



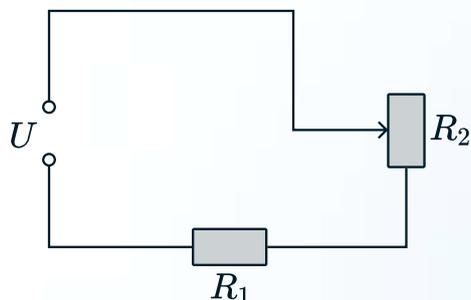
$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{ мкА}$	100	50	30	20	10	5	1

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения о данной ситуации и укажите их номера.

1. Ток через резистор в процессе наблюдения увеличивается.
2. Через 2 с после замыкания ключа конденсатор еще полностью разряжен.
3. ЭДС источника тока составляет 3 В.
4. В момент времени $t = 3$ с напряжение на резисторе равно 0,27 В.
5. В момент времени $t = 3$ с напряжение на конденсаторе равно 2,4 В.

Ответ: _____ .

Задача 15 Резистор R_1 и реостат R_2 подключены последовательно к источнику напряжения U (см. рисунок). Как изменятся сила тока в цепи и напряжение на реостате R_2 , если увеличить сопротивление реостата? Считать, что напряжение на выводах источника остаётся при этом постоянным.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличилась
2. уменьшилась
3. не изменилась

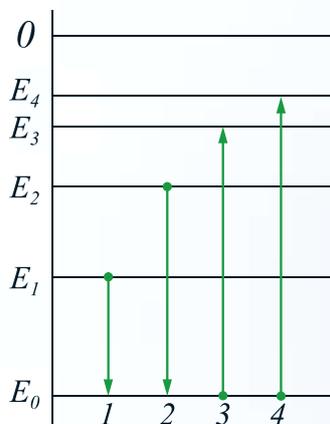
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в цепи	Напряжение на реостате R_2

Задача 16 Ядро урана захватывает нейтрон, в результате чего происходит ядерная реакция ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{56}^{139}\text{Ba} + {}_Z^A\text{X} + 2{}_0^1\text{n}$ с образованием ядра химического элемента ${}^A_Z\text{X}$. Каков заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда)?

Ответ: _____ .

Задача 17 На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наименьшей частоты, а какой – с излучением света наибольшей частоты?



Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ
А) поглощение света наименьшей частоты	1) 1
	2) 2
Б) излучение света наибольшей частоты	3) 3
	4) 4

Ответ:

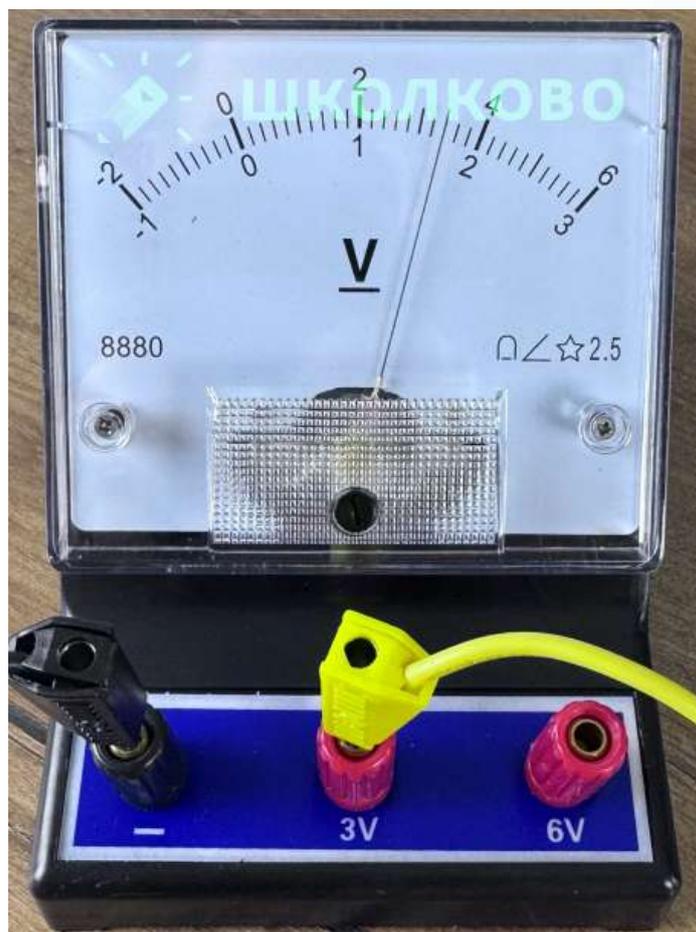
А	Б

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. Громкость звука определяется частотой колебаний.
2. Температура плавления кристаллических тел зависит от их массы.
3. В цепи постоянного тока на всех параллельно соединённых резисторах напряжение одинаково.
4. Скорость распространения радиоволн в вакууме равна скорости света в вакууме.
5. При электронном β -распаде ядра образуется ион нового элемента и ядро атома гелия.

Ответ: _____ .

Задача 19 Определите напряжение на лампочке (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра.



Ответ: (_____ \pm _____) В.

Задача 20 Необходимо на опыте обнаружить зависимость объёма газа, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, от температуры. Имеются пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных температурах и давлениях (см. таблицу). Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

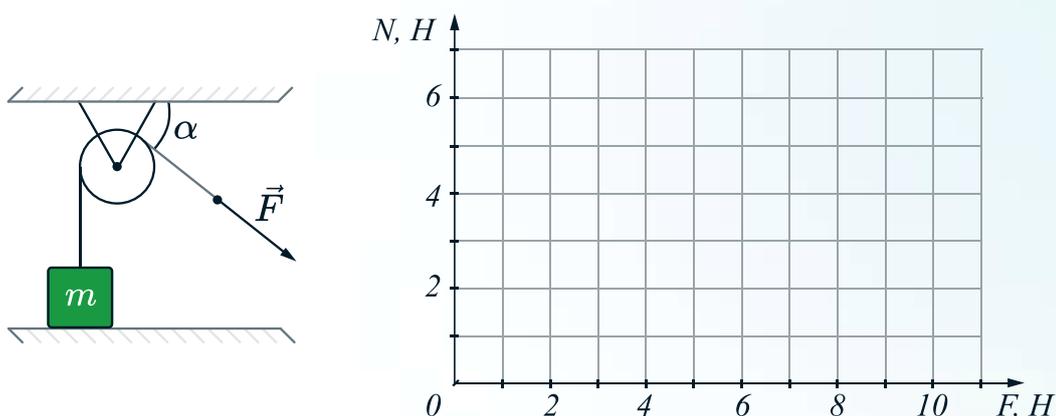
№ сосуда	Давление, кПа	Температура газа в сосуде, °C	Масса газа, г
1	60	80	10
2	60	100	10
3	80	60	5
4	90	80	15
5	100	60	5

Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

Ответ: _____ .

Вторая часть

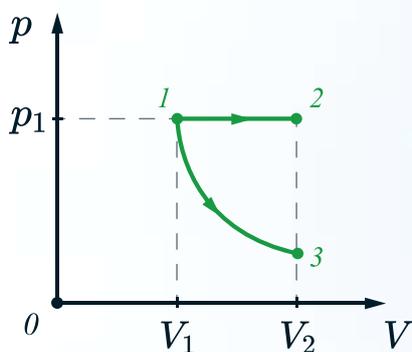
Задача 21 Лёгкая нить, привязанная к грузу массой $m = 0,4$ кг, перекинута через идеальный неподвижный блок. К правому концу нити приложена постоянная сила \vec{F} . Левая часть нити вертикальна, а правая наклонена под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рисунок). Постройте график зависимости модуля силы реакции стола N от F на отрезке $0 \leq F \leq 10$ Н. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Сделайте рисунок с указанием сил, приложенных к грузу.



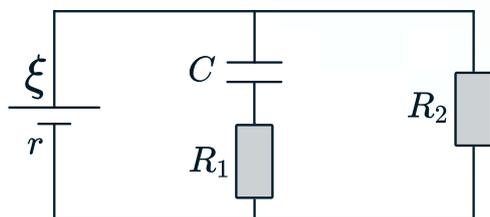
Задача 22 В начале процесса температура куска свинца массой 1 кг равнялась $27^\circ C$. Ему передали количество теплоты, равное 47,7 кДж. Температура плавления свинца $327^\circ C$. Какова масса расплавившейся части свинца? Тепловыми потерями пренебречь.

Задача 23 Предмет находится на расстоянии 25 см от тонкой собирающей линзы с оптической силой 5 дптр. На каком расстоянии от линзы находится изображение предмета? Постройте изображение предмета в линзе.

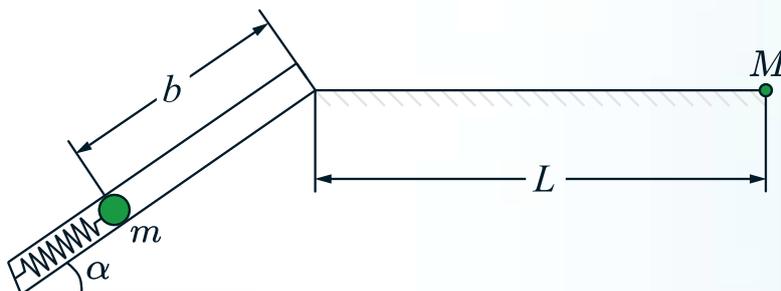
Задача 24 Одно и то же постоянное количество одноатомного идеального газа расширяется из одного и того же начального состояния p_1, V_1 до одного и того же конечного объёма V_2 первый раз по изобаре 1-2, а второй – по адиабате 1-3 (см. рисунок). Отношение работы газа в процессе 1-2 к работе газа в процессе 1-3 равно $A_{12}/A_{13} = k = 2$. Чему равно отношение количества теплоты Q_{12} , полученного газом от нагревателя в ходе процесса 1-2, к модулю изменения внутренней энергии газа $|U_3 - U_1|$ в ходе процесса 1-3?



Задача 25 Напряженность электрического поля плоского конденсатора (см. рисунок) равна $E = 24$ кВ/м. Внутреннее сопротивление источника $r = 10$ Ом, ЭДС $\xi = 30$ В, сопротивления резисторов $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 40$ Ом. Найдите расстояние между пластинами конденсатора.



Задача 26 Пружинное ружье наклонено под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Из ружья производят выстрел шарика, массой $m = 100$ г, он проходит расстояние $b = 0,5$ м и, вылетая из дула ружья, пролетает расстояние $L = 1$ м от дула ружья и падает в точку M , находящуюся на одном уровне с дулом ружья. Найдите энергию сжатия пружины. Трением о стенки дула пренебречь. Какие законы Вы используете для решения задачи? Обоснуйте их применение.



Вариант №2

Разбор



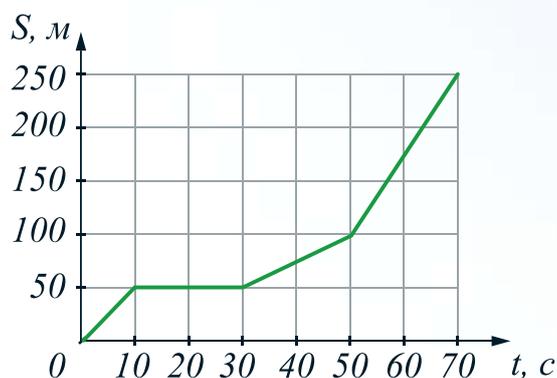
Кликай на QR!

Telegram AB



Первая часть

Задача 1 На рисунке представлен график зависимости пути S велосипедиста от времени t . Найдите скорость велосипедиста в интервале времени от 50 до 70 с.



Ответ: _____ м/с.

Задача 2 Тело движется по горизонтальной плоскости. Нормальная составляющая силы воздействия тела на плоскость равна 40 Н, сила трения равна 10 Н. Определите коэффициент трения скольжения.

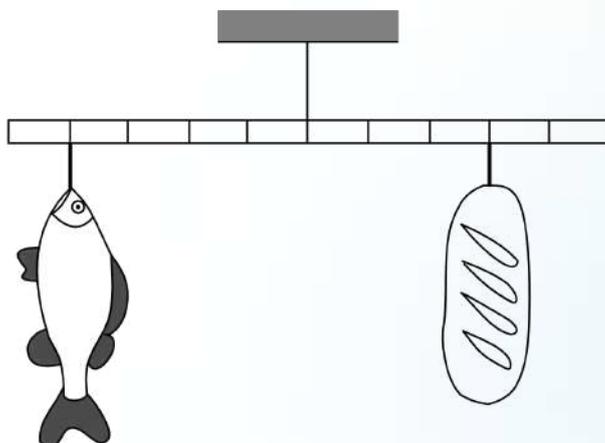
Ответ: _____ .

Задача 3 Отношение импульса автобуса к импульсу грузового автомобиля $\frac{p_1}{p_2} = 2,8$.

Каково отношение их масс $\frac{m_1}{m_2}$, если отношение скорости автобуса к скорости грузового автомобиля $\frac{v_1}{v_2} = 2$?

Ответ: _____ .

Задача 4 Мальчик взвесил рыбу на самодельных весах из лёгкой удочки (см. рисунок). В качестве гири он использовал батон хлеба массой 0,4 кг. Определите массу рыбы.



Ответ: _____ кг.

Задача 5 В лабораторных опытах по изучению закона Гука две пружины с различной жёсткостью прикрепили к штативу, поочерёдно подвешивали к ним грузы разной массы и измеряли линейкой удлинение пружин. Результаты опытов с учётом погрешностей представлены в таблице.

№ опыта	№ пружины	Масса груза m , г	Удлинение пружины Δl , см
1	пружина № 1	100	$1,9 \pm 0,1$
2	пружина № 1	200	$4,1 \pm 0,1$
3	пружина № 1	300	$6,0 \pm 0,1$
4	пружина № 2	200	$1,9 \pm 0,1$
5	пружина № 2	300	$2,9 \pm 0,1$
6	пружина № 2	400	$4,1 \pm 0,1$

Выберите все утверждения, соответствующих результатам этих опытов, и укажите их номера.

- 1) Закон Гука выполняется только для пружины № 1.
- 2) Жёсткость пружины № 1 в 2 раза меньше, чем у пружины № 2.
- 3) Жёсткость пружины № 1 равна 500 Н/м.
- 4) Жёсткость пружины № 2 равна 10 Н/м.
- 5) Если к пружине № 2 подвесить груз 500 г, то её удлинение составит $5,0 \pm 0,1$ см.

Ответ: _____ .

Задача 6

Камень подбросили вверх. Как меняются по мере подъёма ускорение камня и его потенциальная энергия? Сопротивление воздуха не учитывать.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

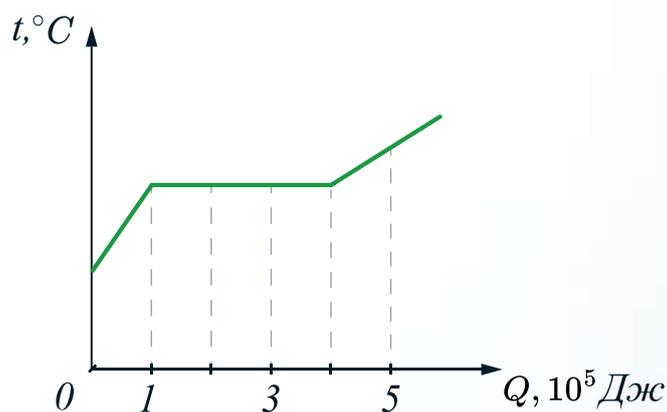
Ускорение камня	Потенциальная энергия камня

Ответ: _____ .

Задача 7 В сосуде неизменного объёма находится разреженный газ в количестве 3 моль. Во сколько раз изменится давление газа в сосуде, если выпустить из него 2 моль газа, а абсолютную температуру газа увеличить в 6 раз?

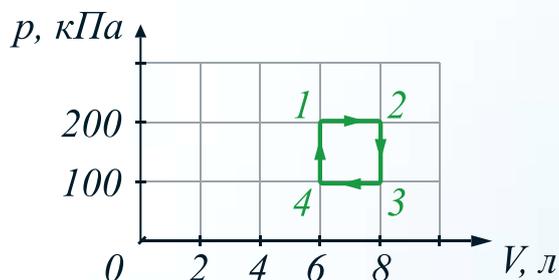
Ответ: в _____ раз(-а).

Задача 8 На рисунке показан график изменения температуры вещества, находящегося в закрытом сосуде, по мере поглощения им количества теплоты. Масса вещества равна 0,5 кг. Первоначально вещество было в жидком состоянии. Какова удельная теплота парообразования вещества?



Ответ: _____ кДж/кг.

Задача 9 С идеальным газом происходит циклический процесс 1-2-3-4-1, pV -диаграмма которого представлена на рисунке. Максимальная температура, достигаемая газом в этом процессе, составляет 400 К. На основании анализа этого циклического процесса выберите все верные утверждения.



- 1) Количество вещества газа, участвующего в циклическом процессе, превышает 0,5 моля.
- 2) Работа газа при его изобарном расширении равна 400 Дж.
- 3) Работа, совершённая над газом при его изобарном сжатии, равна 100 Дж.
- 4) На участке 2-3 газ отдаёт положительное количество теплоты.
- 5) Минимальная температура газа в циклическом процессе равна 100 К.

Ответ: _____ .

Задача 10 В закрытом сосуде постоянного объёма при комнатной температуре долгое время находится влажный воздух. На стенках внутри сосуда видна обильная роса. Температуру воздуха медленно увеличили на 20 К. Роса на стенках сосуда при этом не пропала. Как изменились при этом концентрация молекул водяного пара и относительная влажность воздуха в сосуде?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Концентрация молекул водяного пара в сосуде	Относительная влажность воздуха в сосуде

Ответ: _____ .

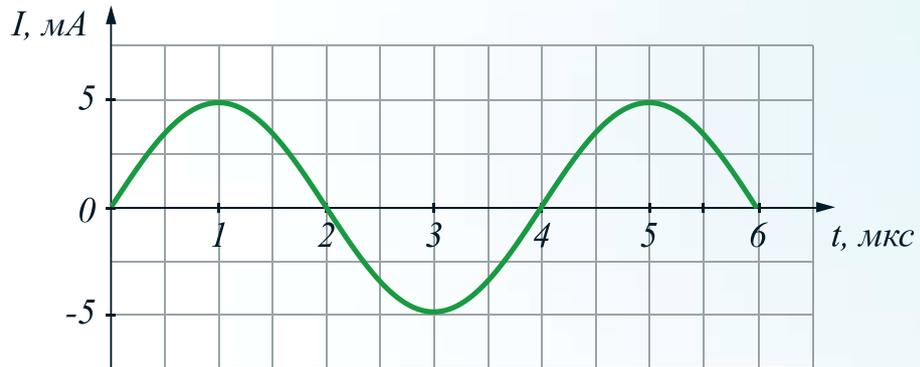
Задача 11 Сила тока, текущего по проводнику, равна 10 А. За какое время через проводник протечёт заряд 50 Кл?

Ответ: _____ с.

Задача 12 Энергия магнитного поля катушки с током равна 0,72 Дж. Индуктивность катушки равна 10 мГн. Какова сила тока в катушке?

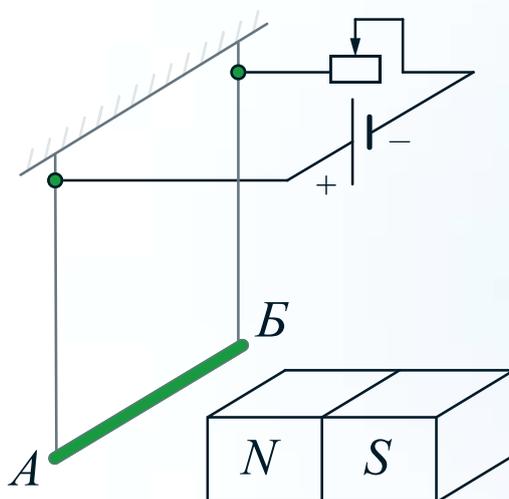
Ответ: _____ А.

Задача 13 На рисунке приведена зависимость силы тока от времени в катушке колебательного контура. Каким станет период свободных колебаний силы тока (в мкс) в этом контуре, если катушку в нём заменить на другую, индуктивность которой в 4 раза больше?



Ответ: _____ мкс.

Задача 14 Алюминиевый проводник АБ подвешен на тонких медных проволочках и подключён к источнику постоянного напряжения так, как показано на рисунке. Справа от проводника находится северный полюс постоянного магнита. Ползунок реостата плавно перемещают вправо.



Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения.

- 1) Сопротивление реостата уменьшается.
- 2) Линии индукции магнитного поля, созданного магнитом, вблизи проводника АБ направлены вправо.
- 3) Сила Ампера, действующая на проводник АБ, увеличивается.
- 4) Силы натяжения проволочек, на которых подвешен проводник АБ, увеличиваются.
- 5) Сила тока, протекающего по проводнику АБ, уменьшается.

Ответ: _____ .

Задача 15 Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на двойном фокусном расстоянии от неё. Его начинают удалять от линзы. Как меняются при этом расстояние от линзы до изображения предмета и размер изображения?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Расстояние от линзы до изображения	Размер изображения

Ответ: _____ .

Задача 16 Период полураспада изотопа европия ${}_{63}^{156}\text{Eu}$ равен 15 дням. Какая масса этого изотопа распалась за 45 дней в образце, содержащем первоначально 80 мг ${}_{63}^{156}\text{Eu}$?

Ответ: _____ мг.

Задача 17 При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только зелёный свет, а во второй – только синий свет. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение. Как изменяются частота световой волны и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Частота световой волны, падающей на фотоэлемент	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

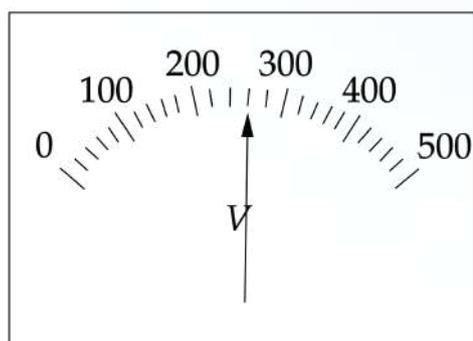
Ответ: _____ .

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При равномерном прямолинейном движении за любые равные промежутки времени тело совершает одинаковые перемещения.
- 2) Средняя кинетическая энергия поступательного теплового движения молекул газа обратно пропорциональна абсолютной температуре газа.
- 3) В однородном электростатическом поле работа по перемещению заряда между двумя точками не зависит от траектории.
- 4) При переходе электромагнитной волны из оптически менее плотной в оптически более плотную среду частота волны уменьшается.
- 5) При электронном β -распаде масса ядра остаётся практически неизменной.

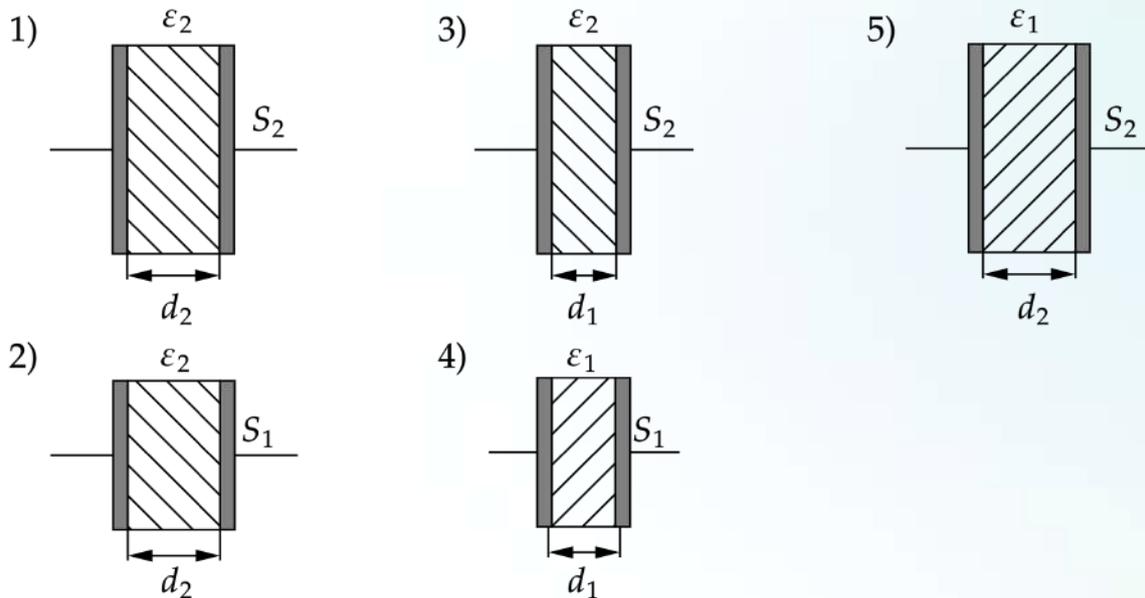
Ответ: _____ .

Задача 19 Запишите результат измерения электрического напряжения, учитывая, что погрешность равна половине цены деления. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела. Вольтметр показывает значения в вольтах.



Ответ: (_____ \pm _____) В.

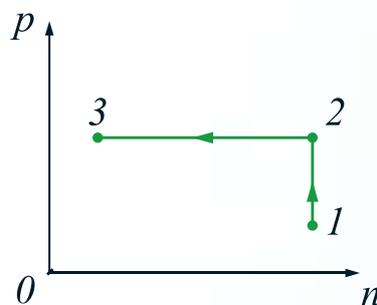
Задача 20 Необходимо экспериментально изучить зависимость электроёмкости плоского конденсатора от расстояния между его пластинами. На всех представленных ниже рисунках S – площадь пластин конденсатора, d – расстояние между пластинами конденсатора, ε – диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами. Какие два конденсатора следует использовать для проведения такого исследования?



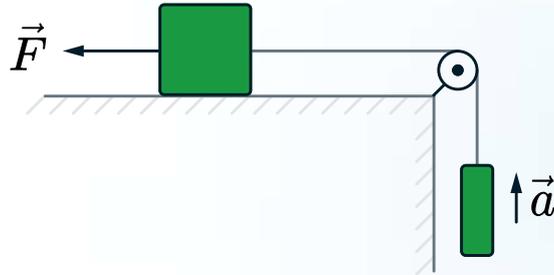
Ответ: _____ .

Вторая часть

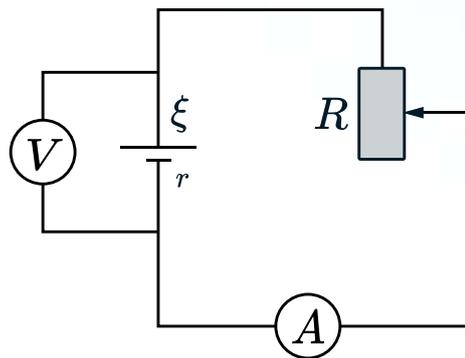
Задача 21 Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, график которого изображён на рисунке в координатах $p - n$, где p – давление газа, n – его концентрация. Определите, получает газ теплоту или отдаёт в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.



Задача 22 Груз массой 1 кг, находящийся на столе, связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с другим грузом. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила, \vec{F} равная по модулю 10 Н (см. рисунок). Второй груз движется из состояния покоя с ускорением 2 м/с^2 , направленным вверх. Коэффициент трения скольжения первого груза по поверхности стола равен 0,2. Чему равна масса второго груза?

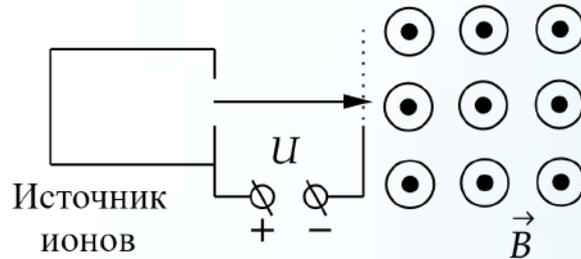


Задача 23 При одном сопротивлении реостата вольтметр показывает 6 В, амперметр - 1 А. При другом сопротивлении реостата показания приборов 4 В и 2 А. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока? Амперметр и вольтметр считать идеальными.

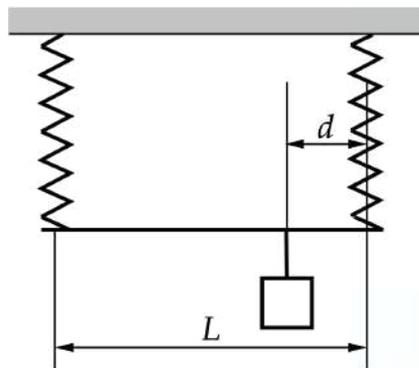


Задача 24 В запаянной с одного конца трубке находится влажный воздух, отделённый от атмосферы столбиком ртути длиной $l = 76 \text{ мм}$. Когда трубка лежит горизонтально, относительная влажность воздуха φ_1 в ней равна 80%. Какой станет относительная влажность этого воздуха φ_2 , если трубку поставить вертикально, открытым концом вниз? Атмосферное давление равно 760 мм рт. ст. Температуру считать постоянной.

Задача 25 Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов $U = 10$ кВ и попадает в однородное магнитное поле перпендикулярно к вектору его индукции \vec{B} (см. рис.). Радиус траектории движения иона в магнитном поле $R = 0,2$ м, модуль индукции магнитного поля равен $0,5$ Тл. Определите отношение электрического заряда к массе иона $\frac{q}{m}$. Кинетической энергией иона при его вылете из источника пренебрегите.



Задача 26 К двум вертикально расположенным пружинам одинаковой длины подвесили однородный стержень длиной $L = 30$ см. Если к этому стержню подвесить груз массой $m = 3$ кг на расстоянии $d = 5$ см от правой пружины, то стержень будет расположен горизонтально, и растяжения обеих пружин будут одинаковы (см. рисунок). Жёсткость левой пружины в 2 раза меньше, чем правой. Чему равна масса стержня M ? Сделайте рисунок с указанием используемых в решении сил. Какие законы Вы используете для решения задачи? Обоснуйте их применение.



Вариант №3 — Хэллоуинский вариант (сложные задачи ЕГЭ)

Разбор



Кликай на QR!

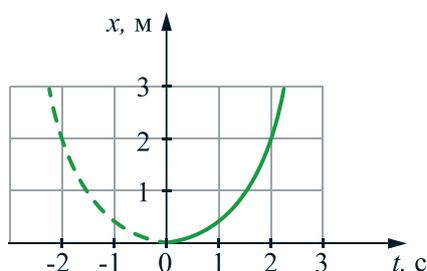
Телеграм АВ



Это тематический вариант (в канун Хэллоуина) большая часть задач в этом варианте представляют из себя гробы с реальных ЕГЭ прошлых лет. Обычно в варианте на ЕГЭ 1-4 задачи сложные, остальное всё с кайфом. В этом варианте минимум половина задач «интересные». Это вариант уровня ЕГЭ, но если составители захотят в этом году сделать очень сложный ЕГЭ.

Первая часть

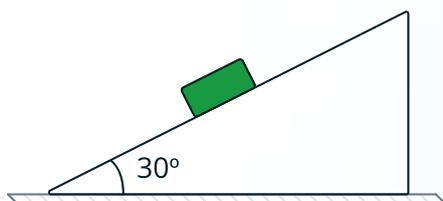
Задача 1 Материальная точка движется прямолинейно с постоянным ускорением вдоль оси Ox . График зависимости её координаты от времени $x = x(t)$ изображён на рисунке.



Определите проекцию a_x ускорения этого тела.

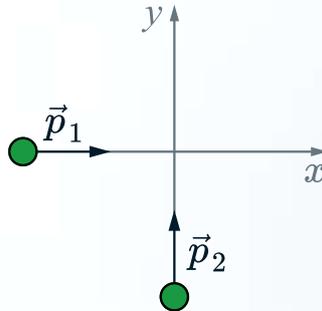
Ответ: _____ м/с^2 .

Задача 2 Брусок массой 1 кг покоится на наклонной плоскости, образующей угол 30° с горизонтом. Определите силу трения покоя, действующую на брусок.



Ответ: _____ Н.

Задача 3 По гладкой горизонтальной плоскости по осям Ox и Oy движутся две шайбы с импульсами равными по модулю $p_1 = 3$ кг·м/с и $p_2 = 6$ кг·м/с (см.рисунок). После их соударения вторая шайба продолжает двигаться по оси y в прежнем направлении. Модуль импульса первой шайбы после удара равен $p'_1 = 5$ кг·м/с. Найдите модуль импульса второй шайбы после удара.



Ответ: _____ кг·м/с.

Задача 4 Смещение груза пружинного маятника меняется с течением времени по закону $x = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$, где период $T = 1$ с. Через какое минимальное время, начиная с момента $t = 0$, потенциальная энергия пружины маятника уменьшится вдвое?

Ответ: _____ с.

Задача 5 На наклонной плоскости находится брусок массой 2 кг, для которого составлена таблица зависимости модуля силы трения $F_{\text{тр}}$ от угла наклона плоскости к горизонту α с погрешностью, не превышающей 0,01 Н.

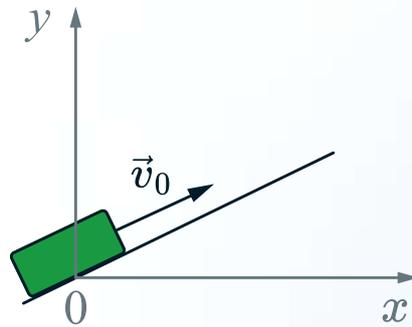
α , рад	0	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$F_{\text{тр}}$, Н	0	1,0	2,0	3,86	3,76	3,63	3,46	3,25	3,01	2,75	2,45	2,13

На основании данных, приведённых в таблице, используя закон сухого трения, выберите все верные утверждения.

1. Сила трения покоя не зависит от угла α .
2. При уменьшении угла наклонной плоскости к горизонту модуль силы трения скольжения увеличивается.
3. С ростом угла наклона модуль силы трения покоя увеличивается.
4. Коэффициент трения скольжения больше 0,25.
5. Когда угол наклона больше 0,6 рад, брусок скользит по наклонной плоскости.

Ответ: _____ .

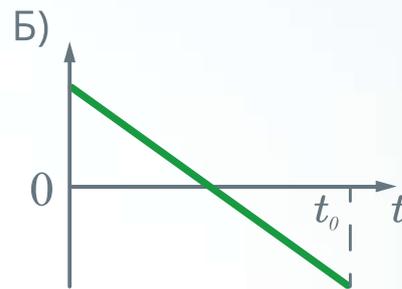
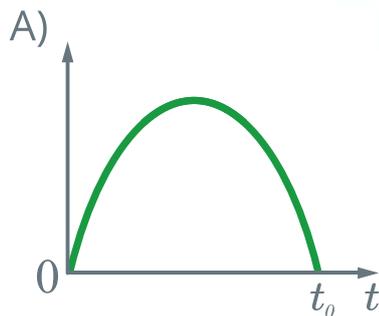
Задача 6 После удара в момент $t = 0$ шайба начала скользить вверх по гладкой наклонной плоскости со скоростью v_0 , как показано на рисунке. В момент t_0 шайба вернулась в исходное положение.



Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы.

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1. полная механическая энергия $E_{\text{мех}}$
2. проекция импульса p_y
3. кинетическая энергия E_k
4. координата y

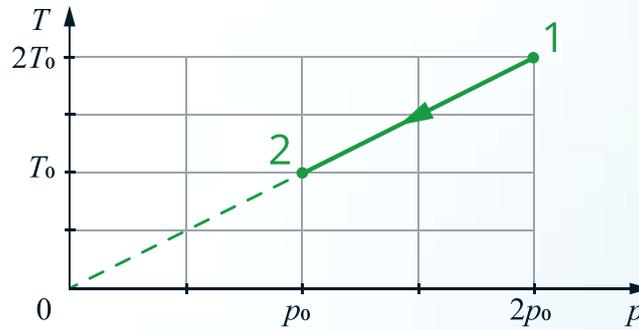
Ответ:

А	Б

Задача 7 Цилиндрический сосуд разделён лёгким подвижным теплоизолирующим поршнем на две части. В одной части сосуда находится аргон, в другой – неон. Концентрация молекул газов одинакова. Определите отношение средней кинетической энергии теплового движения молекул аргона к средней кинетической энергии теплового движения молекул неона, когда поршень находится в равновесии.

Ответ: _____ .

Задача 8 На Tp -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Масса газа в ходе процесса не меняется. Внутренняя энергия газа уменьшилась на 30 кДж. Определите количество теплоты, отданное газом.



Ответ: _____ кДж.

Задача 9 В понедельник и вторник температура воздуха была одинаковой. Парциальное давление водяного пара в атмосфере в понедельник было меньше, чем во вторник. Из приведенного ниже списка выберите все правильные утверждения и укажите их номера.

1. Плотность водяных паров, содержащихся в воздухе, в понедельник была меньше, чем во вторник.
2. Относительная влажность воздуха в понедельник была меньше, чем во вторник.
3. Концентрация молекул водяного пара в воздухе в понедельник и вторник была одинаковой.
4. Давление насыщенных водяных паров в понедельник было больше, чем во вторник.
5. Масса водяных паров, содержащихся в 1 м^3 воздуха, в понедельник была больше, чем во вторник.

Ответ: _____ .

Задача 10 Температуру холодильника тепловой машины, работающей по циклу Карно, повысили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, отданное холодильнику за цикл?

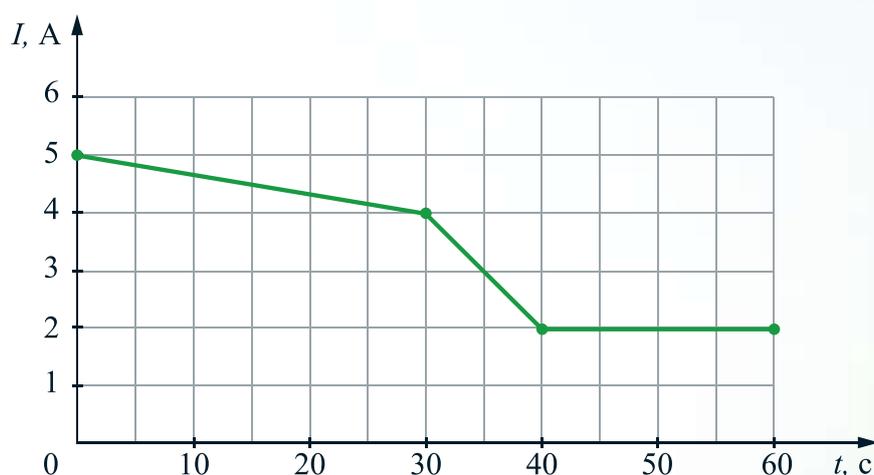
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличилась
2. уменьшилась
3. не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

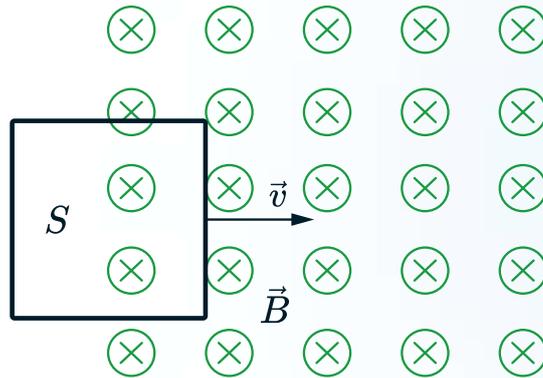
КПД тепловой машины	Количество теплоты, отданное холодильнику за цикл

Задача 11 На графике показана зависимость силы тока в проводнике от времени. Определите заряд, прошедший через поперечное сечение за $\Delta t = 60$ с.



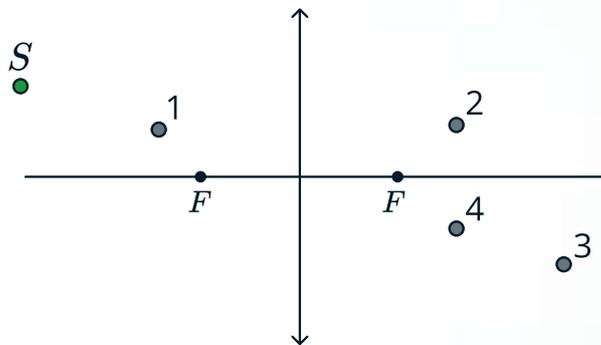
Ответ: _____ Кл.

Задача 12 В некоторой области пространства создано вертикальное однородное магнитное поле. Горизонтальная квадратная металлическая рамка площадью S движется через границу этой области с постоянной скоростью \vec{v} , направленной перпендикулярно стороне рамки и вектору магнитной индукции \vec{B} (см. рисунок, виду сверху). ЭДС индукции, генерируемая при этом в рамке, равна \mathcal{E} . Во сколько раз больше будет ЭДС в металлической рамке площадью $4S$, если она будет двигаться в этом поле точно так же, как и первая рамка?



Ответ: _____ .

Задача 13 Какая из точек (1, 2, 3 или 4) является изображением точки S , создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием F (см. рисунок).



Ответ: точка _____ .

Задача 14 В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялась сила тока в контуре с течением времени.

t , мкс	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I , А	0,0	2,2	3,0	2,2	0,0	-2,2	-3,0	-2,2	0,0	2,2

Выберите все верные утверждения о процессе, происходящем в контуре.

1. В момент $t = 1$ мкс напряжение на конденсаторе минимально.
2. Период колебаний энергии магнитного поля катушки равен $t = 4$ мкс.
3. Частота электромагнитных колебаний равна 25 кГц.
4. В момент $t = 2$ мкс заряд конденсатора минимален.
5. В момент $t = 6$ мкс энергия магнитного поля катушки максимальна.

Ответ: _____ .

Задача 15 Плоский конденсатор заполнен непроводящим веществом с диэлектрической проницаемостью, равной 3, и подключён к источнику постоянного напряжения. Это вещество удаляют из конденсатора и взамен помещают между пластинами другой изолирующий материал с диэлектрической проницаемостью, равной 5. Как меняются в результате замены диэлектрика электрическая ёмкость конденсатора и заряд на его пластинах? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

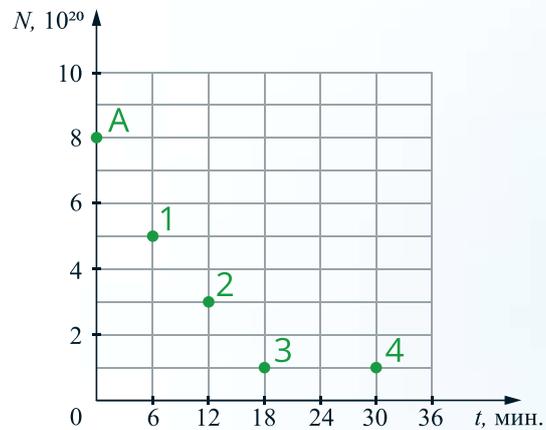
1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Электрическая ёмкость конденсатора	Заряд на пластинах конденсатора

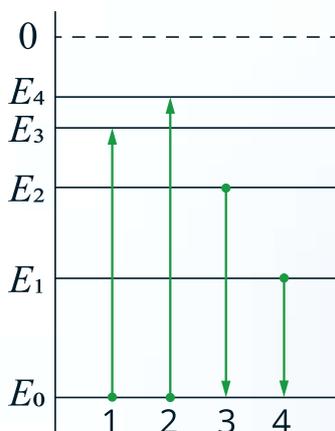
Ответ: _____ .

Задача 16 Ядра хрома ${}_{24}^{56}\text{Cr}$ испытывают β -распад с периодом полураспада 6 мин. В момент наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер этого изотопа хрома. Через какую из точек (1, 2, 3 или 4), кроме точки А, пройдёт график зависимости от времени числа ещё не распавшихся ядер хрома?



Ответ: _____ .

Задача 17 На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями.



Стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Установите соответствие между процессами поглощения света наименьшей длины волны и излучения света наименьшей частоты и энергией соответствующего фотона.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

А) излучение света наименьшей длины волны

Б) поглощение света наименьшей частоты

ЭНЕРГИЯ ФОТОНА

1) $E_1 - E_0$

2) $E_2 - E_0$

3) $E_3 - E_0$

4) $E_4 - E_0$

Ответ:

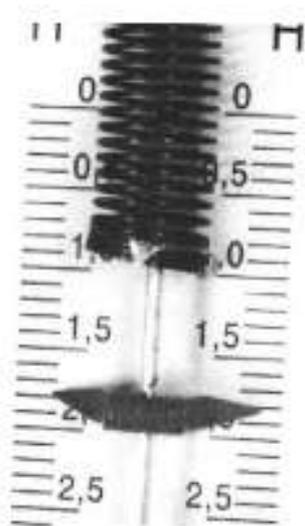
А	Б

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. Изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени является механическим движением.
2. Процесс конденсации жидкостей происходит с поглощением большого количества теплоты.
3. При последовательном соединении резисторов напряжения на всех резисторах одинаковы.
4. Если замкнутый проводящий контур покоится в постоянном однородном магнитном поле, то в нём возникает индукционный ток.
5. Закон радиоактивного распада носит статистический характер и справедлив для огромного числа радиоактивных атомов.

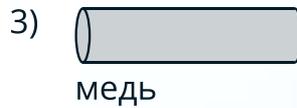
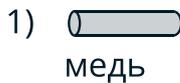
Ответ: _____ .

Задача 19 Для измерения силы трения школьник использовал динамометр. Чему равна сила трения по результатам этих измерений (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы равна половине цены деления динамометра? Динамометр проградуирован в ньютонах.



Ответ: (_____ \pm _____) Н.

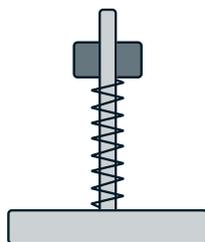
Задача 20 Различные проволоки изготовлены из разного материала. Какие две проволоки нужно выбрать, чтобы на опыте проверить зависимость сопротивления проволоки от её длины?



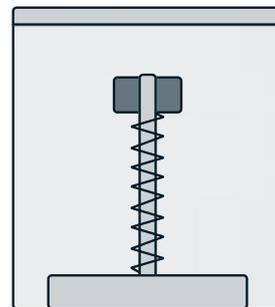
Ответ: _____ .

Вторая часть

Задача 21 Два деревянных кольца детских пирамидок № 1 и № 2, способных без трения скользить по оси, соединили с основаниями двумя одинаковыми лёгкими пружинками (см. рисунок). Пирамидку № 2 поместили в прочный сосуд с водой, прикрепив основание к его дну. Обе пирамидки покоятся относительно Земли. Как изменится по сравнению с этим случаем (увеличится, уменьшится или останется прежней) длина пружин пирамидок 1 и № 2 во время свободного падения с балкона высокого дома? Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали.



Пирамидка №1

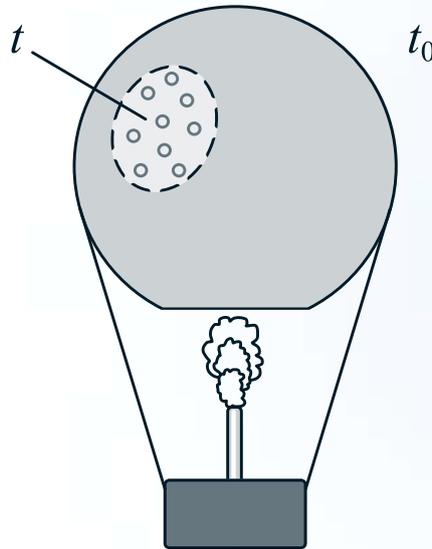


Пирамидка №2

Задача 22 В кастрюлю с $m_1 = 5$ кг воды температурой $t_1 = 25^\circ\text{C}$ долили $m_2 = 3$ кг кипятка температурой $t_2 = 100^\circ\text{C}$. Какова будет температура воды после установления теплового равновесия? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью кастрюли пренебречь.

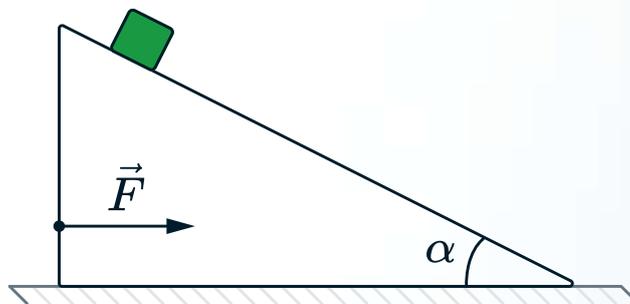
Задача 23 На дифракционную решётку, имеющую 300 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает узкий луч монохроматического света частотой $5,6 \cdot 10^{14}$ Гц. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

Задача 24 Воздушный шар, оболочка которого имеет массу $M = 145$ кг и объём $V = 230$ м³, наполняется при нормальном атмосферном давлении горячим воздухом, нагретым до температуры $t = 265^\circ\text{C}$. Определите максимальную температуру t_0 окружающего воздуха, при которой шар начнёт подниматься. Оболочка шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие (см. рисунок).



Задача 25 Электрическая цепь состоит из источника тока с конечным внутренним сопротивлением и реостата. Сопротивление реостата можно изменять в пределах от 1 Ом до 5 Ом. Максимальная мощность тока P_{max} , выделяющаяся на реостате, равна 4,5 Вт и достигается при сопротивлении реостата $R = 2$ Ом. Какова ЭДС источника?

Задача 26 По гладкой горизонтальной поверхности стола движется клин массой M . По шероховатой наклонной поверхности клина равномерно (относительно клина) движется брусок массой m (см. рисунок). Угол наклона клина α , а коэффициент трения бруска о клин равен μ . С какой горизонтальной силой F , действуют на клин. Какие физические законы Вы использовали при решении задачи? Обоснуйте их применение в данном случае. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на брусок и клин.



Вариант №4

Разбор



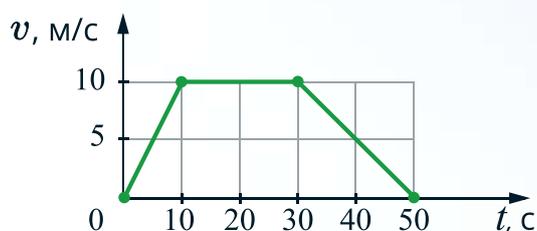
Кликай на QR!

Телеграм АВ



Первая часть

Задача 1 На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t .



Найдите путь, пройденный автомобилем за время от 30 до 50 с.

Ответ: _____ м.

Задача 2 На штативе закреплён динамометр. К нему подвесили груз массой 0,1 кг. Пружина динамометра при этом удлинилась на 2,5 см. Чему будет равно удлинение пружины, если масса груза увеличится втрое?

Ответ: _____ см.

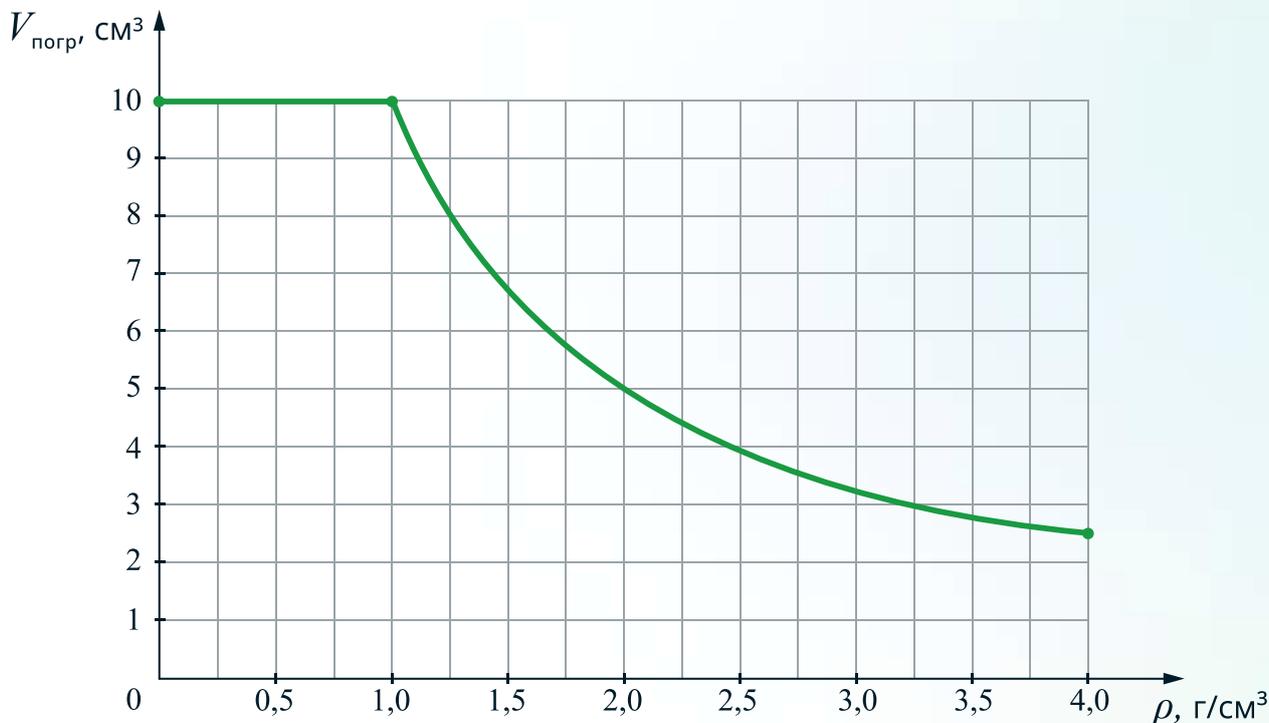
Задача 3 Шарик массой $m = 1$ кг, находящийся на высоте $h_1 = 10$ м, из состояния покоя падает на поверхность, при этом выделяется количество теплоты $Q = 10$ Дж, отскакивает вверх на высоту h_2 . Найдите высоту подъема h_2 .

Ответ: _____ м.

Задача 4 Какова скорость звуковых волн в среде v , если период $T = 0,025$ с, а длина волны $\lambda = 3$ м?

Ответ: _____ м/с.

Задача 5 Ученик помещал цилиндр, не удерживая его, в различные жидкости, плотности которых представлены в таблице, и измерял объем погруженной в жидкость части цилиндра $V_{\text{погр}}$. По результатам измерений он получил зависимость, представленную на графике объема погруженной части цилиндра $V_{\text{погр}}$ от плотности жидкости ρ . Объем цилиндра постоянен и равен $V = 10 \text{ см}^3$.



Жидкость	Бензин	Спирт	Вода	Глицерин	Хлороформ	Бромформ	Дийодметан
Плотность, ρ , г/см ³	0,71	0,79	1,0	1,26	1,49	2,89	3,25

На основании анализа приведённого графика выберите все верные утверждения и укажите в ответе их номера.

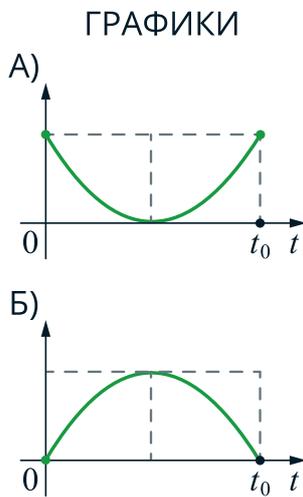
1. В бензине и спирте сила Архимеда, действующая на цилиндр, одинакова.
2. Цилиндр тонет в глицерине.
3. На цилиндр, погруженный в бромформ, действует выталкивающая сила 0,1 Н.
4. Цилиндр плавает во всех жидкостях, указанных в таблице.
5. При плавании цилиндра в хлороформе и дийодметане сила Архимеда, действующая на него, одинакова.

Ответ: _____ .

Задача 6 Шарик брошен вертикально вверх с начальной скоростью \vec{v}_0 (см. рис.).



Считая сопротивление воздуха малым, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять (t_0 — время полета). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



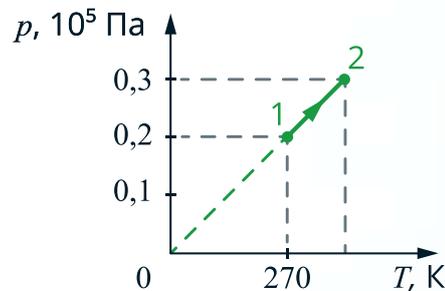
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) Проекция скорости шарика v_y
- 2) Проекция ускорения шарика a_y
- 3) Кинетическая энергия шарика
- 4) Потенциальная энергия шарика

Ответ:

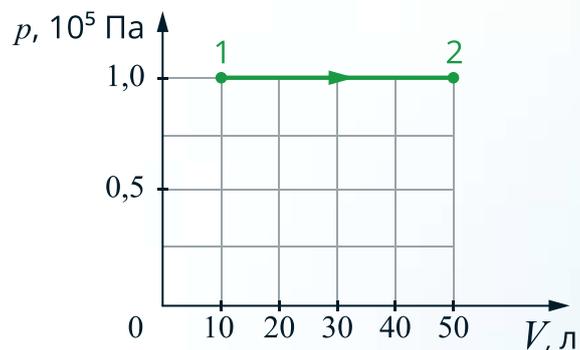
А	Б

Задача 7 На рисунке показано изменение состояния идеального газа в количестве 4 моль. Какая температура соответствует состоянию 2?



Ответ: _____ К.

Задача 8 Идеальный газ участвует в процессе 1-2, график которого показан на рисунке. Какую работу совершил газ в этом процессе?



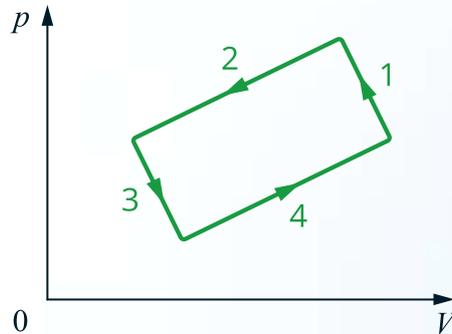
Ответ: _____ кДж.

Задача 9 Объём сосуда, содержащего 1 моль неона, уменьшили вдвое и добавили в сосуд 1 моль аргона. Температура в сосуде поддерживается постоянной. Выберите из предложенного списка все утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта.

1. Концентрация атомов неона в 2 раза меньше, чем у аргона.
2. Парциальное давление неона увеличилось в 2 раза.
3. Внутренняя энергия неона уменьшилась.
4. Плотность газа в сосуде увеличилась.
5. Давление в сосуде увеличилось в 4 раза.

Ответ: _____ .

Задача 10 На рисунке изображена диаграмма четырёх последовательных изменений состояния 2 моль идеального газа. Какие процессы связаны с наименьшими положительными значениями работ газа и работы внешних сил? Установите соответствие между такими процессами и номерами процессов на диаграмме.



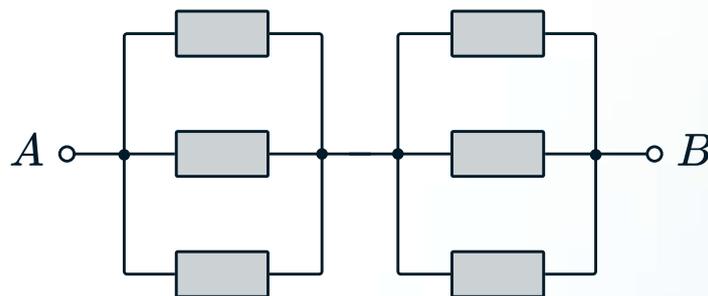
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ	ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
А) работа газа положительна и минимальна	1) 1
Б) работа внешних сил положительна и минимальна	2) 2
	3) 3
	4) 4

Ответ:

А	Б

Задача 11 На рисунке приведена схема участка цепи AB . Сопротивление каждого резистора равно 15 Ом. Каково сопротивление всего участка цепи AB ?

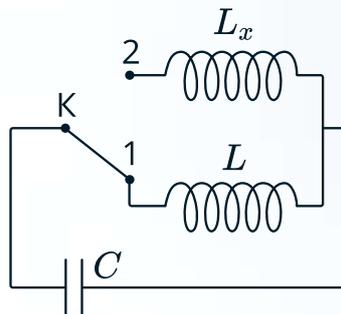


Ответ: _____ Ом.

Задача 12 За время $\Delta t = 4$ с магнитный поток через площадку, ограниченную проводочной рамкой, равномерно уменьшается от некоторого значения Φ до нуля. При этом в рамке генерируется ЭДС, равная 6 мВ. Определите начальный магнитный поток Φ через рамку.

Ответ: _____ мВб.

Задача 13 В колебательном контуре (см. рисунок) индуктивность катушки $L = 12$ мГн. Какой должна быть индуктивность L_x второй катушки, чтобы при переводе ключа К из положения 1 в положение 2 период собственных электромагнитных колебаний в контуре уменьшился в $\sqrt{3}$ раз?



Ответ: _____ мГн.

Задача 14 На рис. 1 приведена схема установки, с помощью которой исследовалась зависимость напряжения на реостате от величины протекающего тока при движении ползунка реостата справа налево.

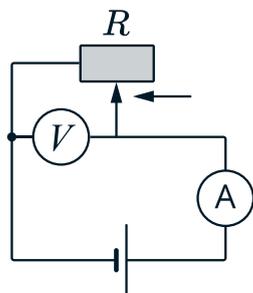


Рис. 1

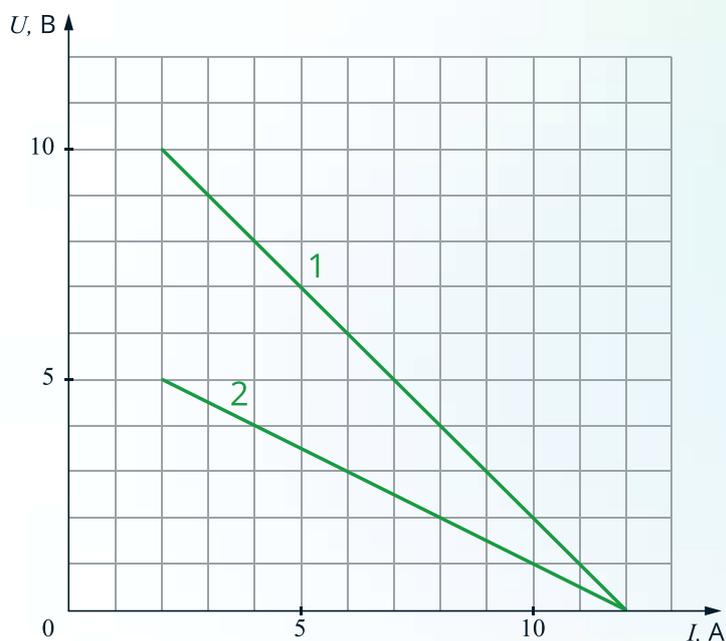


Рис. 2

На рис. 2 приведены графики, построенные по результатам измерений для двух разных источников напряжения.

Выберите **все** утверждения, соответствующих результатам этих опытов.

1. При силе тока 12 А вольтметр показывает значение ЭДС источника.
2. Ток короткого замыкания равен 12 А.
3. Во втором опыте сопротивление реостата уменьшалось с большей скоростью.
4. Во втором опыте ЭДС источника в 2 раза меньше, чем в первом.
5. В первом опыте ЭДС источника равна 5 В.

Ответ: _____ .

Задача 15 Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы между фокусным и двойным фокусным расстоянием от неё. Предмет начинают приближать к фокусу линзы. Как меняются при этом размер изображения и оптическая сила линзы?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Размер изображения	Оптическая сила линзы

Задача 16 Период полураспада изотопа европия ${}_{63}^{156}\text{Eu}$ равен 15 дням. Какая масса этого изотопа осталась через 60 дней в образце, содержащем первоначально 80 мг ${}_{63}^{156}\text{Eu}$?

Ответ: _____ мг.

Задача 17 На металлическую пластинку (катод) установки для исследования фотоэффекта направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно уменьшают, не меняя его длины волны. Как изменятся в результате этого модуль запирающего напряжения и максимальная скорость фотоэлектронов?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. не изменяется.

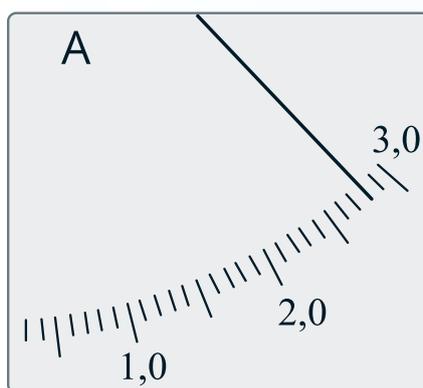
Модуль запирающего напряжения	Максимальная скорость фотоэлектронов

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. Импульсом тела называется величина, равная произведению массы тела на его ускорение.
2. Теплопередача путём теплопроводности происходит за счёт переноса вещества в струях и потоках.
3. Модуль сил взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел в вакууме прямо пропорционален квадрату расстояния между ними.
4. Электромагнитные колебания в контуре являются гармоническими, если заряд конденсатора с течением времени меняется по закону синуса или косинуса.
5. β -излучение представляет собой поток электронов или позитронов, возникающих при распаде ядер.

Ответ: _____ .

Задача 19 Определите показания амперметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.



Ответ: (_____ \pm _____) А.

Задача 20 Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость объёма газа, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, от температуры. У него имеются пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных значениях температуры и давления (см. таблицу).

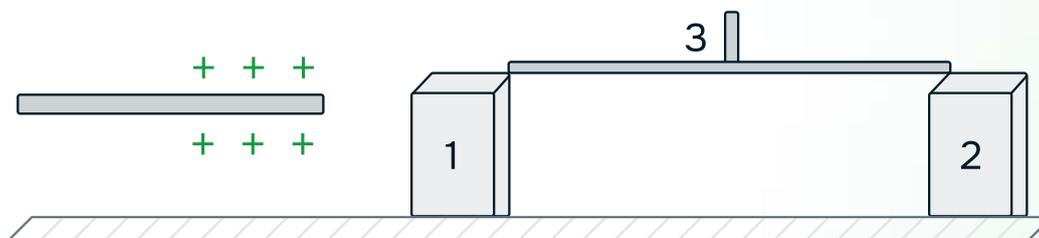
№ сосуда	Давление, кПа	Температура газа в сосуде, °C	Масса газа, г
1	150	50	10
2	200	50	15
3	150	20	15
4	150	20	10
5	200	20	10

Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

Ответ: _____ .

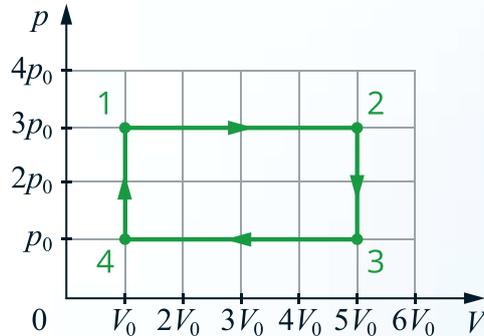
Вторая часть

Задача 21 Два металлических бруска (1) и (2), лежащие на деревянном столе, соединены металлическим стержнем с деревянной ручкой (3). К бруску 1 поднесли положительно заряженную палочку, не касаясь бруска. Затем, продолжая держать палочку возле первого бруска; стержень убрали, подняв его за ручку. Какими после этого будут заряды брусков? Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.

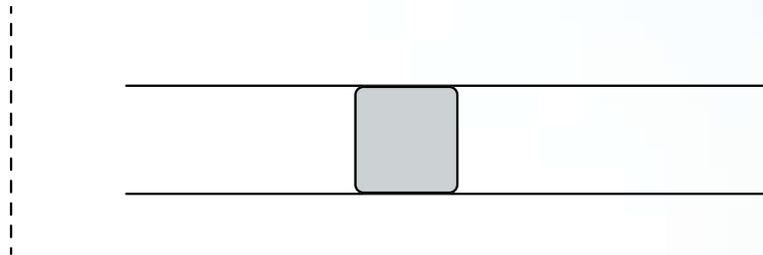


Задача 22 Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности Земли под углом 60° к горизонту, достиг максимальной высоты, равной 5 м. Сколько времени прошло от момента броска до того момента, когда скорость камня стала горизонтальной? Сопротивлением воздуха пренебречь.

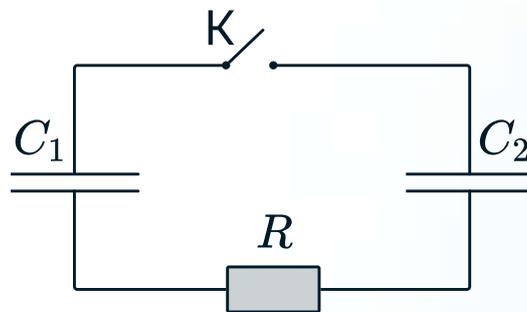
Задача 23 На рисунке изображён циклический процесс, проведённый с неизвестным газом. При расширении на участке 1-2 газ совершает работу 1,2 кДж. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты, равное 3,3 кДж. Масса газа постоянна. Определите КПД цикла.



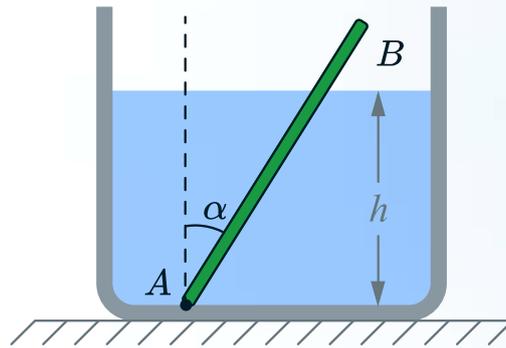
Задача 24 Горизонтально закреплённая пробирка со столбиком ртути, длиной 1 см, вращается с угловой скоростью 10 с^{-1} . Во сколько раз нужно увеличить температуру внутри пробирки, чтобы столбик ртути не сдвинулся при увеличении угловой скорости в 4 раза. Начальная температура ртути 0°C . Расстояние от оси вращения до центра массы ртути 20 см. Давление снаружи пробирки считать атмосферным.



Задача 25 Заряженный конденсатор $C_1 = 1 \text{ мкФ}$ включён в последовательную цепь из резистора $R = 300 \text{ Ом}$, незаряженного конденсатора $C_2 = 2 \text{ мкФ}$ и разомкнутого ключа К (см. рисунок). После замыкания ключа в цепи выделяется количество теплоты $Q = 30 \text{ мДж}$. Чему равно первоначальное напряжение на конденсаторе C_1 ?



Задача 26 На дне кастрюли с водой неподвижно закреплен шарнир малых размеров. К шарниру прикреплен нижним концом тонкий однородный стержень АВ постоянного поперечного сечения $S = 0,25 \text{ см}^2$. Он может без трения поворачиваться на шарнире в плоскости рисунка. Толщина слоя воды $h = 20 \text{ см}$. В равновесии стержень образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$. Плотность воды $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$, плотность материала стержня $\rho_c = 600 \text{ кг/м}^3$. Найдите величину и направление силы \vec{F} , с которой стержень в равновесии действует на шарнир. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на стержень АВ. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



Вариант №5

Разбор



Кликай на QR!

Telegram AB



Первая часть

Задача 1 На рисунке представлен график зависимости пути S , пройденного материальной точкой, от времени t . Определите скорость v точки на интервале времени от 5 с до 7 с.



Ответ: _____ м/с.

Задача 2 Сила гравитационного притяжения между двумя шарами равна 16 нН, если расстояние между их центрами равно 4 м. Какова будет сила притяжения между этими шарами, если расстояние между их центрами уменьшить до 2 м?

Ответ: _____ нН.

Задача 3 Автобус массой 6 т движется со скоростью 18 км/ч. Чему равна кинетическая энергия автобуса?

Ответ: _____ кДж.

Задача 4 Период свободных колебаний пружинного маятника равен 0,5 с. Каким станет период свободных колебаний этого маятника, если массу груза маятника увеличить в 2 раза, а жёсткость пружины вдвое уменьшить?

Ответ: _____ с.

Задача 5 В лабораторных опытах по изучению закона Гука две пружины с различной жёсткостью прикрепили к штативу, поочерёдно подвешивали к ним грузы разной массы и измеряли линейкой удлинение пружин. Результаты опытов с учётом погрешностей представлены в таблице.

№ опыта	№ пружины	Масса груза m , г	Удлинение пружины Δl , см
1	пружина № 1	100	$1,9 \pm 0,1$
2	пружина № 1	200	$4,1 \pm 0,1$
3	пружина № 1	300	$6,0 \pm 0,1$
4	пружина № 2	200	$1,9 \pm 0,1$
5	пружина № 2	300	$2,9 \pm 0,1$
6	пружина № 2	400	$4,1 \pm 0,1$

Выберите все утверждения, соответствующих результатам этих опытов, и укажите их номера.

1. Закон Гука выполняется только для пружины № 1.
2. Жёсткость пружины № 1 в 2 раза меньше, чем у пружины № 2.
3. Жёсткость пружины № 1 равна 500 Н/м.
4. Жёсткость пружины № 2 равна 10 Н/м.
5. Если к пружине № 2 подвесить груз 500 г, то её удлинение составит $5,0 \pm 0,1$ см.

Ответ: _____ .

Задача 6 На поверхности керосина плавает деревянный брусок, частично погружённый в жидкость. Как изменятся глубина погружения бруска и сила Архимеда, действующая на брусок, если он будет плавать в подсолнечном масле?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

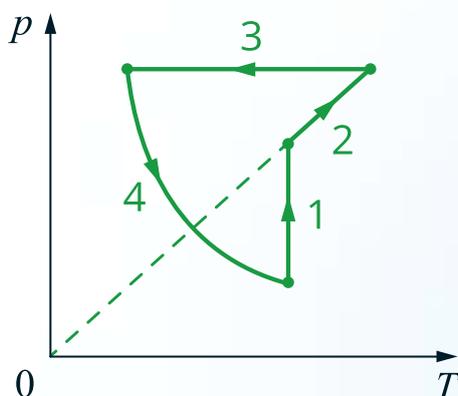
1. увеличилась;
2. уменьшилась;
3. изменилась.

Глубина погружения бруска	Сила Архимеда

Задача 7 С идеальным газом происходит изохорный процесс, в котором в результате увеличения абсолютной температуры газа в 2 раза его давление возросло на 75 кПа. Масса газа постоянна. Каково было первоначальное давление газа?

Ответ: _____ кПа.

Задача 8 На рисунке показан циклический процесс изменения состояния 1 моль одноатомного идеального газа. На каком участке цикла работа внешних сил над газом равна отданному газом количеству теплоты?



Ответ: _____ .

Задача 9 В цилиндрический сосуд, герметично закрытый подвижным поршнем, впрыснули некоторое количество воды, после чего сдвинули поршень и дождались установления в сосуде теплового равновесия.

Выберите **все** верные утверждения, описывающих этот процесс. Температура в сосуде поддерживается постоянной.

1. Если уменьшить объем в 3 раза, а давление увеличится в 2 раза, то пар станет насыщенным.
2. Если уменьшить объем в 3 раза, а давление увеличится в 2 раза, масса воды в воздухе уменьшится.
3. Если увеличить объем, то концентрация воды в воздухе увеличится.
4. Если увеличить объем в 4 раза, а давление уменьшится в 2 раза, то изначально относительная влажность была равна 50%.
5. Если уменьшить объем в 3 раза, а давление возрастет в 3 раза, то пар начнет конденсироваться.

Ответ: _____ .

Задача 10 Кусок льда аккуратно опускают в калориметр с тёплой водой и отмечают уровень воды. Затем лёд полностью тает. Удельная теплоёмкость калориметра пренебрежимо мала. Как изменяются в ходе этого процесса следующие физические величины: температура воды в калориметре и уровень воды в калориметре по сравнению с отмеченным? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличится;
2. уменьшится;
3. не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура воды в калориметре	Уровень воды в калориметре по сравнению с отмеченным

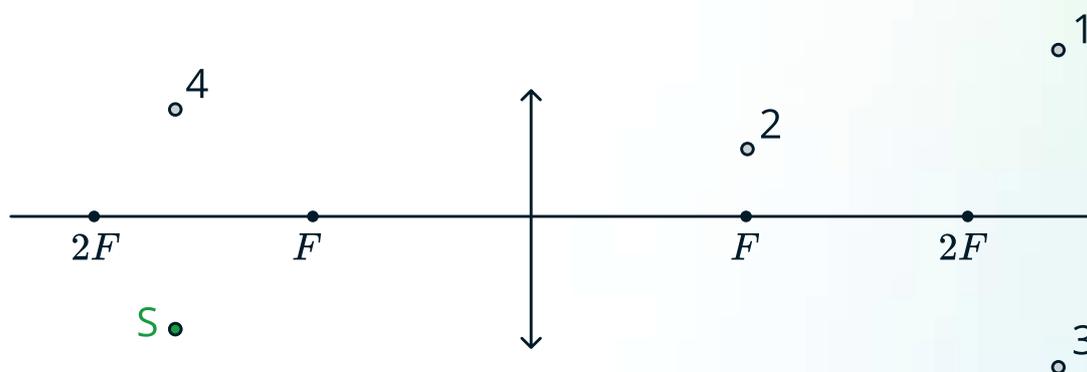
Задача 11 Два одинаковых точечных заряда, модуль которых $q = 2 \cdot 10^{-8}$ Кл, расположены в вакууме на расстоянии 3 м друг от друга. Определите модуль силы, с которой первый заряд действует на второй.

Ответ: _____ мкН.

Задача 12 Прямолинейный проводник длиной L с током I помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции B . Во сколько раз уменьшится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину увеличить в 2 раза, а силу тока в проводнике уменьшить в 4 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

Задача 13 Какая из точек 1-4 является изображением точки S (см. рисунок), создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием F ?



Ответ: _____ .

Задача 14 По гладким параллельным рельсам, замкнутым на лампочку накаливания, перемещают лёгкий тонкий проводник. Контур находится в однородном магнитном поле с индукцией B (см. рис. а). При движении проводника площадь контура изменяется так, как указано на графике б.

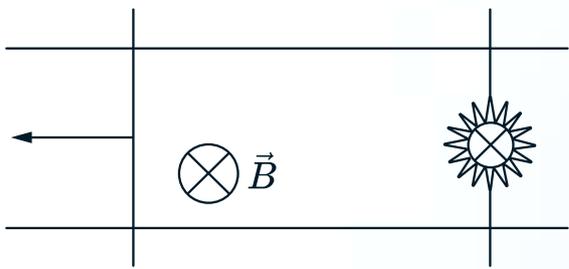


Рис. а

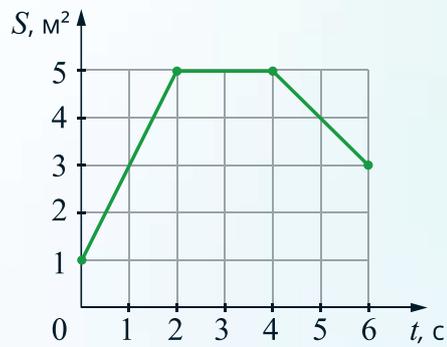


Рис. б

Выберите два верных утверждения, соответствующих приведённым данным и описанию опыта.

1. В момент времени $t = 3$ с сила Ампера, действующая на проводник, направлена вправо.
2. Сила, прикладываемая к проводнику для его перемещения, в первые 2 секунды максимальна.
3. В течение первых 6 секунд индукционный ток течёт через лампочку непрерывно.
4. В интервале времени от 4 до 6 с через лампочку протекает индукционный ток.
5. Индукционный ток течёт в контуре всё время в одном направлении.

Ответ: _____ .

Задача 15 Неразветвленная электрическая цепь состоит из аккумулятора \mathcal{E} , r и резистора R . Как изменятся сила тока в аккумуляторе и напряжение на выводах аккумулятора, если в цепь параллельно включить ещё один такой же резистор R ?

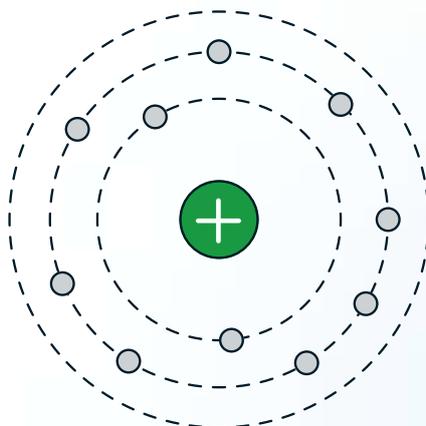
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в аккумуляторе	Напряжение на выводах аккумулятора

Задача 16 На рисунке изображена схема иона магния ${}_{12}^{24}\text{Mg}$. Чёрными точками обозначены электроны. Чему равен заряд данного иона в единицах элементарного заряда?



Ответ: _____.

Задача 17 Как изменяются с увеличением массового числа изотопов одного и того же элемента число протонов и число нейтронов в ядре соответствующего нейтрального атома?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

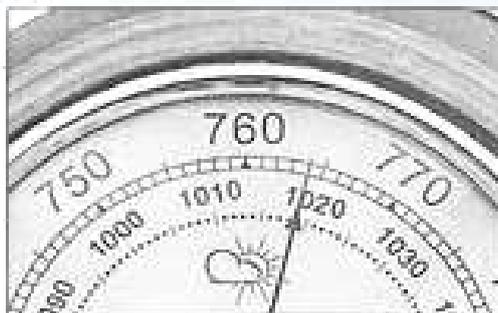
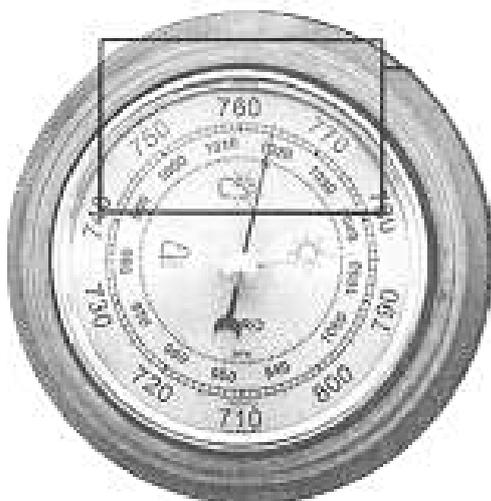
Число протонов в ядре	Число нейтронов в ядре

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. При увеличении длины нити математического маятника период его колебаний уменьшается.
2. Явление диффузии протекает в твёрдых телах значительно медленнее, чем в жидкостях.
3. Сила Лоренца отклоняет положительно и отрицательно заряженные частицы, влетающие под углом к линиям индукции однородного магнитного поля, в противоположные стороны.
4. Дифракция рентгеновских лучей невозможна.
5. В процессе фотоэффекта с поверхности вещества под действием падающего света вылетают электроны.

Ответ: _____ .

Задача 19 С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в мм рт. ст., а нижняя шкала – в гектопаскалях (гПа). Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра. Чему равно атмосферное давление по результатам этих измерений?



Запишите в ответ показания барометра с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) кПа.

Задача 20 Ученик изучает колебания пружинного маятника. В его распоряжении имеется пять маятников, характеристики которых указаны в таблице.

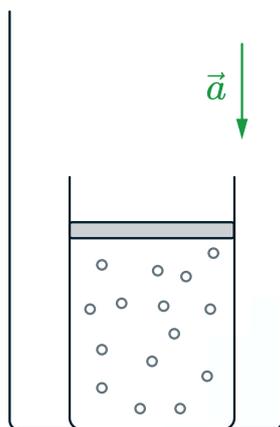
№	Масса груза, г	Жёсткость пружины, Н/м	Длина пружины, см
1	200	10	15
2	250	15	25
3	200	10	25
4	300	15	15
5	400	10	15

Какие два маятника необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость периода колебаний от массы груза?

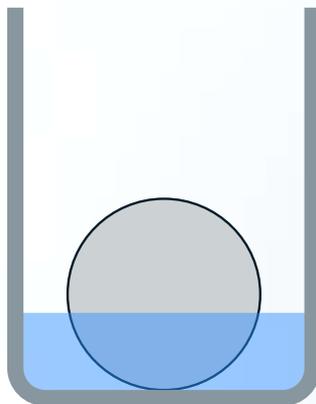
Ответ: _____ .

Вторая часть

Задача 21 На полу неподвижного лифта стоит теплоизолированный сосуд, открытый сверху. В сосуде под тяжёлым подвижным поршнем находится одноатомный идеальный газ. Поршень находится в равновесии. Лифт начинает равноускоренно опускаться вниз. Куда сдвинется поршень относительно сосуда после начала движения лифта и как при этом изменится температура газа в сосуде? Трением между поршнем и стенками сосуда, а также утечкой газа из сосуда пренебречь. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

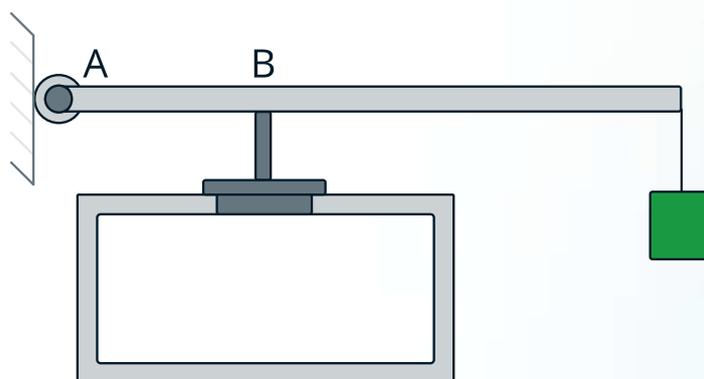


Задача 22 Однородный шар, сделанный из дуба с плотностью 800 кг/м^3 , лежит в сосуде с водой, касаясь дна (см. рисунок). При этом треть объема шара находится в воде. Определите модуль силы реакции дна сосуда, действующей на шар, если масса этого шара равна $1,2 \text{ кг}$.

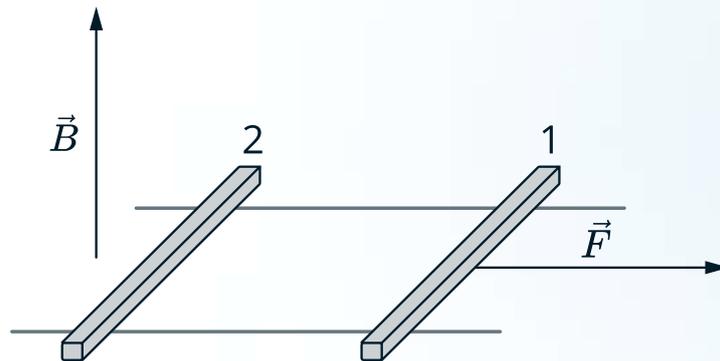


Задача 23 Электрическая цепь состоит из аккумулятора с ЭДС 9 В и внутренним сопротивлением 2 Ом , лампочки, ключа и соединительных проводов. Какова сила тока в цепи, если напряжение на аккумуляторе равно $7,5 \text{ В}$? Сопротивлением проводов пренебречь.

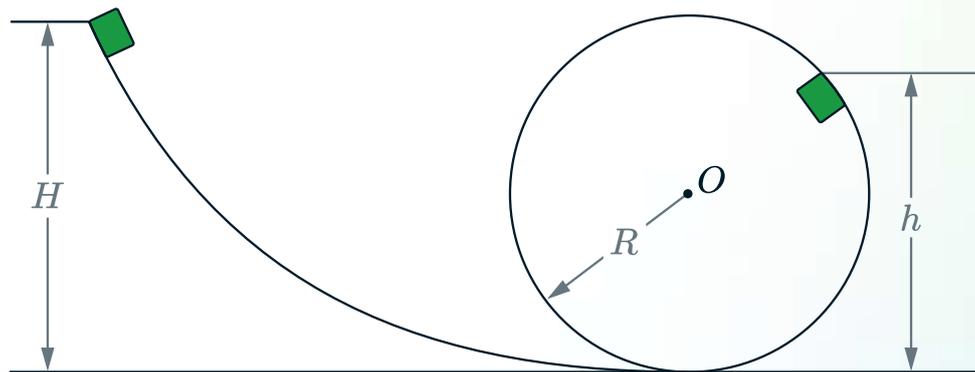
Задача 24 В цилиндр объемом $0,5 \text{ м}^3$ насосом закачивается воздух со скоростью $0,002 \text{ кг/с}$. В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке A (см. рис.). К свободному концу стержня подвешен груз массой 2 кг . Клапан открывается через 580 с работы насоса, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$, расстояние AB равно $0,1 \text{ м}$. Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна 300 К . Определите длину стержня, если его считать невесомым.



Задача 25 По горизонтально расположенным проводящим шероховатым рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением могут скользить два одинаковых стержня массой $m = 50$ г и сопротивлением $R = 0,3$ Ом каждый. Расстояние между рельсами $l = 15$ см, а коэффициент трения между стержнями и рельсами $\mu = 0,15$. Рельсы со стержнями находятся в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл (см. рисунок). Под действием горизонтальной силы, действующей на первый стержень вдоль рельс, оба стержня движутся поступательно равномерно с разными скоростями. Какова скорость движения первого стержня относительно второго? Самоиндукцией контура пренебречь.



Задача 26 Небольшой кубик массой $m = 1,5$ кг начинает скользить с высоты $H = 2,45$ м с нулевой начальной скоростью по гладкой горке, переходящей в «мёртвую петлю» радиусом $R = 1,5$ м (см. рисунок). На какой высоте h от нижней точки петли сила давления кубика на стенку петли $F = 4$ Н? Сделайте рисунок с указанием сил, поясняющий решение. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



Вариант №6

Разбор



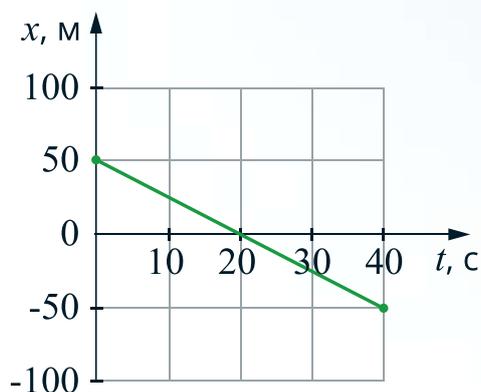
Кликай на QR!

Telegram АВ



Первая часть

Задача 1 На рисунке приведён график зависимости координаты тела от времени при прямолинейном движении по оси Ox . Чему равна v_x проекция скорости тела на ось Ox ?



Ответ: _____ м/с.

Задача 2 На тело массой 2 кг действует сила 60 Н. Найдите ускорение тела.

Ответ: _____ м/с².

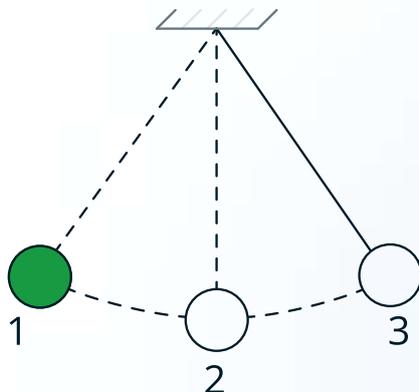
Задача 3 Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту. Масса грузовика $m = 4500$ кг. Какова масса авто, если отношение значений потенциальной энергии грузовика и легкового автомобиля относительно уровня воды $\frac{E_{\text{гр}}}{E_{\text{легк. авт}}}$ равно 3?

Ответ: _____ кг.

Задача 4 Кирпич массой 6 кг лежит на горизонтальной кладке стены, покрытой раствором. Какое давление оказывает кирпич на стену, если площадь грани, на которой он лежит, равна 300 см²?

Ответ: _____ Па.

Задача 5 Математический маятник с частотой свободных колебаний $0,5$ Гц отклонили на небольшой угол от положения равновесия в положение 1 и отпустили из состояния покоя (см. рисунок).



Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия маятника отсчитывается от положения равновесия.

Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, описывающие процесс колебаний маятника.

1. Потенциальная энергия маятника в первый раз достигнет своего максимума через 2 с после начала движения.
2. Через $0,5$ с маятник первый раз вернётся в положение 1.
3. При движении из положения 2 в положение 3 полная механическая энергия маятника остаётся неизменной.
4. Кинетическая энергия маятника в первый раз достигнет своего максимума через $0,5$ с после начала движения.
5. При движении из положения 3 в положение 2 модуль силы натяжения нити увеличивается.

Ответ: _____ .

Задача 6 В результате перехода искусственного спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода высота орбиты спутника и период его обращения вокруг Земли? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличилась;
2. уменьшилась;
3. изменилась.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Высота орбиты спутника	Период обращения спутника вокруг Земли

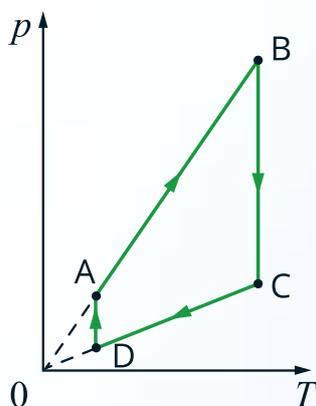
Задача 7 Во сколько раз увеличится давление разреженного одноатомного газа, если при увеличении концентрации молекул газа в 3 раза его абсолютная температура увеличится в 2 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

Задача 8 Рабочее тело тепловой машины за цикл совершает работу 45 Дж. Какое количество теплоты отдаёт холодильнику рабочее тело, если КПД тепловой машины равен 15%?

Ответ: _____ Дж.

Задача 9 На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах $p - T$, где p – давление газа, T – абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.

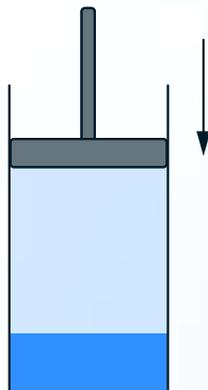


Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения по поводу этой ситуации.

1. Газ за цикл совершает отрицательную работу.
2. В процессе AB газ получает положительное количество теплоты.
3. В процессе BC внутренняя энергия газа не изменяется
4. В процессе CD над газом совершают работу внешние силы.
5. В процессе DA газ изотермически расширяется.

Ответ: _____ .

Задача 10 В цилиндре под поршнем находятся жидкость и её насыщенный пар (см. рисунок).



Как изменятся масса пара и давление пара при медленном перемещении поршня вниз при постоянной температуре, пока поршень не коснётся поверхности жидкости?

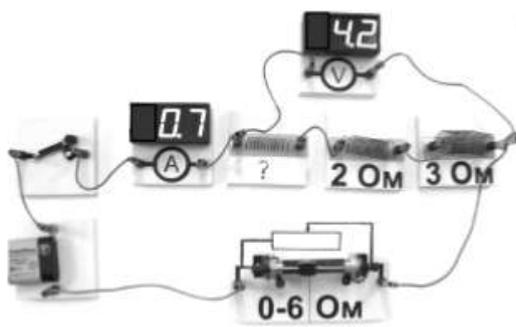
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличится;
2. уменьшится;
3. не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Масса пара	Давление пара

Задача 11 На фотографии представлена электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах, амперметра – в амперах.



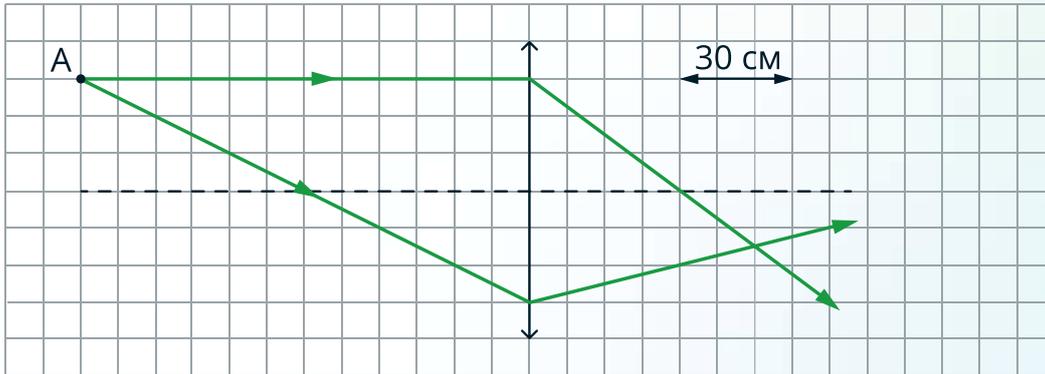
Чему равно сопротивление неизвестного резистора? Вольтметр и амперметр считать идеальными.

Ответ: _____ Ом.

Задача 12 Какова сила тока в катушке индуктивностью 0,8 Гн, если энергия магнитного поля в ней равна 0,9 Дж?

Ответ: _____ А.

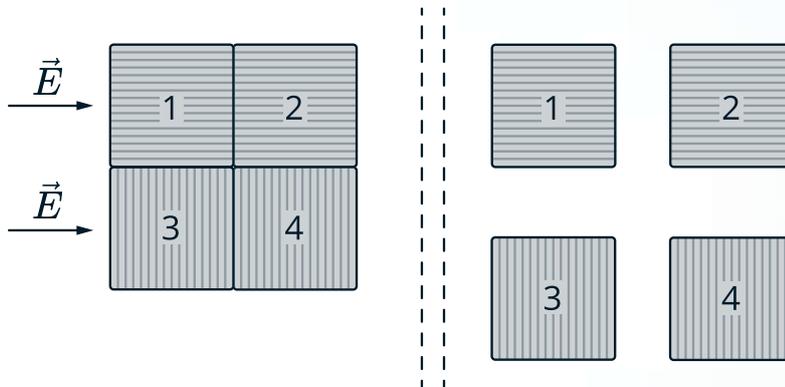
Задача 13 На рисунке показан ход двух лучей от точечного источника света A через тонкую линзу.



Каково фокусное расстояние этой линзы?

Ответ: _____ см.

Задача 14 Два незаряженных алюминиевых кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в однородное электрическое поле, напряжённость которого направлена горизонтально вправо, как показано в левой части рисунка. То же самое проделали с двумя незаряженными эбонитовыми кубиками 3 и 4. Затем кубики быстро раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (правая часть рисунка).



Выберите из предложенного перечня **все** верные утверждения относительно этой ситуации, и укажите их номера.

1. После разделения кубик 3 имеет отрицательный заряд.
2. В электрическом поле кубики 1 и 2 приобретают суммарный отрицательный заряд.
3. При помещении алюминиевых кубиков в электрическое поле в них происходит перераспределение свободных электронов.
4. В электрическом поле кубики 3 и 4 приобретают суммарный отрицательный заряд.
5. После разделения кубик 2 имеет положительный заряд.

Ответ: _____ .

Задача 15 Ион натрия движется по окружности в однородном магнитном поле. Как изменятся сила, действующая на ион в магнитном поле, и частота его обращения, если уменьшить модуль вектора магнитной индукции магнитного поля? Скорость иона остаётся неизменной.

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила, действующая на ион в магнитном поле	Частота обращения иона

Задача 16 Сколько нейтронов содержится в ядре изотопа висмута ${}_{83}^{208}\text{Bi}$?

Ответ: _____ .

Задача 17 Как изменятся при β^- -распаде массовое число ядра и число протонов в ядре? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

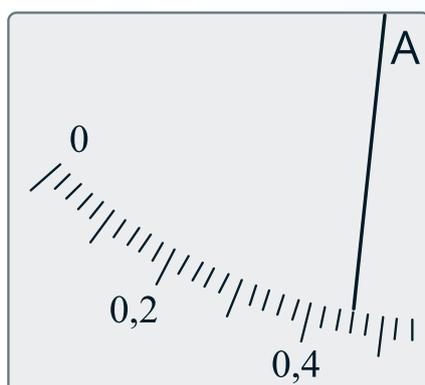
Массовое число ядра	Число протонов в ядре

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. При вынужденных механических колебаниях в колебательной системе резонанс возникает в том случае, если собственная частота колебаний системы превышает частоту изменения внешней силы.
2. В процессе изохорного нагревания постоянной массы газа давление газа увеличивается.
3. Поверхность проводника, находящегося в электростатическом поле, не является эквипотенциальной.
4. При преломлении света при переходе из одной среды в другую изменяются скорость волны и частота, а длина её волны остаётся неизменной.
5. Энергия связи ядра равна той энергии, которую необходимо затратить для того, чтобы разделить это ядро на отдельные протоны и нейтроны.

Ответ: _____ .

Задача 19 Определите показания амперметра (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.



Ответ: (_____ \pm _____) A.

Задача 20 Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость объёма газа, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, от внешнего давления. У него имеются пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных значениях температуры и давления (см. таблицу).

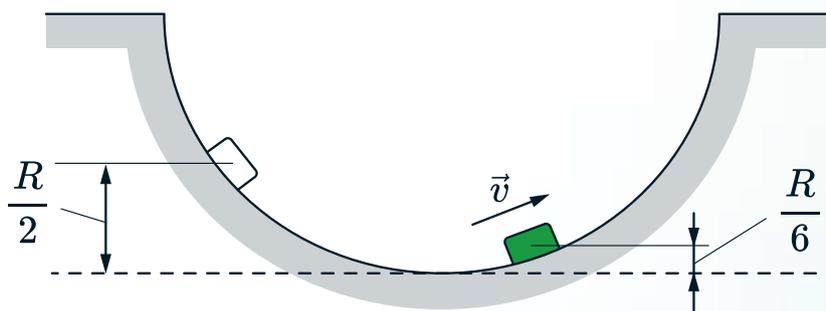
№ сосуда	Давление, кПа	Температура газа в сосуде, °C	Масса газа, г
1	150	50	10
2	200	50	15
3	150	20	15
4	150	20	10
5	200	20	10

Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

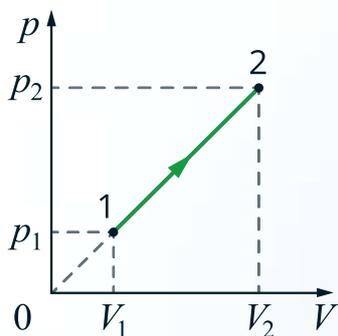
Ответ: _____ .

Вторая часть

Задача 21 Маленькая шайба движется из состояния покоя по неподвижной гладкой сферической поверхности радиусом R . Начальное положение шайбы находится на высоте $\frac{R}{2}$ относительно нижней точки поверхности. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шайбу в момент, когда она движется вправо-вверх, находясь на высоте $\frac{R}{6}$ над нижней точкой поверхности (см. рис). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шайбы (по радиусу поверхности, по касательной к поверхности, внутрь поверхности, наружу от поверхности). Соппротивление воздуха не учитывать.

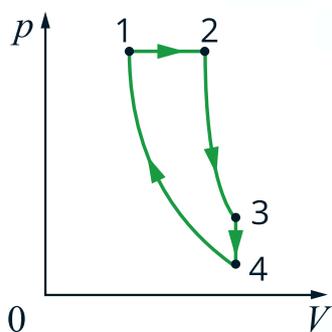


Задача 22 На рисунке изображён процесс, происходящий с 1 моль гелия. Минимальное давление газа $p_1 = 100$ кПа, минимальный объём $V_1 = 10$ л, а максимальный $V_2 = 30$ л. Какую работу совершает гелий при переходе из состояния 1 в состояние 2?

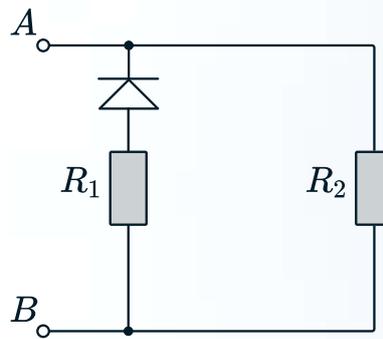


Задача 23 Тонкая линза с фокусным расстоянием $F = 20$ см даёт действительное, увеличенное в 5 раз изображение предмета. На каком расстоянии от линзы находится предмет? Постройте изображение предмета в линзе.

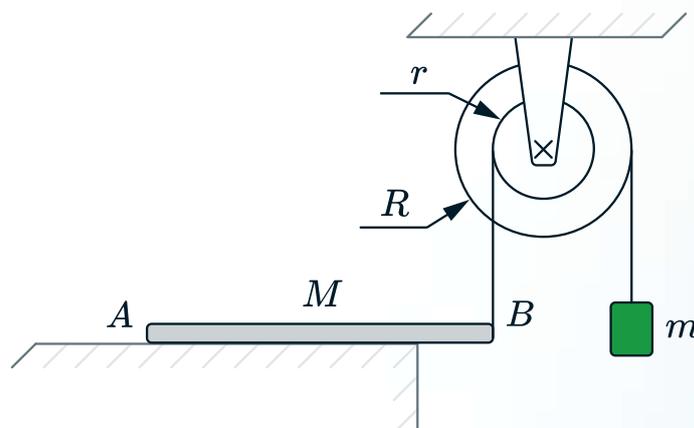
Задача 24 Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображен на $p - V$ диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры и изобары. Зная, что КПД этого цикла $\eta = 15\%$, а минимальная и максимальная температуры газа при изохорном процессе $t_{min} = 37^\circ C$ и $t_{max} = 302^\circ C$ определите количество теплоты, получаемое газом за цикл.



Задача 25 В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке A положительного полюса, а к точке B отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением потребляемая мощность равна 14,4 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая мощность оказалась равной 21,6 Вт. Укажите, как течёт ток через диод и резисторы в обоих случаях, и определите сопротивления резисторов в этой цепи.



Задача 26 Однородный брусок AB массой M постоянного прямоугольного сечения лежит на гладкой горизонтальной поверхности стола, свешиваясь с него менее чем наполовину (см. рисунок). К правому концу бруска прикреплена лёгкая нерастяжимая нить. Другой конец нити закреплён на меньшем из двух дисков идеального составного блока. На большем диске этого блока закреплена другая лёгкая нерастяжимая нить, на которой висит груз массой $m = 1$ кг. Диски скреплены друг с другом, образуя единое целое. $R = 10$ см, $r = 5$ см. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на брусок M , блок и груз m . Найдите минимальное значение M , при котором система тел остаётся неподвижной. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



Вариант №7 — ЕГКР (Мск пробник 12.12.2024)

Разбор



Кликай на QR!

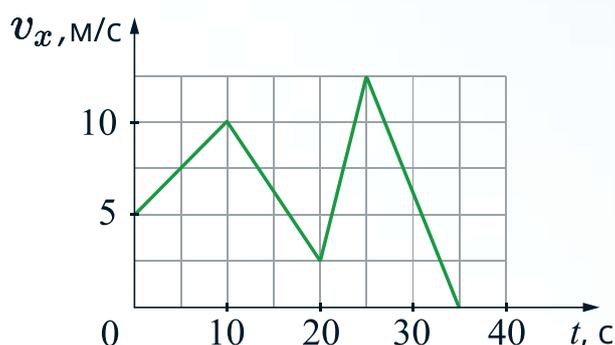
Telegram АВ



Это вариант с Единой городской контрольной работы (ЕГКР).

Первая часть

Задача 1 На рисунке приведён график зависимости проекции скорости v_x от времени t для тела, движущегося прямолинейно вдоль оси Ox .



Определите проекцию a_x ускорения тела в интервале времени от 20 до 25 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.

Ответ: _____ м/с^2 .

Задача 2 Два одинаковых маленьких шарика массой m каждый, расстояние между центрами которых равно r , притягиваются друг к другу с гравитационными силами, равными по модулю 2 нН. Каков модуль сил гравитационного притяжения двух других шариков, если масса одного $2m$, масса другого $\frac{m}{4}$, а расстояние между их центрами $\frac{r}{3}$?

Ответ: _____ нН.

Задача 3 В инерциальной системе отсчёта тело движется по прямой в одном направлении под действием постоянной силы, равной по модулю 6 Н. Определите промежуток времени, в течение которого действовала эта сила, если за это время импульс тела изменился на 48 кг·м/с.

Ответ: _____ с.

Задача 4 Скорость звука в глицерине 1900 м/с. Определите длину звуковой волны, которая создаётся источником звука с частотой колебаний 500 Гц.

Ответ: _____ м.

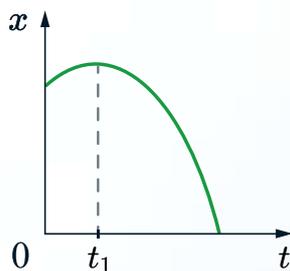
Задача 5 Свинцовый брусок массой $m_1 = 500$ г покоится на гладкой горизонтальной поверхности. На него налетает свинцовый шарик массой $m_2 = 100$ г, скользящий по поверхности со скоростью 0,3 м/с. В результате абсолютно неупругого удара тела слипаются и движутся как единое целое.

Выберите **все** утверждения о результатах этого соударения.

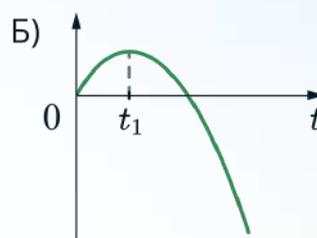
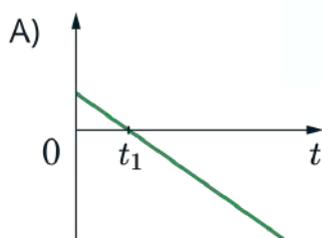
1. Суммарный импульс тел после удара равен 0,03 кг·м/с.
2. Скорость тел после соударения равна 0,5 м/с.
3. В результате соударения общая кинетическая энергия системы тел «брусок+шарик» не изменилась.
4. В результате соударения выделилось количество теплоты, равное 3,75 мДж.
5. Кинетическая энергия свинцового бруска после соударения равна 0,25 мДж.

Ответ: _____ .

Задача 6 На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси x , от времени t (парабола).



Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1. проекция перемещения тела на ось x
2. модуль скорости тела
3. кинетическая энергия тела
4. проекция импульса тела на ось x

Ответ:

А	Б

Задача 7 В результате изохорного перехода 1 моль идеального газа из начального состояния в конечное его давление уменьшилось в 2 раза, а температура оказалось равной 420 К. Какова начальная температура газа?

Ответ: _____ К.

Задача 8 Конденсация 3 кг паров некоторого вещества при температуре его кипения, равной 103°C , сопровождается выделением количества теплоты, равного $6,9 \cdot 10^6$ Дж. Какова удельная теплота парообразования этого вещества?

Ответ: _____ кДж/кг.

Задача 9 С 1 моль гелия происходят два циклических процесса, показанные на рисунках 1 и 2 в переменных $p - V$ (p - давление гелия, V - его объём).

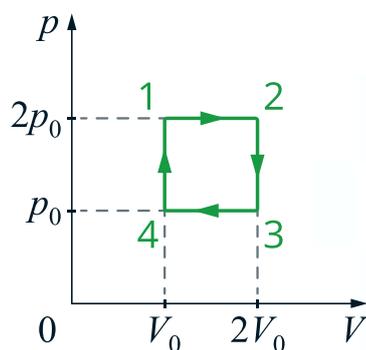


Рис. 1

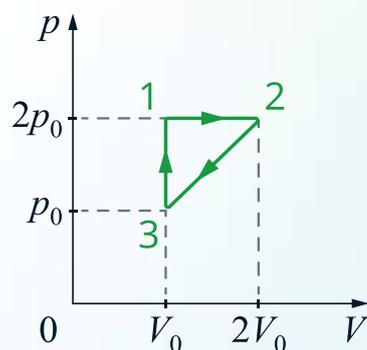


Рис. 2

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения, характеризующие изменение состояния гелия в этих процессах.

1. В процессе 1-2 на рисунке 1 температура гелия увеличивается в 2 раза.
2. В процессе 2-3 на рисунке 2 внутренняя энергия гелия уменьшается в 2 раза.
3. Работа гелия за цикл на рисунках 1 и 2 одинакова.
4. В процессе 2-3 на рисунке 2 гелий не участвует в теплообмене с окружающими телами.
5. В процессе 4-1 на рисунке 1 концентрация гелия остаётся неизменной.

Ответ: _____ .

Задача 10 Тонкая, упругая и мягкая оболочка герметичного воздушного шара наполнена водородом. Как изменяется с высотой при быстром подъёме объём водорода и средняя кинетическая энергия теплового движения молекул водорода? Оболочку считать теплоизолирующей.

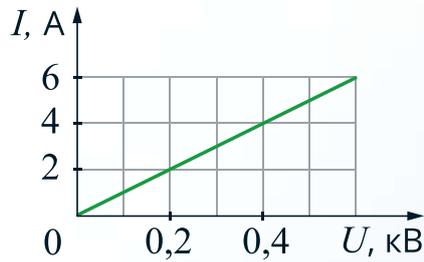
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилось
- 2) уменьшилось
- 3) не изменилось

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём водорода	Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул водорода

Задача 11 На рисунке изображён график зависимости силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?

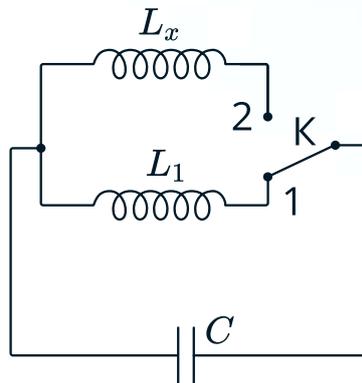


Ответ: _____ Ом.

Задача 12 Чему равна индуктивность витка проволоки, если при силе тока в витке, равной 4 А, магнитный поток через площадь, ограниченную витком, равен 12 мВб?

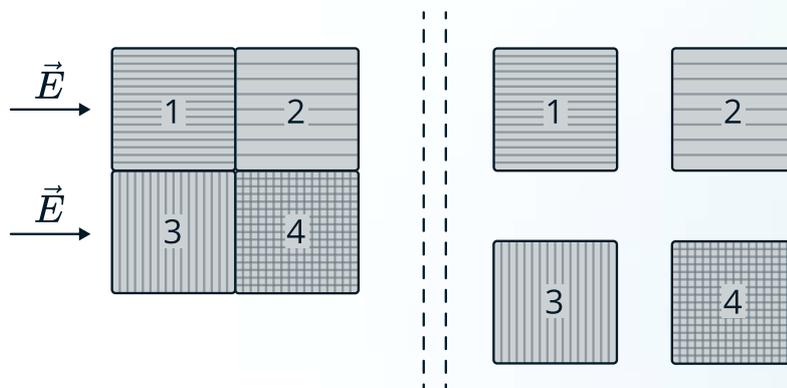
Ответ: _____ мГн.

Задача 13 При переводе ключа К из положения 1 в положение 2 частота свободных электромагнитных колебаний в контуре увеличилась в 3 раза. Во сколько раз индуктивность L_1 катушки в контуре (см. рисунок) больше L_x ?



Ответ: в _____ раз(-а).

Задача 14 Стекланные незаряженные кубики 1 и 2 и медные незаряженные кубики 3 и 4 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряженность которого направлена горизонтально вправо, как показано в левой части рисунка. Затем кубики раздвинули и уже после этого выключили электрическое поле (правая часть рисунка).

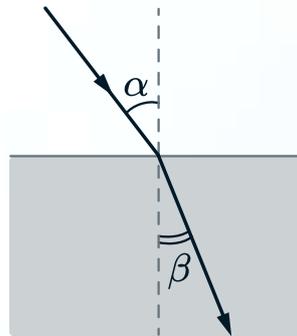


Выберите **все** верные утверждения, описывающие данный процесс.

1. В электрическом поле (левая часть рисунка) электроны из кубика 3 перемещаются в кубик 4.
2. На правой части рисунка кубик 1 имеет положительный заряд.
3. В электрическом поле (левая часть рисунка) левая грань кубика 1 заряжена отрицательно.
4. На правой части рисунка кубика 3 имеет отрицательный заряд.
5. В электрическом поле (левая часть рисунка) разность потенциалов между левой и правой гранями кубика 3 равна нулю.

Ответ: _____ .

Задача 15 Плоская световая волна переходит из воздуха в глицерин (см. рисунок). Что происходит при этом переходе с периодом электромагнитных колебаний в световой волне и скоростью её распространения?



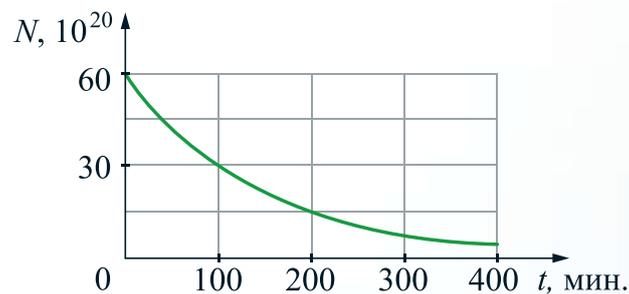
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период Электромагнитных колебаний	Скорость распространения волны

Задача 16 На рисунке приведён график зависимости числа нераспавшихся ядер америция ${}_{95}^{238}\text{Am}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа америция?

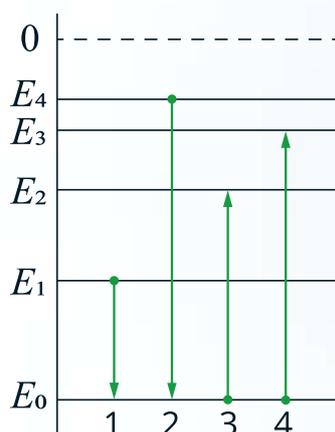


Ответ: _____ мин.

Задача 17 На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями.

Установите соответствие между процессами поглощения света наименьшей частоты и излучения света наибольшей энергии и энергией соответствующего фотона.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕССЫ

А) поглощение света наименьшей частоты

Б) излучение света наибольшей энергии

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

1) $E_1 - E_0$

2) $E_2 - E_0$

3) $E_3 - E_0$

4) $E_4 - E_0$

Ответ:

А	Б

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

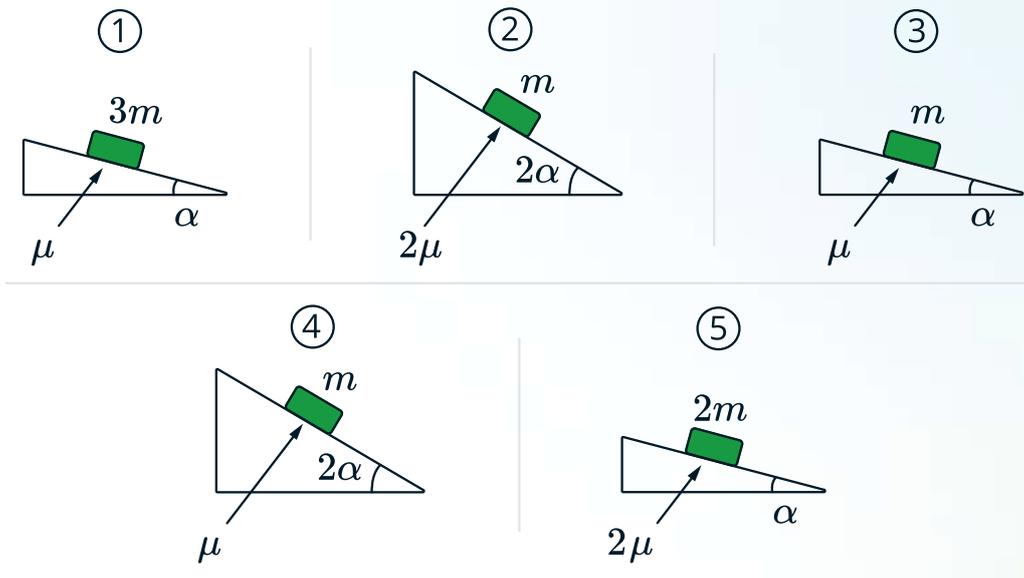
1. При равномерном движении по окружности ускорение тела направлено по радиусу к центру окружности.
2. В ходе процесса кипения жидкости её температура не меняется, а внутренняя энергия системы «жидкость и её пар» уменьшается.
3. Напряжённость электростатического поля равна отношению силы, с которой поле действует на точечный заряд, к величине этого заряда.
4. Для электромагнитных волн можно наблюдать явления их отражения, преломления и поляризации.
5. α -излучение представляет собой поток ядер атома водорода.

Ответ: _____ .

Задача 19 В журнале 200 листов. Измеренная с помощью линейки толщина журнала составляет 2,4 см. Чему равна толщина одного листа по результатам этих измерений, если абсолютная погрешность линейки равна 1 мм?

Ответ: (_____ \pm _____) мм.

Задача 20 Необходимо экспериментально изучить зависимость ускорения тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от коэффициента трения между телом и поверхностью наклонной плоскости. На рисунках представлены установки для изучения движения тела по наклонной плоскости, различающиеся массой тел, углом наклона плоскости к горизонту и коэффициентом трения.



Какие **две** установки, изображённые ниже, следует выбрать, чтобы провести такое исследование?

Ответ: _____ .

Вторая часть

Задача 21 На столе установили два незаряженных электрометра и соединили их алюминиевым стержнем с изолирующей ручкой (рис. а). Затем к первому электрометру поднесли, не касаясь шара, положительно заряженную палочку (рис. б). Не убирая палочки, убрали стержень, а затем убрали палочку.

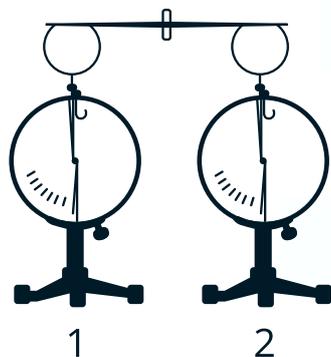


Рис. 1

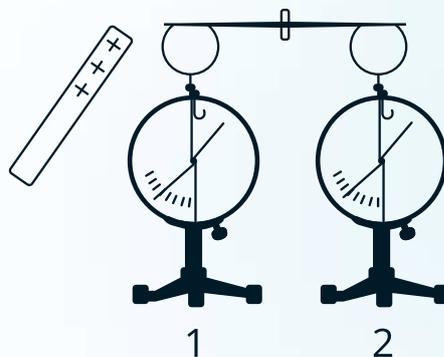


Рис. 2

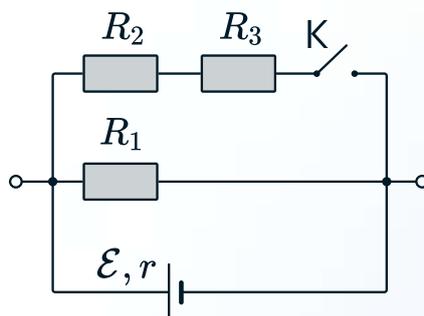
Ссылаясь на известные Вам законы и явления, объясните, почему электрометры оказались заряженными, и определите знаки заряда каждого из электрометров после того, как палочку убрали.

Задача 22 Закреплённый пружинный пистолет стреляет вертикально вверх, в результате него пуля поднимается на высоту $H = 100$ м. Кинетическая энергия E_k пули на высоте $h = 50$ м равна 1 Дж. Чему равна жёсткость пружины k , если деформация пружины перед выстрелом $\Delta l = 5$ см? Трением и массой пружины пренебречь; считать $\Delta l \ll h$.

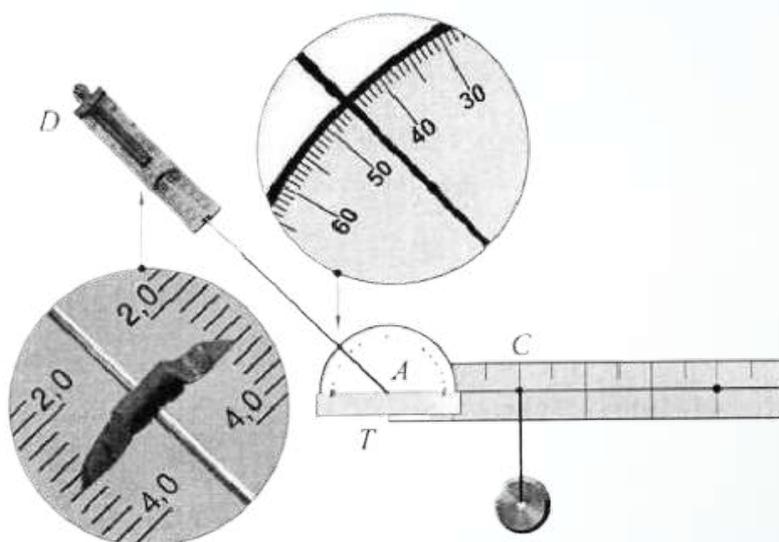
Задача 23 Какое количество атомов содержится в алюминиевом бруске с размерами $10 \times 15 \times 20$ см? Молярная масса алюминия равна $27 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

Задача 24 С идеальным одноатомным газом, который находится в сосуде с поршнем, провели два опыта. В первом опыте, закрепив поршень, газу сообщили некоторое количество теплоты Q_1 , в результате чего его температура повысилась на ΔT . Во втором опыте, предоставив газу возможность изобарно расширяться, сообщили ему некоторое количество теплоты Q_2 , в результате чего его температура повысилась, как и в первом случае, на ΔT . Определите отношение $\frac{Q_1}{Q_2}$.

Задача 25 Во сколько раз уменьшится мощность тока, выделяемая на резисторе R_1 , при замыкании ключа К (см. рисунок), если $R_1 = R_2 = R_3 = 1 \text{ Ом}$, $r = 0,5 \text{ Ом}$?



Задача 26 Однородный стержень AB может вращаться без трения вокруг неподвижной оси O . К левому концу рычага в точке A прикреплена нить, за которую с помощью динамометра D рычаг неподвижно удерживается в горизонтальном положении. Нить составляет с вертикалью угол, который можно измерить с помощью транспортира T . Показания динамометра (в ньютонах) и транспортира (в градусах) видны на фотографии. К точке C подвешен стальной диск (см. фотографию). Рычаг, диск, нить и динамометр расположены в вертикальной плоскости. Массами транспортира и нитей пренебречь.



Определите массу рычага, если стальной диск имеет массу 250 г. Сделайте рисунок, на котором укажите все силы, действующие на рычаг и диск. **Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.**

Вариант №8 — Тренировочный вариант от ФИПИ (Слив ЕГЭ)

Разбор



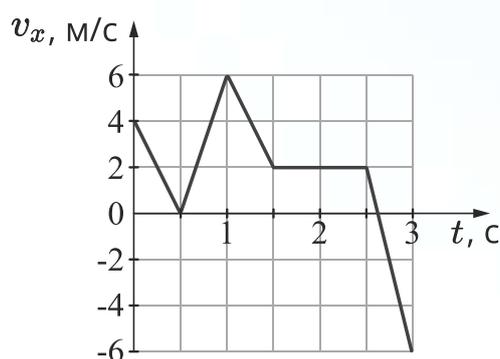
Кликай на QR!

Telegram AB



Первая часть

Задача 1 На рисунке показан график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t . Какова проекция a_x ускорения этого тела в момент времени 2 с?



Ответ: _____ м/с².

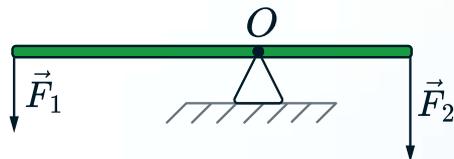
Задача 2 В инерциальной системе отсчёта сила, равная по модулю 16 Н, сообщает телу массой m ускорение \vec{a} . Чему равен модуль силы, под действием которой тело массой $\frac{m}{2}$ будет иметь в этой системе отсчёта ускорение $\frac{\vec{a}}{4}$?

Ответ: _____ Н.

Задача 3 Отношение импульса легкового автомобиля к импульсу мотоцикла $\frac{p_1}{p_2} = 5$. Каково отношение их скоростей $\frac{v_1}{v_2}$, если отношение массы легкового автомобиля к массе мотоцикла $\frac{m_1}{m_2} = 2,5$?

Ответ: _____.

Задача 4 Невесомый рычаг находится в равновесии (см. рисунок). Модуль силы $F_2 = 12$ Н, её плечо равно 10 см. Каков модуль силы F_1 , если её плечо равно 15 см?



Ответ: _____ Н.

Задача 5 В лаборатории исследовали прямолинейное движение тела массой $m = 300$ г из состояния покоя. В таблице приведена экспериментально полученная зависимость пути, пройденного телом, от времени.

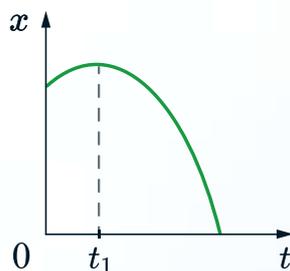
t, с	0	1	2	3	4	5	6	7
L, м	0	1	4	9	16	25	36	49

Какие выводы соответствуют результатам эксперимента?

1. Тело двигалось равноускоренно.
2. Скорость тела в момент времени 4 с равнялась 8 м/с.
3. Кинетическая энергия тела в момент времени 5 с равна 25 Дж.
4. Равнодействующая сил, действующих на тело, всё время возрастала.
5. За первые 3 с работа равнодействующей сил, действующих на тело, была равна 5,4 Дж.

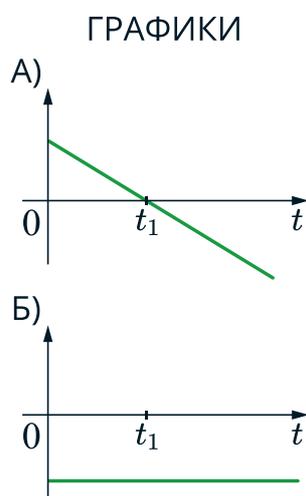
Ответ: _____ .

Задача 6 На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси x , от времени t (парабола).



Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени t .

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) Модуль скорости тела
- 2) Проекция импульса тела на ось x
- 3) Проекция ускорения тела на ось x
- 4) Модуль равнодействующей сил, действующих на тело

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

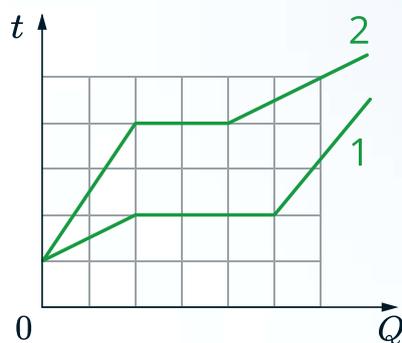
Задача 7 При увеличении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул гелия увеличилась в 2 раза. Конечная температура газа равна 400 К. Какова начальная температура газа?

Ответ: _____ К.

Задача 8 Тепловая машина за цикл получает от нагревателя количество теплоты, равное 50 кДж, и совершает работу 20 кДж. Чему равен КПД тепловой машины?

Ответ: _____ %.

Задача 9 На рисунке представлены графики зависимости температуры t двух тел одинаковой массой от сообщённого им количества теплоты Q . Каждое тело находится в сосуде под поршнем. Первоначально тела находились в жидком агрегатном состоянии.

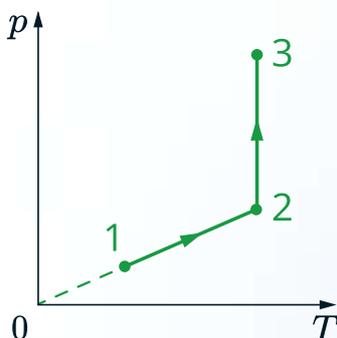


Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня **все** верные утверждения.

1. Температура кипения первого тела в 2 раза меньше, чем температура кипения второго тела.
2. Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в газообразном состоянии.
3. Удельная теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии у второго тела в 3 раза меньше, чем у первого.
4. Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту парообразования.
5. Для первого тела удельная теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии меньше удельной теплоёмкости в газообразном состоянии.

Ответ: _____ .

Задача 10 Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе $1 - 2 - 3$, график которого изображён на рисунке в координатах $p - T$, где p – давление газа, T – абсолютная температура газа.



Как изменяются объём газа V в ходе процесса 1-2 и плотность газа ρ в ходе процесса 2-3? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

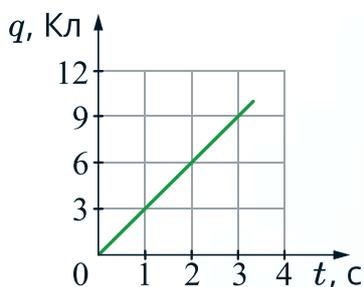
1. увеличится;
2. уменьшится;
3. не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём газа в ходе процесса 1-2	Плотность газа в ходе процесса 2-3

Задача 11

По проводнику течёт постоянный электрический ток. Заряд, прошедший по проводнику, растёт с течением времени согласно представленному графику (см. рисунок). Определите силу тока в проводнике.

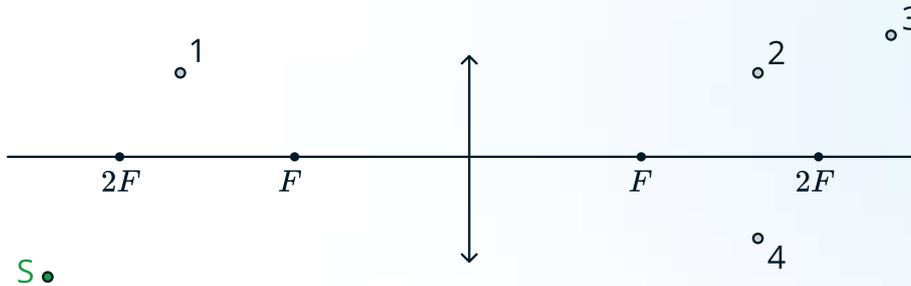


Ответ: _____ А.

Задача 12 Прямолинейный проводник длиной L , по которому протекает ток I , помещён в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции \vec{B} . Во сколько раз увеличится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину увеличить в 4 раза, а индукцию магнитного поля уменьшить в 2 раза? (Сила тока, взаимное расположение проводника с током и линий индукции магнитного поля остаются неизменными.)

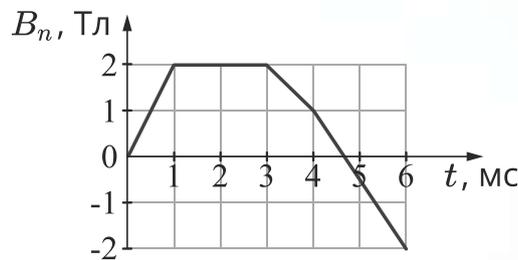
Ответ: в _____ раз(-а).

Задача 13 Какая точка является изображением точки S (см. рисунок), создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием F ?



Ответ: точка _____ .

Задача 14 Проволочная рамка площадью 30 см^2 помещена в однородное магнитное поле. Проекция B_n индукции магнитного поля на нормаль к плоскости рамки изменяется во времени t согласно графику на рисунке.

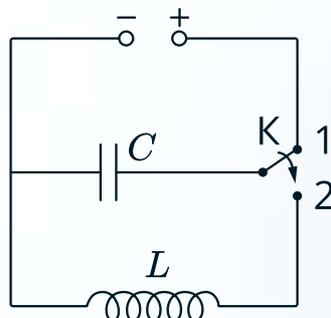


Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения о процессах, происходящих в рамке, и укажите их номера.

1. Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке максимален в интервале времени от 0 до 1 мс.
2. Магнитный поток через рамку в интервале времени от 1 до 3 мс равен 2 мВб.
3. Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке минимален в интервале времени от 0 до 1 мс.
4. Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке в интервале времени от 3 до 4 мс равен 3 В.
5. Скорость изменения магнитного потока через рамку максимальна в интервале времени от 4 до 6 мс.

Ответ: _____ .

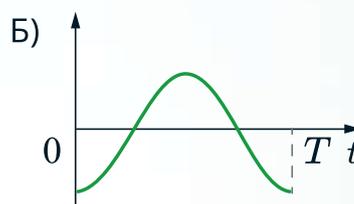
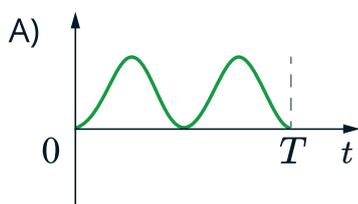
Задача 15 Конденсатор идеального колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б отображают изменения физических величин, характеризующих возникшие после этого электромагнитные колебания в контуре (T – период колебаний).



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут отображать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) энергия магнитного поля катушки
- 2) модуль напряжения на конденсаторе
- 3) заряд левой обкладки конденсатора
- 4) энергия электрического поля конденсатора

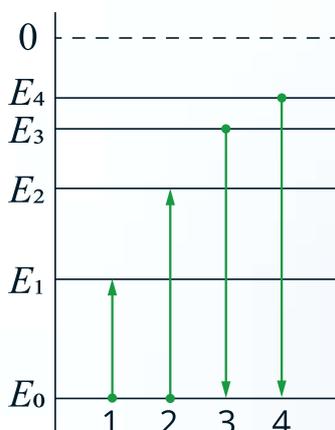
Ответ:

А	Б

Задача 16 Период полураспада T изотопа селена $^{81}_{34}\text{Se}$ равен 18 мин. Какая масса этого изотопа осталась в образце, содержащем первоначально 120 мг $^{81}_{34}\text{Se}$, через 54 мин.?

Ответ: _____ мг.

Задача 17 На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями.



Какие из этих четырёх переходов связаны с поглощением света с наименьшей частотой и излучением света с наименьшей энергией фотонов?

Установите соответствие между процессами поглощения света наименьшей длины волны и излучения света наименьшей частоты и энергией соответствующего фотона.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ	ЭНЕРГИЯ ФОТОНА
А) поглощение света наибольшей длины волны	1) $E_0 \rightarrow E_1$
Б) излучение света наименьшей длины волны	2) $E_0 \rightarrow E_2$
	3) $E_3 \rightarrow E_0$
	4) $E_4 \rightarrow E_0$

Ответ:

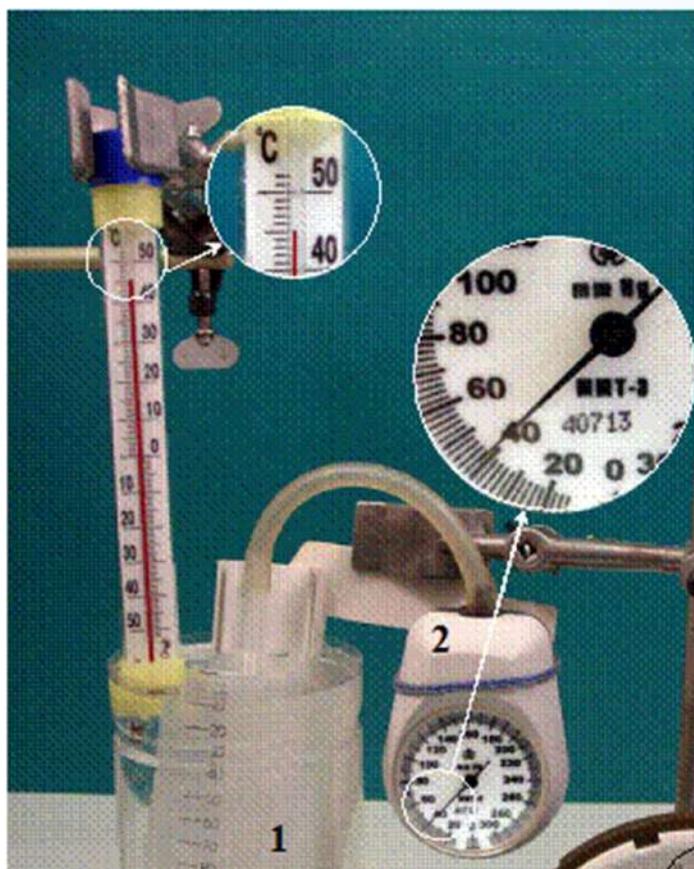
А	Б

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. Модуль сил гравитационного взаимодействия двух тел прямо пропорционален квадрату расстояния между этими телами.
2. Теплопередача путём конвекции происходит за счёт переноса энергии струями и потоками жидкости или газа.
3. Модуль сил взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел не зависит от свойств среды между ними.
4. Период свободных колебаний в идеальном колебательном контуре увеличивается прямо пропорционально увеличению индуктивности катушки.
5. При α -распаде масса ядра уменьшается примерно на четыре атомных единицы массы.

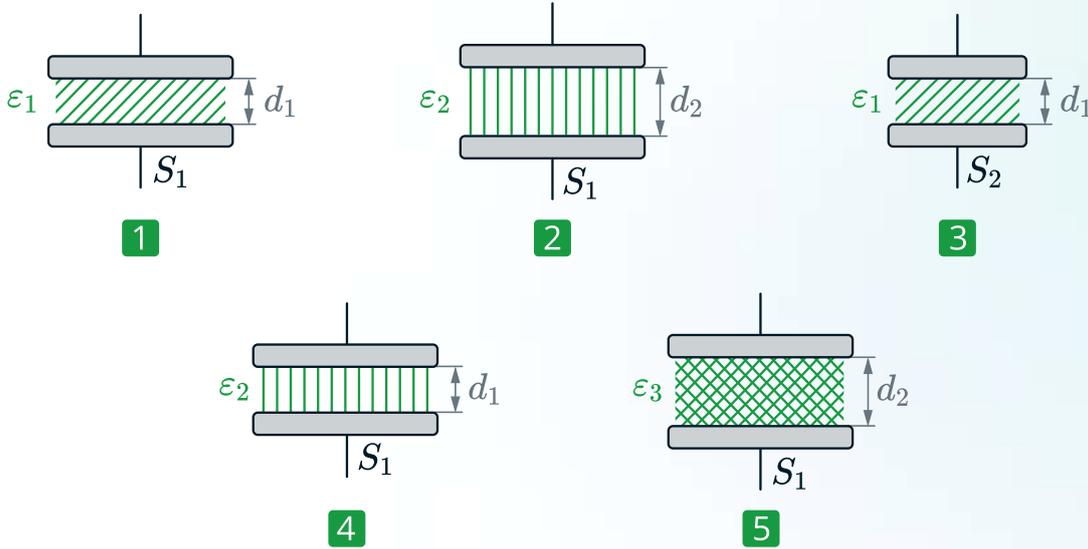
Ответ: _____ .

Задача 19 При исследовании зависимости давления в газе от температуры ученик измерял температуру в сосуде с газом с помощью термометра. Погрешность измерений температуры равна цене деления шкалы термометра. Чему равна температура газа по результатам этих измерений?



Ответ: (_____ \pm _____) $^{\circ}\text{C}$.

Задача 20 Необходимо экспериментально изучить зависимость электроёмкости плоского конденсатора от площади его пластин. На всех представленных ниже рисунках S – площадь пластин конденсатора, d – расстояние между пластинами конденсатора, ε – диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами.



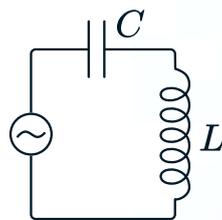
Какие два конденсатора следует использовать для проведения такого исследования?

Ответ: _____ .

Вторая часть

Задача 21 К колебательному контуру подсоединили источник тока, на клеммах которого напряжение гармонически меняется с циклической частотой $\omega_{и} = 2 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$ (см. рисунок). Ёмкость C конденсатора колебательного контура можно плавно менять в пределах от 2,5 нФ до 1 мкФ, а индуктивность его катушки $L = 0,04 \text{ Гн}$.

Ученик постепенно уменьшал ёмкость конденсатора от максимального значения до минимального и обнаружил, что амплитуда силы тока в контуре сперва возрастала, достигала некоего максимального значения и затем уменьшалась. Какое явление наблюдал ученик? Опираясь на свои знания по электродинамике, объясните наблюдения ученика.



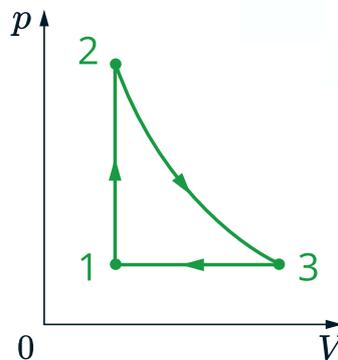
Задача 22

Два груза, связанных нерастяжимой и невесомой нитью, движутся по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы \vec{F} , приложенной к грузу массой $M_1 = 2$ кг (см. рисунок). Максимальная сила F , при которой нить ещё не обрывается, равна 18 Н. Известно, что нить может выдержать нагрузку не более 10 Н. Чему равна масса второго груза?

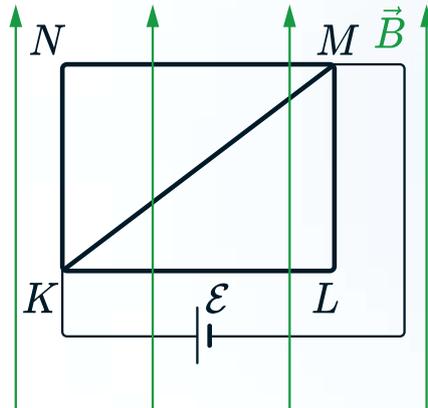


Задача 23 В стакан калориметра, содержащего 450 г воды, опустили кусок льда при температуре 0°C . Начальная температура калориметра с водой 45°C . Когда наступило тепловое равновесие, температура калориметра с водой стала равной 5°C . Определите массу куска льда. Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

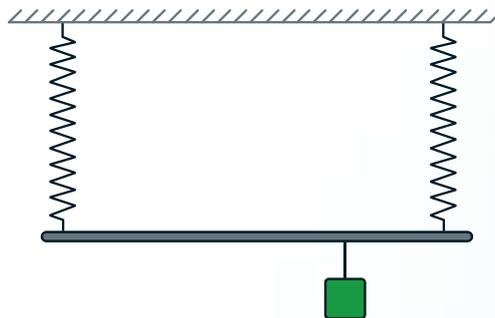
Задача 24 1 моль одноатомного идеального газа совершает цикл $1-2-3-1$, состоящий из изохоры ($1-2$), адиабаты ($2-3$) и изобары ($3-1$) (см. рисунок). Абсолютные температуры газа в состояниях 1, 2 и 3 равны 400 К, 600 К и 510 К соответственно. Определите коэффициент полезного действия цикла.



Задача 25 Из медной проволоки с удельным сопротивлением $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м и площадью поперечного сечения $S = 0,2$ мм² изготовлен прямоугольный контур KLMN с диагональю KM (см. рисунок). Стороны прямоугольника $KL = l_1 = 20$ см и $LM = l_2 = 15$ см. Контур подключили за диагональ к источнику постоянного напряжения с ЭДС $\xi = 1,4$ В и поместили в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,1$ Тл, параллельной сторонам KN и LM . С какой результирующей силой магнитное поле действует на контур? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на контур. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



Задача 26 К двум вертикально расположенным пружинам одинаковой длины подвесили однородный стержень длиной $L = 30$ см. Если к этому стержню подвесить груз массой $m = 3$ кг на расстоянии $d = 5$ см от правой пружины, то стержень будет расположен горизонтально, и растяжения обеих пружин будут одинаковы (см. рисунок). Жёсткость левой пружины в 2 раза меньше, чем правой. Чему равна масса стержня M ? Сделайте рисунок с указанием используемых в решении сил. Какие законы Вы используете для решения задачи? Обоснуйте их применение.



Вариант №9 — Тренировочный вариант от ФИПИ (Слив ЕГЭ)

Разбор



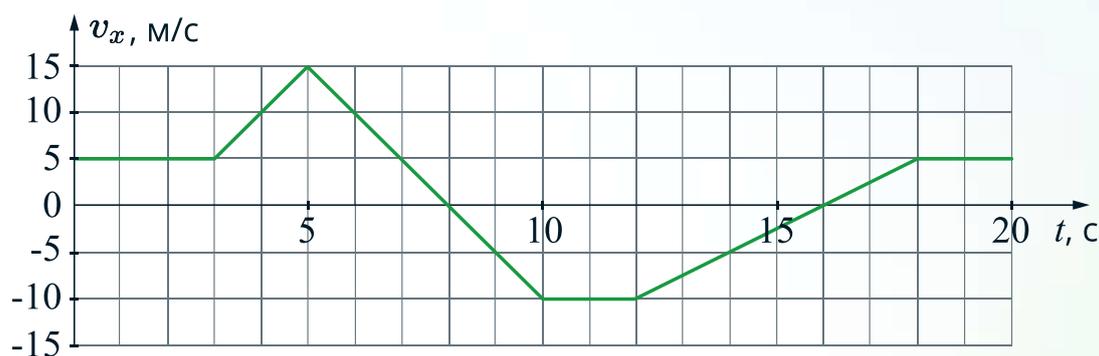
Кликай на QR!

Телеграм АВ



Первая часть

Задача 1 На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени t .



Определите путь тела за первые 5 секунд движения.

Ответ: _____ м.

Задача 2 Два маленьких шарика массой m каждый находятся на расстоянии r друг от друга и притягиваются друг к другу с силой 32 нН. Каков модуль сил гравитационного притяжения друг к другу двух других шариков, если масса каждого из них равна $\frac{m}{2}$, а расстояние между ними равно $2r$?

Ответ: _____ нН.

Задача 3 Тело массой 1 кг, брошенное вертикально вверх, достигло максимальной высоты 20 м. Какой кинетической энергией обладало тело сразу после броска? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

Задача 4 Человек услышал звук грома через 8 с после вспышки молнии. Считая, что скорость звука в воздухе равна 340 м/с, определите, на каком расстоянии от человека ударила молния.

Ответ: _____ м.

Задача 5 Автомобиль массой 2 т проезжает верхнюю точку выпуклого моста, двигаясь с постоянной по модулю скоростью 36 км/ч. Радиус кривизны моста равен 40 м. Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, характеризующих движение автомобиля по мосту.

1. Равнодействующая сил, действующих на автомобиль в верхней точке моста, сонаправлена с его скоростью.
2. Сила, с которой мост действует на автомобиль в верхней точке моста, меньше 20 000 Н и направлена вертикально вниз.
3. В верхней точке моста автомобиль действует на мост с силой, равной 15 000 Н.
4. Центробежное ускорение автомобиля в верхней точке моста равно $2,5 \text{ м/с}^2$.
5. Ускорение автомобиля в верхней точке моста направлено противоположно его скорости.

Ответ: _____ .

Задача 6 В школьном опыте брусок, помещённый на горизонтальный диск, вращается вместе с ним с некоторой угловой скоростью. В ходе опыта угловую скорость диска увеличили. При этом положение бруска на диске осталось прежним. Как изменились при этом центробежное ускорение бруска и сила нормального давления бруска на опору? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

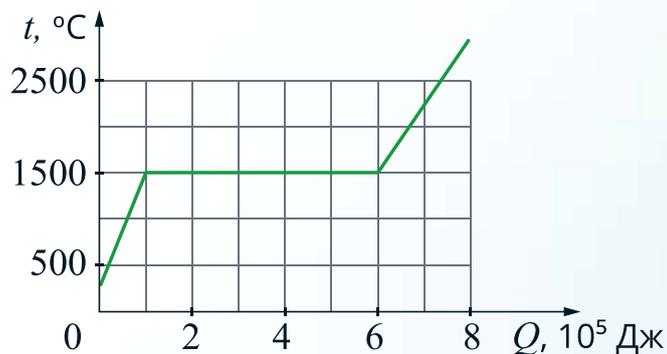
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Центробежное ускорение бруска	Сила нормального давления бруска на опору

Задача 7 В сосуде содержится разреженный гелий под давлением 300 кПа. Концентрацию гелия увеличили в 2 раза, а среднюю кинетическую энергию поступательного теплового движения его молекул уменьшили в 3 раза. Определите установившееся давление газа.

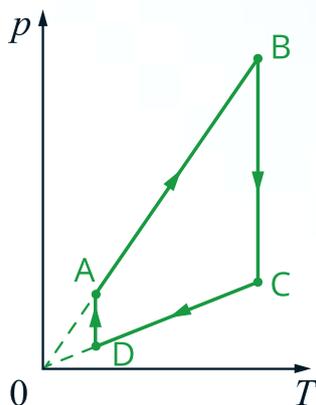
Ответ: _____ кПа.

Задача 8 Брусок из неизвестного металла массой 2 кг поместили в печь и стали его нагревать. На рисунке приведён график зависимости температуры металла t от переданного ему количества теплоты Q . Чему равна удельная теплота плавления металла?



Ответ: _____ кДж/кг.

Задача 9 На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах $p - T$, где p – давление газа, T – абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.



Из приведённого ниже списка выберите **все** правильные утверждения, характеризующие процессы на графике.

1. Газ за цикл совершает отрицательную работу.
2. В процессе AB газ получает положительное количество теплоты.
3. В процессе BC внутренняя энергия газа остаётся неизменной.
4. В процессе CD над газом совершают работу внешние силы.
5. В процессе DA газ изотермически расширяется.

Ответ: _____ .

Задача 10 При исследовании изопроцессов использовался закрытый сосуд переменного объёма, заполненный разреженным криптоном и соединённый с манометром. Объём сосуда медленно уменьшают, сохраняя температуру криптона в нём неизменной. Как изменяются при этом давление криптона в сосуде и его внутренняя энергия? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличится
2. уменьшится
3. не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

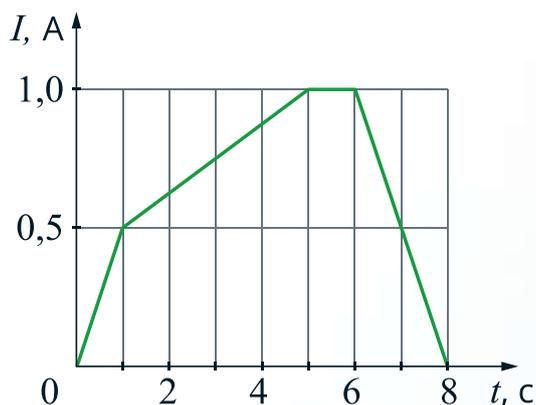
Давление криптона в сосуде	Внутренняя энергия криптона в сосуде

Задача 11

Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами увеличили в 2 раза, при этом один из зарядов увеличили в 6 раз. Во сколько раз увеличился модуль сил электростатического взаимодействия между зарядами?

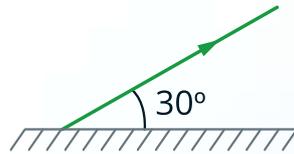
Ответ: в _____ раз(-а).

Задача 12 На рисунке приведён график зависимости силы тока I в катушке от времени t . Индуктивность катушки равна 0,8 Гн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в промежутке времени от 1 до 5 с.



Ответ: _____ В.

Задача 13 Угол между зеркалом и отражённым от него лучом равен 30° (см. рисунок). Определите угол падения.



Ответ: _____ градуса(-ов).

Задача 14 В колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд в зависимости от времени.

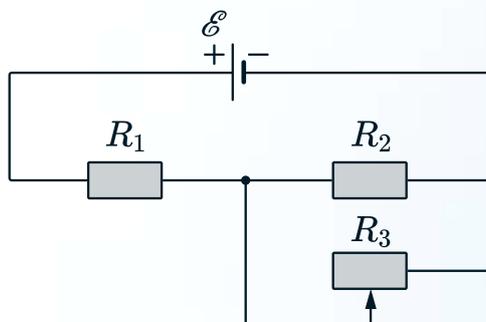
$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9} \text{ Кл}$	2	1,41	0	-1,41	-2	-1,41	0	1,41	2	1,41

Выберите **все** верные утверждения о данной ситуации и укажите их номера.

1. В момент $t = 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ модуль силы тока в контуре максимален.
2. Амплитуда колебаний заряда обкладки равна $4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$.
3. Период колебаний равен $16 \cdot 10^{-6} \text{ с}$.
4. В момент $t = 4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ сила тока в контуре равна 0.
5. В момент $t = 6 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ энергия конденсатора максимальна.

Ответ: _____ .

Задача 15 На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник тока с ЭДС \mathcal{E} , два резистора и реостат. Сопротивления резисторов R_1 и R_2 одинаковы и равны R . Сопротивление реостата R_3 можно менять. Как изменятся напряжение на резисторе R_2 и суммарная тепловая мощность, выделяемая во внешней цепи, если уменьшить сопротивление реостата от R до 0? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Напряжение на резисторе R_2	Суммарная тепловая мощность, выделяемая во внешней цепи

Задача 16 На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	Li 3 литий 7 ₉₃ 6 ₇	Be 4 бериллий 9 ₁₀₀	5 B бор 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na 11 натрий 23 ₁₀₀	Mg 12 магний 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	13 Al алюминий 27 ₁₀₀
4	IV	K 19 калий 39 ₉₃ 41 _{6,7}	Ca 20 кальций 40 ₉₇ 44 _{2,1}	Sc 21 скандий 45 ₁₀₀
	V	29 Cu медь 63 ₆₉ 65 ₃₁	30 Zn цинк 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31 Ga галлий 69 ₆₀ 71 ₄₀

Укажите число протонов в ядре стабильного изотопа бериллия.

Ответ: _____ .

Задача 17 При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только фиолетовый свет, а во второй – пропускающий только красный свет. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта.

Как изменились длина волны света, падающего на фотоэлемент, и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Длина волны света, падающего на фотоэлемент	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

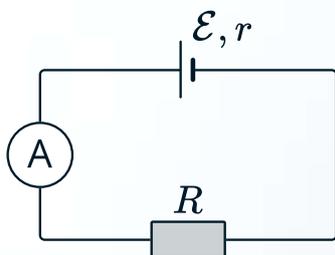
1. Работа силы тяжести по перемещению тела между двумя заданными точками зависит от соединяющей их траектории.
2. В ходе процесса кипения жидкости её температура не меняется, а внутренняя энергия системы «жидкость и её пар» уменьшается.
3. Модуль сил взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел в вакууме прямо пропорционален модулю каждого из зарядов.
4. Энергия магнитного поля катушки индуктивностью L увеличивается прямо пропорционально увеличению силы тока в катушке.
5. Атом излучает свет при переходе из стационарного состояния с большей энергией в стационарное состояние с меньшей энергией.

Ответ: _____.

Задача 19 Чтобы узнать диаметр медной проволоки, ученик намотал её виток к витку на карандаш и измерил длину намотки из 20 витков. Длина оказалась равной (15 ± 1) мм. Запишите в ответ диаметр проволоки с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) мм.

Задача 20 Ученик изучает законы постоянного тока. В его распоряжении имеется пять аналогичных электрических цепей (см. рисунок) с различными источниками и внешними сопротивлениями, характеристики которых указаны в таблице. Какие две цепи необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость силы тока, протекающего в цепи, от внутреннего сопротивления источника?



№ цепи	ЭДС источника E , В	Внутреннее сопротивление источника r , Ом	Внешнее сопротивление R , Ом
1	12	2	10
2	14	4	14
3	16	3	10
4	24	2	12
5	24	4	12

Ответ: _____ .

Вторая часть

Задача 21 На рис. 1 приведена зависимость концентрации n идеального одноатомного газа от его давления p в процессе 1-2-3. Количество вещества газа постоянно. Постройте график этого процесса в координатах $p - V$ (V - объём газа). Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на рис. 2. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики.

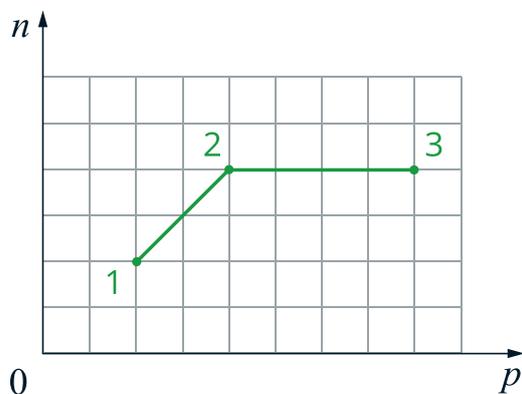


Рис. 1

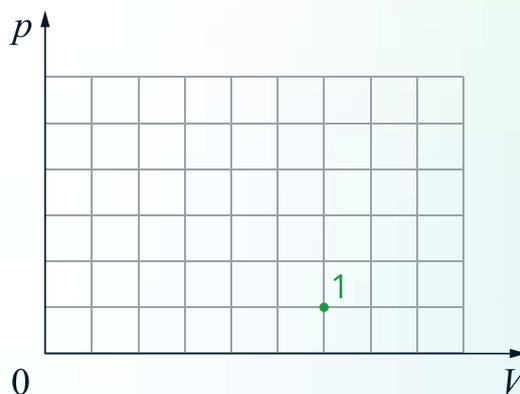
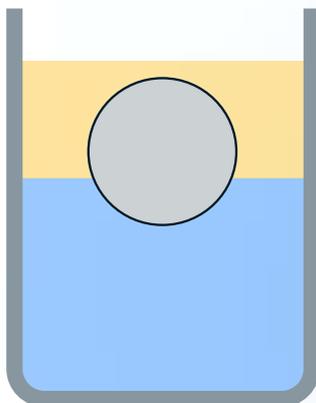


Рис. 2

Задача 22

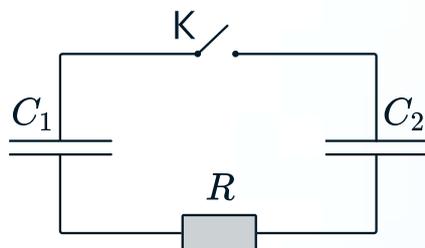
В стакан налита вода, а поверх неё – керосин. Однородный шар плавает, погружённый в обе жидкости. При этом четверть объёма шара находится в воде. Найдите плотность материала шара.



Задача 23 Тонкая линза, оптическая сила которой равна 4 дптр, даёт действительное, увеличенное в 5 раз изображение предмета. На каком расстоянии от линзы находится предмет? Постройте изображение предмета в линзе.

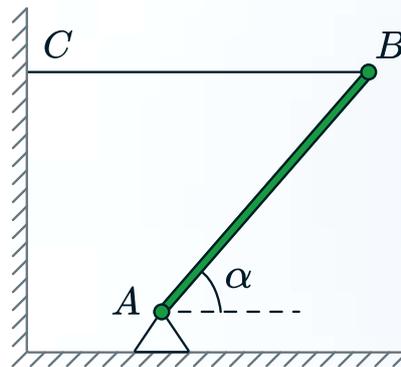
Задача 24 В комнате при 20°C относительная влажность воздуха составляет 40%. При умеренной физической нагрузке через лёгкие человека проходит 15 л воздуха за 1 мин. Выдыхаемый воздух имеет температуру 34°C и относительную влажность 100%. Давление насыщенного водяного пара при 20°C равно 2,34 кПа, а при 34°C – 5,32 кПа. Какую массу воды теряет тело человека за 1 ч за счёт дыхания? Считать, что объём выдыхаемого воздуха равен объёму, который проходит через лёгкие человека. Влажность воздуха в комнате считать неизменной.

Задача 25 Конденсатор $C_1 = 1$ мкФ заряжен до напряжения $U = 300$ В и включён в последовательную цепь из резистора $R = 300$ Ом, незаряженного конденсатора $C_2 = 2$ мкФ и разомкнутого ключа К (см. рисунок). Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа, пока ток в цепи не прекратится?



Задача 26 Тонкий однородный стержень шарнирно закреплён и удерживается горизонтальной нитью (см. рис.). Трение в шарнире пренебрежимо мало. Масса стержня $m = 1$ кг, угол его наклона к горизонту $\alpha = 45^\circ$. Найдите модуль силы \vec{F} , действующей на стержень со стороны шарнира. Сделайте рисунок, на котором укажите все силы, действующие на стержень.

Какие законы Вы используете для решения задачи? Обоснуйте их применение.



Вариант №10

Разбор



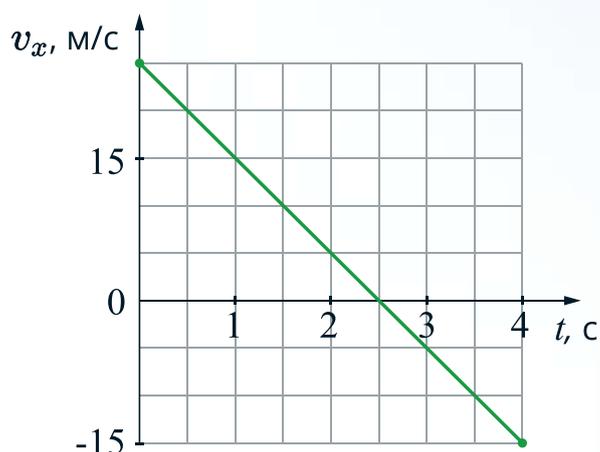
Кликай на QR!

Telegram AB



Первая часть

Задача 1 На графике приведена зависимость проекции скорости тела от времени при прямолинейном движении по оси x . Определите модуль ускорения тела.



Ответ: _____ м/с^2 .

Задача 2 Стальные санки массой 15 кг скользят по горизонтальной дороге. Определите силу трения, действующую на санки, если коэффициент трения скольжения стали по льду равен 0,04.

Ответ: _____ Н.

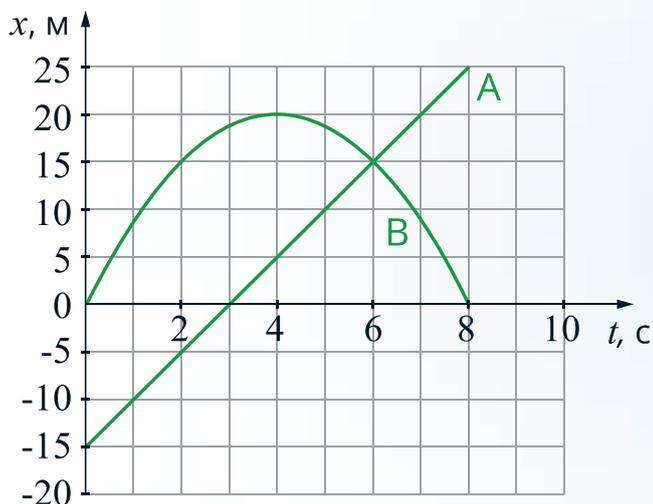
Задача 3 Шарик массой 200 г падает с высоты 3 м. Начальная скорость шарика равна нулю. Его кинетическая энергия при падении на землю равна 4,8 Дж. Какова потеря энергии за счёт сопротивления воздуха?

Ответ: _____ Дж.

Задача 4 Шар плотностью 3 г/см^3 и объёмом 250 см^3 целиком опущен в керосин. Определите архимедову силу, действующую на шар.

Ответ: в _____ Н.

Задача 5 На рисунке изображены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В. Они движутся только по одной прямой, вдоль которой направлена ось Ox .



Соппротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия маятника отсчитывается от положения равновесия.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения о характере движения тел.

1. Тело А движется равномерно.
2. Тела встретились в момент времени $t = 6$ с.
3. За все время тело В переместилось на 40 м.
4. В момент времени $t = 4$ с ускорение тела В поменяло направление.
5. В момент времени $t = 4$ с скорость тела В равна 2 м/с.

Ответ: _____ .

Задача 6 На поверхности воды плавает прямоугольный брусок из древесины плотностью 600 кг/м^3 . Брусок заменили на другой брусок той же массы и с той же площадью основания, но из древесины плотностью 400 кг/м^3 . Как при этом изменились глубина погружения бруска и действующая на него сила Архимеда?

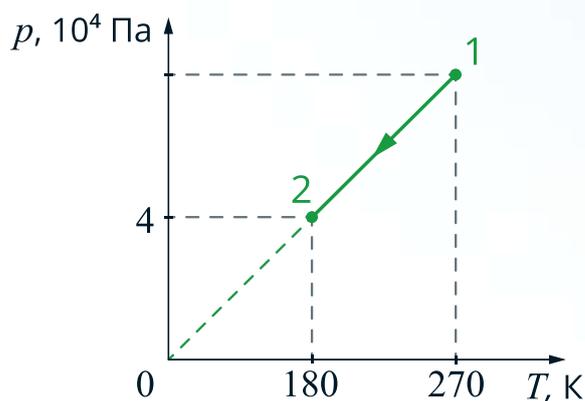
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличилась;
2. уменьшилась;
3. не изменилась.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Глубина погружения бруска	Сила Архимеда

Задача 7 На рисунке изображён график изменения состояния идеального газа в количестве 9 моль. Какое давление соответствует состоянию 1?

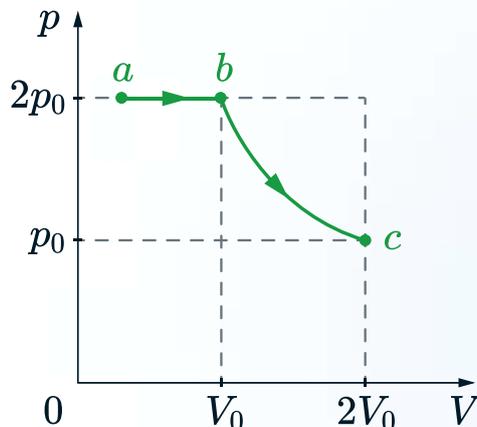


Ответ: _____ кПа.

Задача 8 Газ получил количество теплоты, равное 300 Дж, при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Масса газа не менялась. Какую работу совершил газ в этом процессе?

Ответ: _____ Дж.

Задача 9 В цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится водяной пар и капля воды. С паром в сосуде при постоянной температуре провели процесс $a \rightarrow b \rightarrow c$, pV -диаграмма которого представлена на рисунке. Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения относительно проведённого процесса.

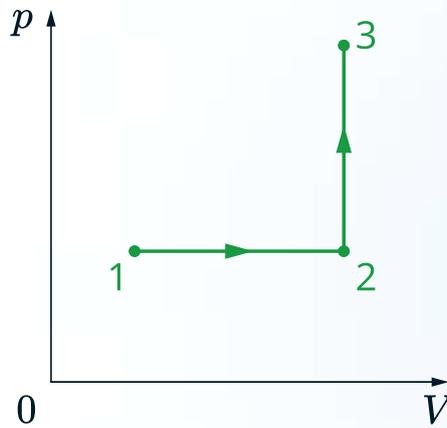


Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения по поводу этой ситуации.

1. На участке $b \rightarrow c$ масса пара уменьшается.
2. На участке $a \rightarrow b$ к веществу в сосуде подводится положительное количество теплоты.
3. В точке c водяной пар является насыщенным.
4. На участке $a \rightarrow b$ внутренняя энергия капли уменьшается.
5. На участке $b \rightarrow c$ внутренняя энергия пара уменьшается.

Ответ: _____ .

Задача 10 Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1-2-3, график которого изображён на рисунке в координатах p - V , где p – давление газа, V – объём газа. Как изменяются абсолютная температура газа T в ходе процесса 2-3 и концентрация молекул газа n в ходе процесса 2-3? Масса газа остаётся постоянной.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличится;
2. уменьшится;
3. не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Абсолютная температура газа в ходе процесса 2-3	Концентрация молекул газа в ходе процесса 2-3

Задача 11 Два одинаковых металлических шарика заряжены положительными зарядами q и $4q$. Центры шариков находятся на некотором расстоянии друг от друга. Шары привели в соприкосновение. Во сколько раз необходимо увеличить расстояние между их центрами, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

Ответ: в _____ раз(-а).

Задача 12 При скорости v_1 поступательного движения прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле на концах проводника возникает разность потенциалов U . При движении этого проводника в том же направлении в той же плоскости со скоростью v_2 разность потенциалов на концах проводника уменьшилась в 4 раза. Чему равно отношение $\frac{v_2}{v_1}$?

Ответ: _____ .

Задача 13 На шахматной доске на расстоянии пяти клеток от вертикального плоского зеркала стоит ладья. На сколько увеличится расстояние в клетках между ладьёй и её изображением, если её на три клетки отодвинуть от зеркала?

Ответ: на _____ клетка (клетки, клеток).

Задача 14 На длинный цилиндрический картонный каркас намотали много витков медной изолированной проволоки, после чего концы этой проволоки замкнули накоротко. К торцу получившейся катушки подносят постоянный магнит, приближая его южный полюс к катушке. Что будет происходить в результате этого?

Выберите все верные утверждения.

1. На катушку будет действовать сила, отталкивающая её от магнита.
2. На катушку будет действовать сила, притягивающая её к магниту.
3. На катушку не будет действовать сила со стороны магнита.
4. Магнитный поток через сечение катушки будет изменяться.
5. В катушке будет выделяться теплота, согласно закону Джоуля–Ленца.

Ответ: _____ .

Задача 15 Неразветвлённая электрическая цепь состоит из источника постоянного напряжения и резистора. Как изменятся при увеличении внутреннего сопротивления источника сила тока в цепи и напряжение на резисторе?

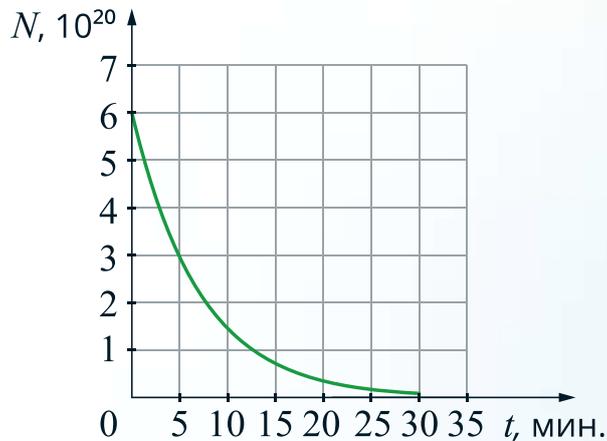
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в цепи	Напряжение на резисторе

Задача 16 Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер иридия ${}_{77}^{181}\text{Ir}$ от времени. За какое время распадётся примерно 75% ядер иридия?



Ответ: _____ мин.

Задача 17 Монохроматический свет с энергией фотонов $E_{\text{ф}}$ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Напряжение, при котором фототок прекращается, равно $U_{\text{зап}}$. Как изменятся длина волны λ падающего света и модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$, если энергия падающих фотонов $E_{\text{ф}}$ уменьшится?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны λ падающего света	Модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. При соскальзывании шайбы по гладкой наклонной плоскости её импульс остаётся неизменным.
2. При кристаллизации вещества некоторое количество теплоты отдаётся в окружающую среду.
3. При соединении двух разноимённо заряженных металлических шаров проволокой перераспределение зарядов будет происходить до полного выравнивания потенциалов шаров.
4. Электромагнитные волны ультрафиолетового диапазона имеют большую длину волны, чем инфракрасное излучение.
5. В нейтральном атоме суммарное число электронов равно суммарному числу протонов в ядре этого атома.

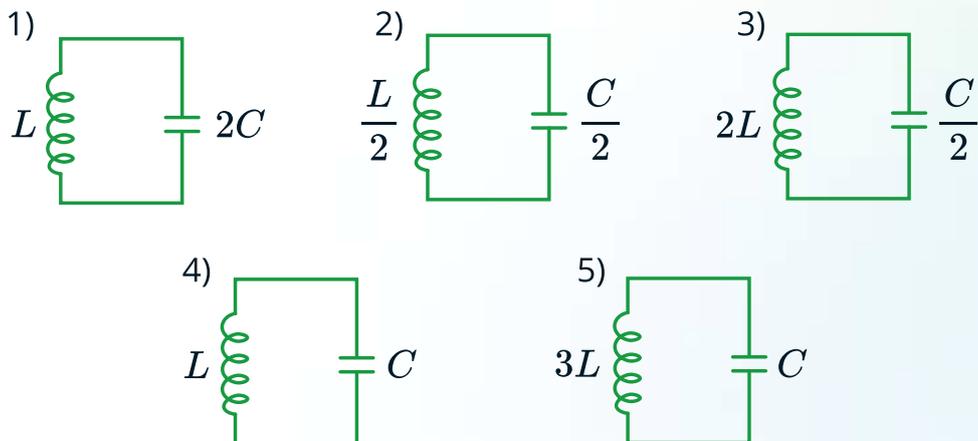
Ответ: _____ .

Задача 19 Определите напряжение на лампочке (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра.



Ответ: (_____ \pm _____) В.

Задача 20 Школьнику нужно обнаружить зависимость периода свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре от ёмкости конденсатора.

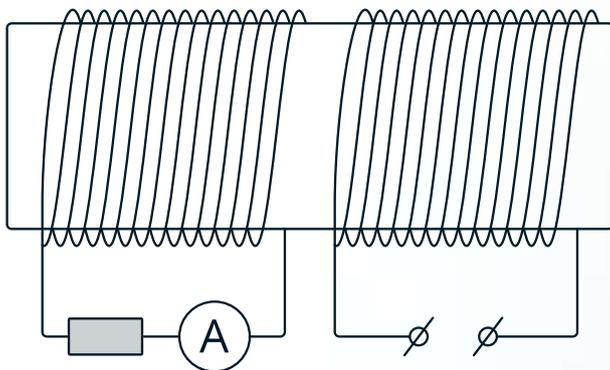


Какие два колебательных контура он должен выбрать для проведения такого исследования?

Ответ: _____ .

Вторая часть

Задача 21 На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают постоянный ток. Каковы в этом случае показания амперметра, подключенного к левой катушке? Как изменится показание амперметра, если в течение некоторого времени постепенно увеличивать напряжение на концах правой катушки? Ответ поясните, указав какие физические законы и явления вы использовали для объяснения.



Задача 22 Тело из алюминия, внутри которого имеется воздушная полость, плавает в воде, погрузившись в воду на 0,54 своего объёма. Объём тела (включая полость) равен 0,04 м³. Найдите объём воздушной полости.

Задача 23 Кусок льда при температуре -20°C внесли в тёплое помещение, температура воздуха в котором составляет 25°C . Сколько времени лёд будет плавиться, если известно, что процесс нагревания льда до температуры плавления длился 5 мин.? Мощность передачи тепла считать неизменной.

Задача 24 В камере, заполненной азотом, при температуре $T_0 = 300\text{ K}$ находится открытый цилиндрический сосуд (см. рис. 1). Высота сосуда $L = 50\text{ см}$. Сосуд плотно закрывают цилиндрической пробкой и охлаждают до температуры T_1 . В результате расстояние от дна сосуда до низа пробки становится равным $h = 40\text{ см}$ (см. рис. 2). Затем сосуд нагревают до первоначальной температуры T_0 . Расстояние от дна сосуда до низа пробки при этой температуре становится равным $H = 46\text{ см}$ (см. рис. 3). Чему равно T_1 ? Величину силы трения между пробкой и стенками сосуда считать одинаковой при движении пробки вниз и вверх. Массой пробки пренебречь. Давление азота в камере во время эксперимента поддерживается постоянным.

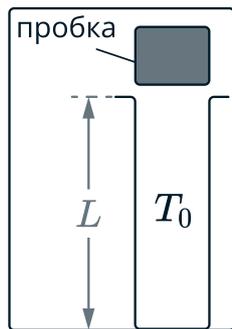


Рис. 1

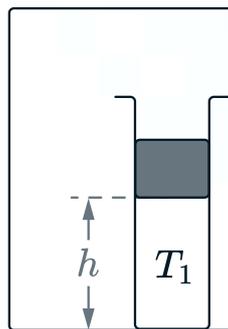


Рис. 2

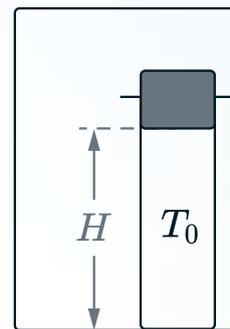
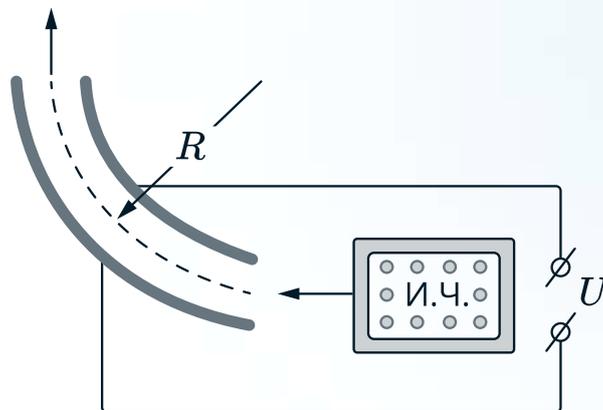


Рис. 3

Задача 25 На рисунке показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц для последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиуса $R \approx 50$ см. Предположим, что в промежуток между обкладками конденсатора из источника заряженных частиц (и.ч.) влетает электрон, как показано на рисунке. Напряженность электрического поля в конденсаторе по модулю равна 500 В/м. При каком значении скорости электрон пролетит сквозь конденсатор, не коснувшись его пластин? Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало, напряженность электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь. Система находится в вакууме.



Задача 26 Пушка, закрепленная на высоте 5 м, стреляет в горизонтальном направлении снарядами массы 10 кг. Вследствие отдачи ее ствол сжимает на 1 м пружину жесткости $6 \cdot 10^3$ Н/м, производящую перезарядку пушки. Считая, что относительная доля $\eta = 1/6$ энергии отдачи идет на сжатие пружины, найдите массу ствола, если дальность полета снаряда составила 600 м. Сопротивлением воздуха пренебречь. Какие законы Вы используете для решения задачи? Обоснуйте их применение.

Вариант №11

Разбор



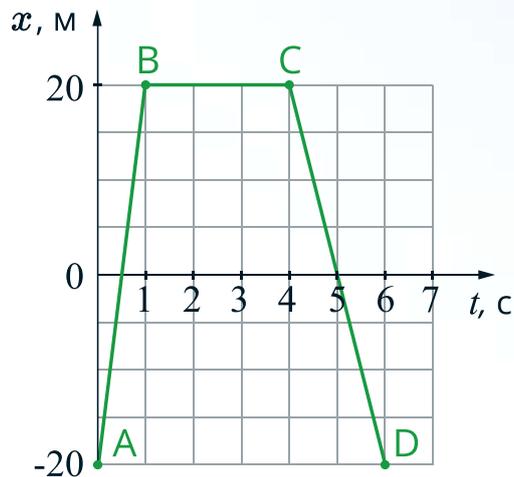
Кликай на QR!

Телеграм АВ



Первая часть

Задача 1 На рисунке представлен график зависимости координаты x от времени t для тела, движущегося вдоль оси Ox .



Чему равен путь тела за 6 с от начала движения?

Ответ: _____ м.

Задача 2 Груз подвесили на упругую пружину жёсткостью 50 Н/м. При этом пружина растянулась на 4 см. Чему равна масса подвешенного груза?

Ответ: _____ кг.

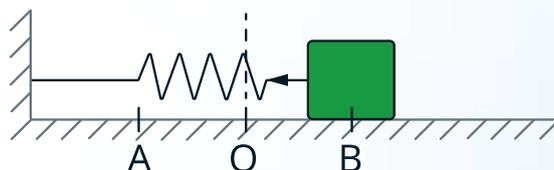
Задача 3 Движущийся шар массой 3 кг соударяется с неподвижным шаром массой 2 кг. Определите первоначальную скорость шара, если после соударения шары стали двигаться как единое целое со скоростью 6 м/с.

Ответ: _____ м/с.

Задача 4 Голосовые связки певца, поющего тенором (высоким мужским голосом), колеблются с частотой от 165 до 660 Гц. Определите минимальную длину излучаемой звуковой волны в воздухе. Скорость звука в воздухе 330 м/с.

Ответ: _____ м.

Задача 5 Пружинный маятник совершает незатухающие колебания между точками A и B . Точка O соответствует положению равновесия маятника.

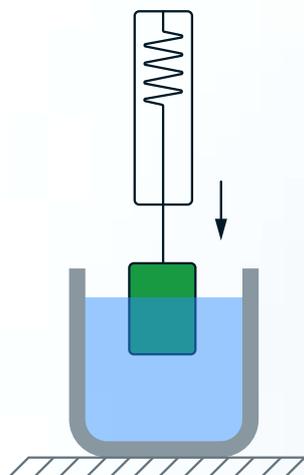


Из предложенного перечня утверждений выберите **все** правильные варианты. Запишите в ответе их номера.

1. За время, равное периоду колебаний, маятник проходит расстояние, равное AB .
2. При перемещении груза из положения B в положение O потенциальная энергия маятника увеличивается, а его кинетическая энергия уменьшается.
3. В точке O кинетическая энергия маятника максимальна.
4. Расстояние AB соответствует удвоенной амплитуде колебаний.
5. В точке A полная механическая энергия маятника принимает минимальное значение.

Ответ: _____ .

Задача 6 Груз, подвешенный к динамометру, с постоянной скоростью опускают в стакан с водой до полного погружения груза (см. рисунок). Как в процессе погружения изменяются сила тяжести и сила упругости, действующие на груз?



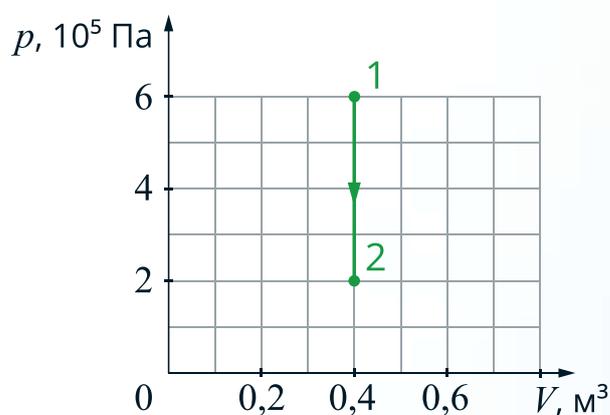
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличилась;
2. уменьшилась;
3. изменилась.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тяжести	Сила упругости

Задача 7 Абсолютная температура воздуха в сосуде понизилась в 1,5 раза, при этом воздух перешел из состояния 1 в состояние 2 (см. рис.). Сквозь неплотно закрытый кран сосуда мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение - числа молекул $\frac{N_2}{N_1}$ газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом.

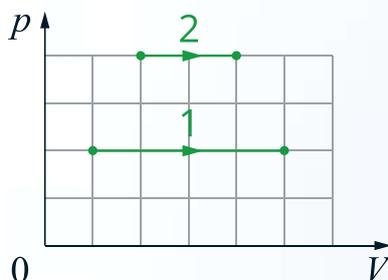


Ответ: _____ .

Задача 8 Температура чугуновой детали снизилась с 120°C до 40°C . Масса детали равна 200 г. Какое количество теплоты отдала деталь при остывании?

Ответ: _____ Дж.

Задача 9 На рисунке показаны два процесса, проведённых с одним и тем же количеством газообразного неона (p – давление неона; V – его объём).

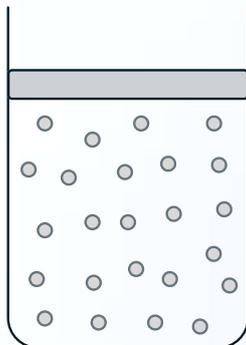


Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процессы на рисунке.

1. В процессе 2 абсолютная температура неона изобарно увеличилась в 2 раза.
2. В процессе 1 плотность неона увеличилась в 5 раз.
3. В процессе 1 неон изобарно увеличил свой объём в 5 раз.
4. В процессе 2 концентрация молекул неона увеличилась в 2 раза.
5. Работа, совершенная неоном в процессе 1, больше, чем в процессе 2.

Ответ: _____ .

Задача 10 В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень не закреплён и может перемещаться в сосуде без трения (см. рисунок). В сосуд закачивается ещё такое же количество газа при неизменной температуре. Как изменится в результате этого давление газа и концентрация его молекул?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличится;
2. уменьшится;
3. не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Концентрация молекул

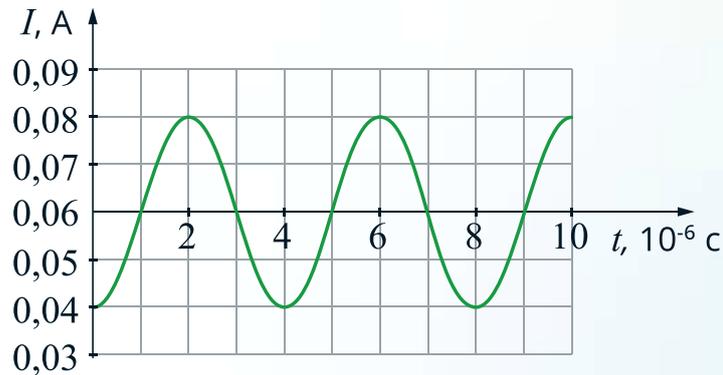
Задача 11 Плавкий предохранитель розетки бортовой электросети грузовика с напряжением 24 В снабжён надписью: «30 А». Какова максимальная суммарная мощность электрических приборов, которые можно одновременно включить в эту розетку, чтобы предохранитель не расплавился?

Ответ: _____ Вт.

Задача 12 Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией 0,02 Тл по окружности, имея импульс $6,4 \cdot 10^{-23}$ кг · м/с. Найдите радиус этой окружности. Заряд электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

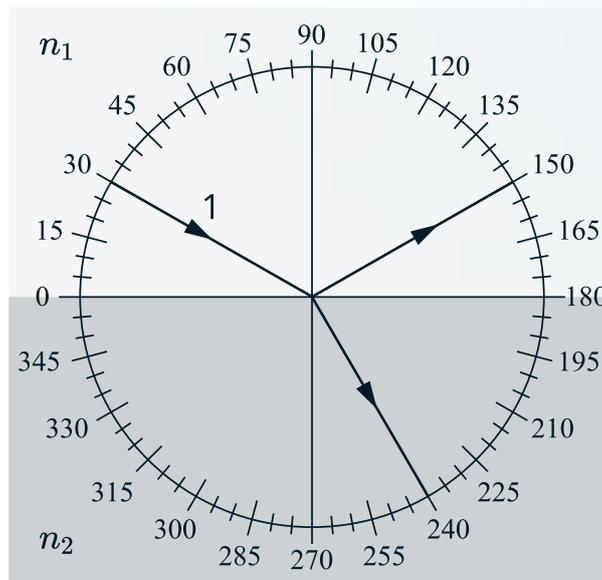
Ответ: _____ см.

Задача 13 По графику колебаний силы тока в колебательном контуре с антенной определите, на какую длину волны настроен контур.



Ответ: _____ м.

Задача 14 На рисунке изображён ход светового луча 1, падающего из среды с показателем преломления n_1 на плоскую поверхность среды с показателем преломления n_2 . На рисунке также показаны отражённый и преломлённый лучи.



Выберите из предложенного перечня **все** верные утверждения относительно этой ситуации, и укажите их номера.

1. Угол падения луча на границу раздела сред равен 60° .
2. Угол отражения луча равен 120° .
3. Угол преломления луча равен 30° .
4. Показатель преломления среды 1 больше показателя преломления среды 2.
5. Скорость распространения света в среде 1 больше скорости распространения света в среде 2.

Ответ: _____ .

Задача 15 Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле. Как изменится сила Лоренца, действующая на электрон, и период его обращения, если увеличить его кинетическую энергию?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

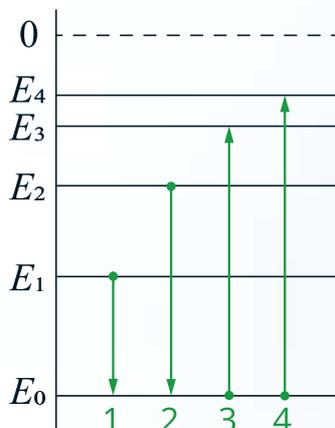
Сила Лоренца	Период обращения

Задача 16 Укажите число протонов и число нейтронов, которое содержится в ядре нептуния ${}_{93}^{237}\text{Np}$.

Число протонов	Число нейтронов

Ответ: _____ .

Задача 17 На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наибольшей энергии, а какой – с излучением света с наименьшей длиной волны?



Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

А) поглощение света наибольшей энергии

Б) излучение света с наименьшей длиной волны

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

Ответ:

А	Б

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. При любом равномерном движении тело за каждую секунду совершает одинаковые перемещения
2. Скорость диффузии жидкостей повышается с повышением температуры.
3. Общее сопротивление системы параллельно соединённых резисторов равно сумме сопротивлений всех резисторов.
4. Электромагнитные волны ультрафиолетового диапазона имеют большую длину волны, чем радиоволны.
5. Атомы изотопов одного элемента различаются числом нейтронов в ядре и занимают одну и ту же клеточку в Периодической таблице Д. И. Менделеева.

Ответ: _____ .

Задача 19 Чему равна сила тока (в амперах) в лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока амперметром на пределе измерения 3 А равна $\Delta I_1 = 0,15$ А, а на пределе измерения 0,6 А равна $\Delta I_2 = 0,03$ А?



Ответ: (_____ \pm _____) А.

Задача 20 Для лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления проводника от материала, из которого изготовлен проводник, ученику выдали пять проводников, характеристики которых указаны в таблице.

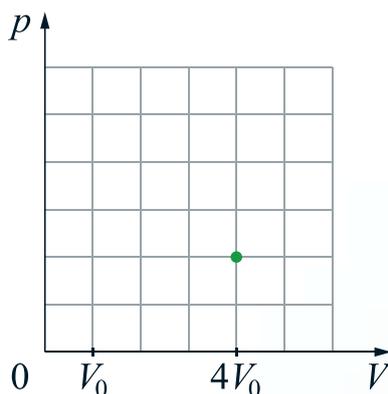
Какие два из предложенных ниже проводников необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	200	1,0	алюминий
2	100	0,5	сталь
3	100	1,0	медь
4	200	0,5	алюминий
5	200	1,0	медь

Ответ: _____ .

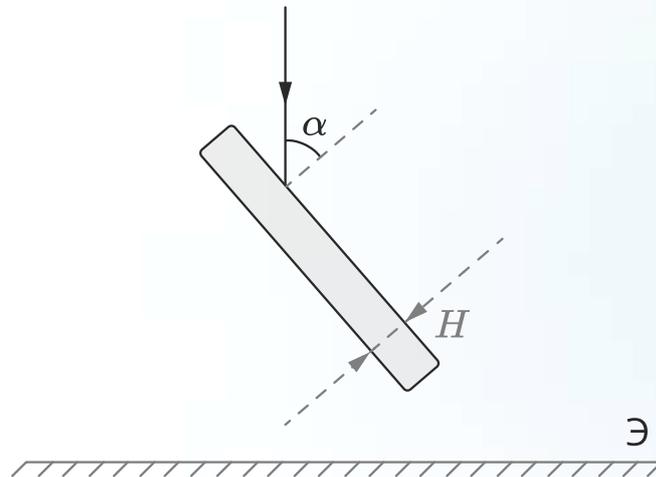
Вторая часть

Задача 21 В стеклянном цилиндре под поршнем при комнатной температуре находятся только водяной пар. Первоначальное состояние системы показано точкой на pV -диаграмме. Медленно перемещая поршень, уменьшают объём при постоянной температуре от $4V_0$ до V_0 . Когда объём достигает значения $2V_0$, на внутренней стороне стенок цилиндра выпадает роса. Постройте график зависимости давления p в цилиндре от объёма V на отрезке от V_0 до $4V_0$. Укажите, какими закономерностями Вы при этом воспользовались.

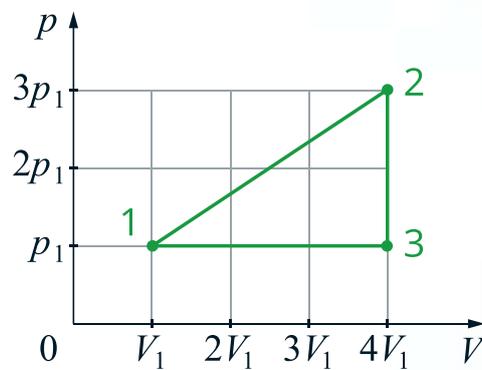


Задача 22 Конькобежец массой 60 кг, стоя на коньках на льду, бросает вперёд в горизонтальном направлении предмет массой 1 кг и откатывается назад на 40 см. Коэффициент трения коньков о лёд равен 0,02. Найдите скорость, с которой был брошен предмет.

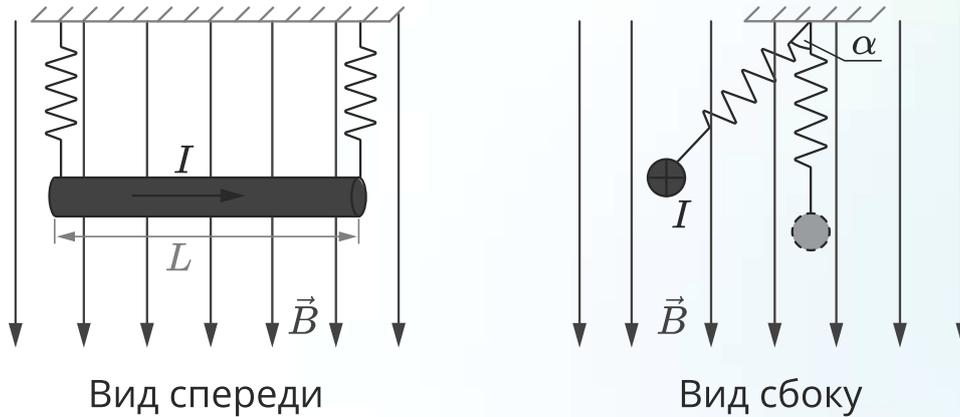
Задача 23 Луч света падает на плоскопараллельную пластинку толщиной $H = 1$ см из стекла с показателем преломления $n = 1,73$ (см. рисунок). Из-за многократных отражений от граней пластинки на экране Э образуется ряд светлых пятен. Найдите расстояние между пятнами, если угол падения $\alpha = 60^\circ$, а падающий луч перпендикулярен плоскости экрана. Плоскость падения луча совпадает с плоскостью рисунка.



Задача 24 Цикл теплового двигателя ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$), рабочим телом которого является идеальный одноатомный газ, изображён на рисунке (p – давление газа; V – его объём). Определите КПД η этого двигателя.

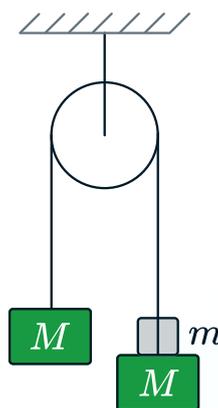


Задача 25 По прямому горизонтальному проводнику длиной 1 м с площадью поперечного сечения $1,25 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$, подвешенному с помощью двух одинаковых невесомых пружинок жёсткостью 100 Н/м, течёт ток $I = 10 \text{ А}$ (см. рис.).



Какой угол α составляют оси пружинок с вертикалью после включения вертикального магнитного поля с индукцией $B = 0,1 \text{ Тл}$, если абсолютное удлинение каждой из пружинок при этом составляет $7,07 \cdot 10^{-3} \text{ м}$? (Плотность материала проводника $8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$).

Задача 26 Два одинаковых бруска массой $M = 600 \text{ г}$ связаны между собой невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый гладкий блок, неподвижно закреплённый на потолке (см. рисунок). На один из блоков кладут груз массой m , и система приходит в движение. Определите массу груза m , если он будет давить на брусок силой $F = 2 \text{ Н}$. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на бруски и груз. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



Вариант №12 — ЕГКР (Мск пробник 27.03.2025)

Разбор



Кликай на QR!

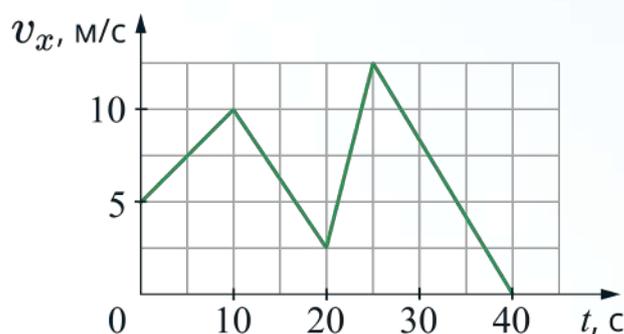
Телеграм АВ



Это вариант с Единой городской контрольной работы (ЕГКР).

Первая часть

Задача 1 Тело движется вдоль оси Ox . На рисунке приведен график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t .



Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 0 до 25 с.

Ответ: _____ м.

Задача 2 К системе из кубика массой $M = 2$ кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила \vec{F} (см. рисунок). Между кубиком и опорой трения нет. Левый край первой пружины прикреплен к стенке. Жёсткость первой пружины $k_1 = 400$ Н/м. Жёсткость второй пружины $k_2 = 800$ Н/м. Удлинение второй пружины равно 2 см. Определите удлинение первой пружины.



Ответ: _____ см.

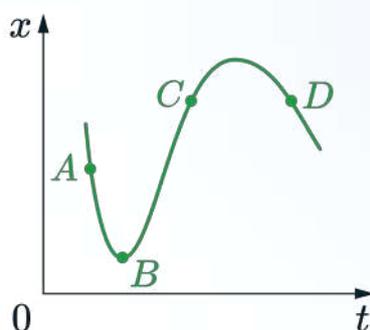
Задача 3 Гиря массой 2 кг поднимается под действием силы величиной 25 Н, направленной вертикально вверх. При этом данная сила совершает работу 50 Дж. На какую высоту поднят груз?

Ответ: _____ м.

Задача 4 Частота свободных малых колебаний математического маятника равна 0,4 Гц. Какой станет частота этих колебаний, если и длину математического маятника, и массу его груза уменьшить в 4 раза?

Ответ: _____ Гц.

Задача 5 На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени t .



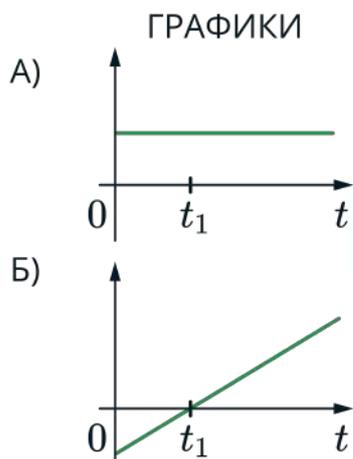
Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

1. В положении D проекция ускорения тела на ось Ox положительна.
2. Проекция перемещения тела на ось Ox при переходе из точки A в точку D отрицательна.
3. В точке B проекция ускорения тела на ось Ox положительна.
4. В положении D векторы скорости и ускорения тела направлены в противоположные стороны.
5. В положении A модуль скорости тела больше, чем в положении D .

Ответ: _____ .

Задача 6 Тело движется вдоль оси Ox , при этом его координата изменяется с течением времени в соответствии с формулой $x(t) = -7 - 3t + 2t^2$ (все величины выражены в СИ). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция ускорения тела a_x
- 2) проекция скорости тела v_x
- 3) модуль импульса тела p
- 4) проекция перемещения тела S_x

Ответ:

А	Б

Задача 7 Идеальный газ в цилиндре переводится из состояния А в состояние В так, что его масса при этом не изменяется. Параметры, определяющие состояния идеального газа, приведены в таблице.

	$p, 10^5 \text{ Па}$	$V, 10^{-3} \text{ м}^3$	$T, \text{ К}$
Состояние А	0,5	6	1200
Состояние В	1,0	2	

Какое число следует внести в незаполненную клетку таблицы?

Ответ: _____ .

Задача 8 Какое количество теплоты необходимо для плавления 5 кг льда при 0°C ?

Ответ: _____ кДж.

Задача 9 В закрытом сосуде объемом 1 м^3 находится влажный воздух при 16°C . Сосуд медленно нагревают. Зависимость относительной влажности воздуха в сосуде от температуры приведена в таблице 1.

Таблица 1

Температура, $^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22
Относительная влажность, %	100	100	95	90	85	80	76

В таблице 2 показана зависимость плотности насыщенного водяного пара $\rho_{\text{нп}}$ от его температуры.

Таблица 2

$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22
$\rho_{\text{нп}}, \text{ г/м}^3$	13,6	14,5	15,4	16,3	17,3	18,3	19,4

Выберите все верные утверждения из предложенных.

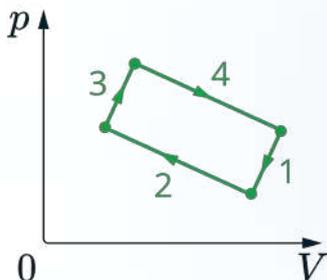
1. При температуре 17°C на стенках сосуда было немного росы.
2. Плотность водяного пара в сосуде при температуре 18°C была больше, чем при температуре 21°C .
3. При увеличении температуры от 19°C до 22°C концентрация водяных паров в сосуде не изменилась.
4. При температуре 22°C в сосуде находилось примерно 15,2 г водяного пара.
5. При температуре 22°C пар в сосуде был насыщенным.

Ответ: _____ .

Задача 10 На рисунке изображена диаграмма четырёх последовательных изменений состояния 2 моль идеального газа. В каком процессе работа газа положительна и максимальна по величине, а в каком процессе работа внешних сил положительна и минимальна по величине?

Установите соответствие между характеристиками процессов и номерами процессов на диаграмме.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

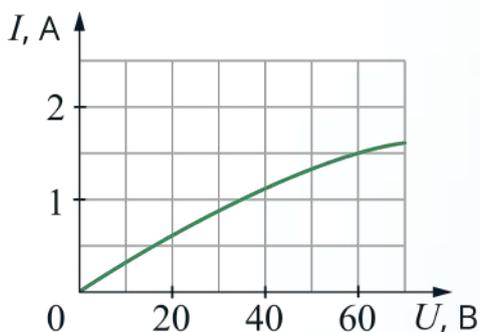


ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССОВ	НОМЕРА ПРОЦЕССОВ
А) работа газа положительна и максимальна	1) 1
Б) работа внешних сил положительна и минимальна	2) 2
	3) 3
	4) 4

Ответ:

А	Б

Задача 11 На рисунке показан график зависимости силы тока в лампе накаливания от напряжения на её клеммах. Какую работу совершает ток в лампе за 3 с при силе тока 1,5 А?

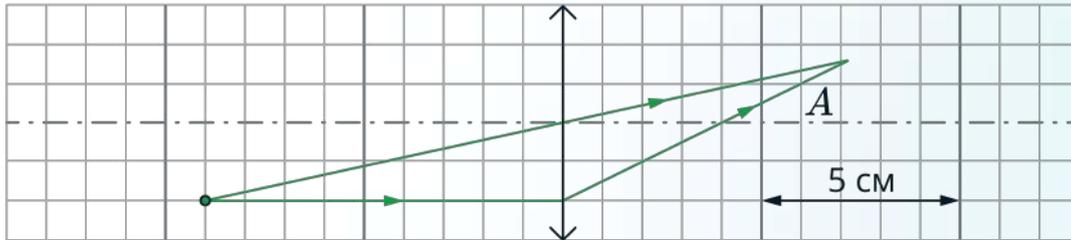


Ответ: _____ Дж.

Задача 12 Чему равна индуктивность катушки, если при силе тока 5 А энергия её магнитного поля равна 0,25 Дж?

Ответ: _____ мГн.

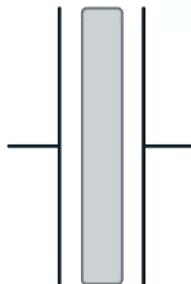
Задача 13 На рисунке показан ход двух лучей от точечного источника света *A* через тонкую линзу.



Определите оптическую силу линзы.

Ответ: _____.

Задача 14 Обкладки плоского воздушного конденсатора представляют собой квадратные пластинки со сторонами $a = 10$ см. Расстояние между обкладками $d = 2$ мм. Конденсатор подключён к постоянному напряжению $U = 100$ В. В пространство между обкладками конденсатора на расстоянии $d/4$ от одной из обкладок внесли металлическую пластинку толщиной $d/2$ и с той же площадью, что у обкладок.



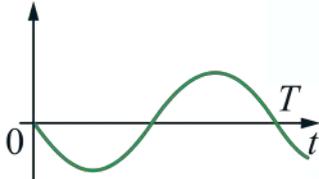
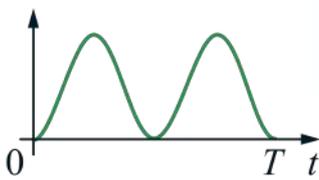
Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения. В ответе укажите их номера. Электрическую постоянную ϵ_0 принять равной $8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

1. Если металлическую пластину сместить ближе к одной из обкладок конденсатора, по-прежнему не касаясь её, то ёмкость конденсатора увеличится по сравнению со случаем начального положения пластинки.
2. Энергия электрического поля в конденсаторе увеличилась после того, как внесли металлическую пластинку.
3. После того как внесли металлическую пластинку, заряд конденсатора не изменился.
4. После того как внесли металлическую пластинку, ёмкость конденсатора уменьшилась.
5. До внесения металлической пластины заряд конденсатора был больше 4 нКл.

Ответ: _____.

Задача 15 Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивности. Заряд на одной из обкладок конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой $q(t) = q_m \cos \omega t$.

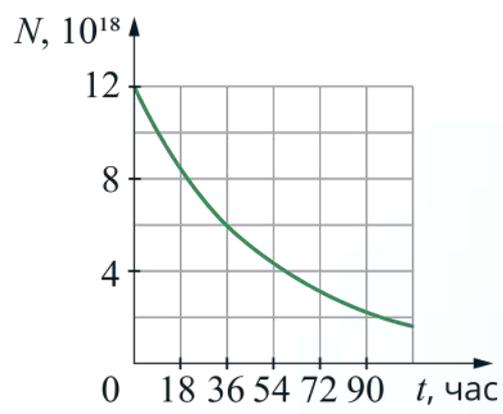
Приведённые ниже графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих свободные электромагнитные колебания в контуре (T - период колебаний). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ	ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) сила тока в катушке</p> <p>2) энергия магнитного поля катушки</p> <p>3) энергия электрического поля конденсатора</p> <p>4) напряжение между обкладками конденсатора</p>

Ответ:

А	Б

Задача 16 Дан график изменения числа ядер находящегося в пробирке радиоактивного изотопа брома-82 с течением времени. Определите период полураспада этого изотопа.



Ответ: _____ ч.

Задача 17 Монохроматический свет с энергией фотонов E_{ϕ} падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Как изменяется частота падающего света и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, если энергия падающих фотонов E_{ϕ} уменьшится, но фотоэффект будет наблюдаться?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличится
2. уменьшится
3. не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

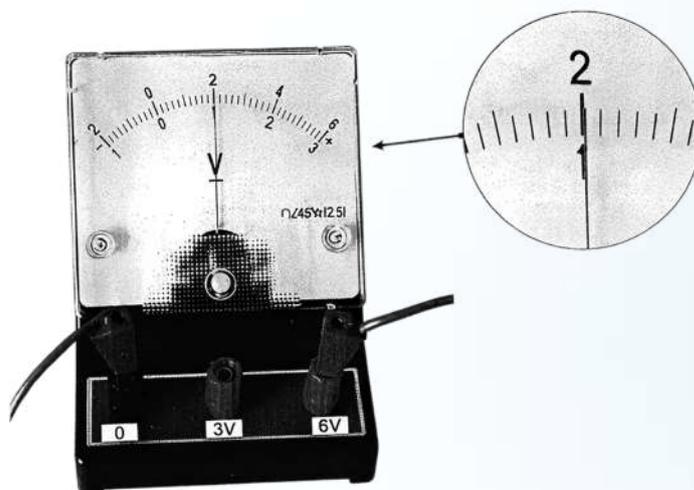
Частота падающего света	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. Сила упругости, возникающая при деформации тела, направлена противоположно направлению перемещения частиц тела при деформации.
2. Для обеспечения изобарного расширения постоянной массы газа его необходимо охлаждать.
3. В цепи постоянного тока во всех параллельно соединённых резисторах всегда протекает электрический ток одинаковой величины.
4. Показатель преломления жидкости не зависит от угла падения светового луча на поверхность, но зависит от частоты световой волны.
5. Изотопы одного и того же элемента имеют одинаковые химические свойства, но могут различаться радиоактивными свойствами.

Ответ: _____ .

Задача 19 Определите показания вольтметра (см. рисунок) с учётом абсолютной погрешности измерений, если абсолютная погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра.



Ответ: (_____ \pm _____) В.

Задача 20 Школьник собирал экспериментальную установку, с помощью которой можно определить коэффициент трения скольжения алюминия по дереву. Для этого он взял деревянную рейку и закрепил её на горизонтальном столе.

Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

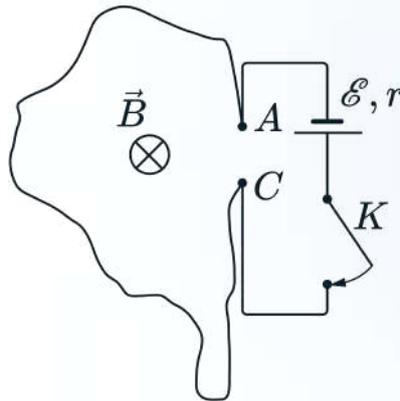
1. алюминиевый брусок с крючком
2. динамометр
3. медный брусок с крючком
4. мензурка
5. линейка

Запишите в ответе номера выбранных предметов.

Ответ: _____ .

Вторая часть

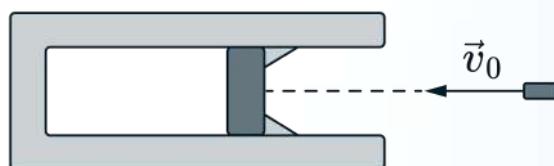
Задача 21 На гладком горизонтальном столе лежит кусок гибкого провода с малым сопротивлением, подключённый в точках А и С к цепи из источника тока и ключа К. Система находится в сильном вертикальном однородном магнитном поле \vec{B} , направленном вниз (см. рисунок – вид сверху). Какую форму примет гибкий провод после замыкания ключа К? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



Задача 22 Искусственный спутник обращается со скоростью $V = 3,4$ км/с по круговой орбите вокруг планеты. Радиус планеты $R_0 = 3400$ км, ускорение свободного падения на поверхности планеты $g = 4$ м/с². Определите, на какой высоте h над поверхностью планеты движется спутник.

Задача 23 Какое количество молекул содержится в 15 мг водяного пара?

Задача 24 В вакууме закреплён горизонтальный цилиндр, в котором находится аргон при давлении 100 кПа и температуре 20 °С, запёртый поршнем массой 200 г. Поршень удерживается упорами и может скользить влево вдоль стенок цилиндра без трения (см. рисунок). В поршень попадает пуля массой 10 г, летящая горизонтально, и застревает в нём. Температура аргона к моменту остановки поршня (в крайнем левом положении) возрастает на 60 К. Определите скорость пули непосредственно перед попаданием в поршень, если известно, что начальный объём, занимаемый аргоном, составлял 2 л. Считать, что за время движения поршня газ не успевает обменяться теплотой с цилиндром и поршнем.



Задача 25 Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $R/20$, сопротивление вольтметра $10R$. В первой схеме показания вольтметра равны $U_1 = 20$ В. Каковы его показания во второй схеме? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

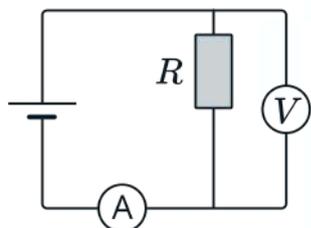


Схема 1

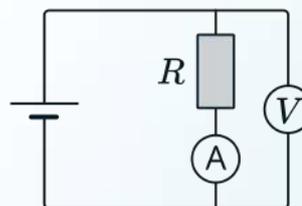
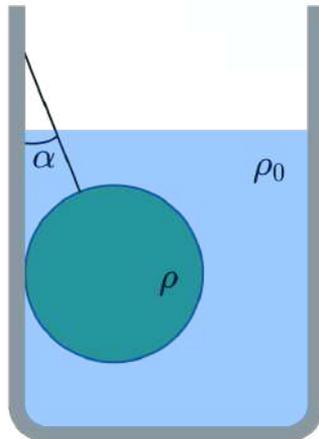


Схема 2

Задача 26 Алюминиевый шар массой 5 кг подвешен на нити и полностью погружён в воду (см. рисунок). Нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$. Определите, на сколько сила F_1 , с которой шар действует на нить, превышает силу F_2 , с которой шар давит на стенку. Трением шара о стенку пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шар. **Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.**



Вариант №13

Разбор



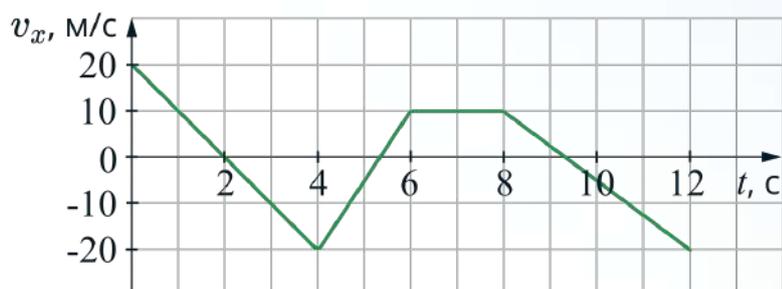
Кликай на QR!

Telegram AB



Первая часть

Задача 1 На рисунке приведён график зависимости проекции V_x , скорости тела от времени t . Определите проекцию a_x , ускорения этого тела в интервале времени от 8 до 12 с.



Ответ: _____ м/с².

Задача 2 На тело массой 10 кг, которое движется по горизонтальной поверхности, действует сила трения скольжения 40 Н. Чему будет равна сила трения скольжения, если уменьшить массу тела в 4 раза (коэффициент трения не изменится)?

Ответ: _____ Н.

Задача 3 Камень массой 0,15 кг бросили вертикально вверх. На какую максимальную высоту поднялся камень, если его бросили с начальной скоростью $V_0 = 10$ м/с? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ м.

Задача 4 Какова частота звуковых волн, если в среде длина волны составляет 3 м, а скорость распространения 1800 м/с?

Ответ: _____ Гц.

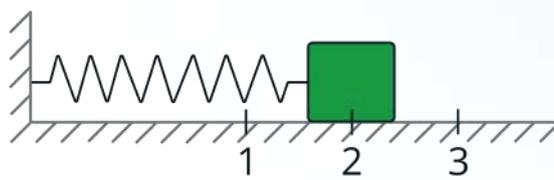
Задача 5 Автомобиль массой 3 т проезжает верхнюю точку выпуклого моста, радиус кривизны которого равен 60 м, двигаясь с постоянной скоростью 54 км/ч.

Из приведённого ниже списка выберите **все** правильных утверждения, характеризующих движение автомобиля.

1. Сила, с которой автомобиль действует на мост, направлена вертикально вниз и равна 18750 Н.
2. Сила, с которой мост действует на автомобиль, больше 20000 Н и направлена вертикально вверх.
3. Сила тяжести, действующая на автомобиль, равна 25000 Н.
4. Центробежное ускорение автомобиля равно $3,75 \text{ м/с}^2$.
5. Сумма сил, действующих на автомобиль, направлена вертикально вверх.

Ответ: _____ .

Задача 6 Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются кинетическая энергия груза и жёсткость пружины при движении груза маятника от точки 3 к точке 2?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

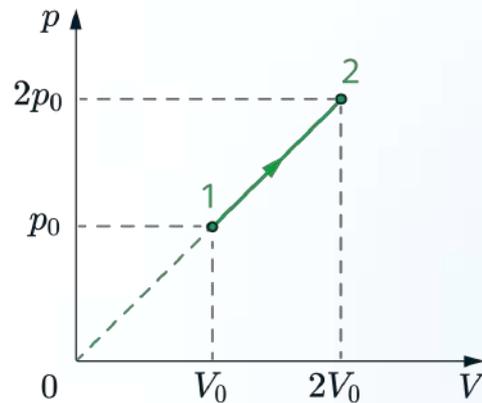
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия груза	Жёсткость пружины

Задача 7

В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Газ переходит из состояния 1 в состояние 2, как показано на рисунке. Чему равно отношение температуры газа в состоянии 1 к его температуре в состоянии 2?

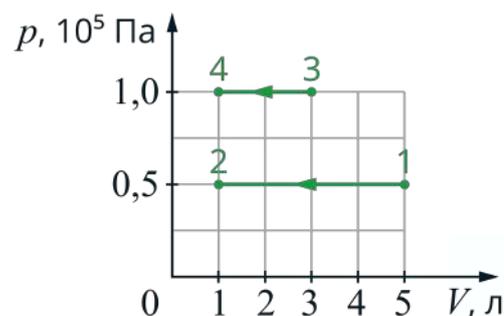


Ответ: _____.

Задача 8 Внутренняя энергия газа в процессе эксперимента увеличилась на 33 кДж, при этом внешние силы совершили работу над газом, равную 51 кДж. Какое количество теплоты газ отдал окружающей среде?

Ответ: _____ кДж.

Задача 9 На pV -диаграмме показаны два процесса, проведённые с одним и тем же количеством газообразного аргона.



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процессы на графике.

1. Работа, совершённая внешними силами над аргоном, в процессах 1–2 и 3–4 одинакова.
2. В процессе 3–4 абсолютная температура аргона изобарно уменьшилась в 5 раз.
3. В процессе 1–2 давление аргона в 2 раза больше, чем в процессе 3–4.
4. В процессе 1–2 аргон изобарно увеличил свой объём на 4 л.
5. В процессе 1–2 внутренняя энергия аргона уменьшилась в 5 раз.

Ответ: _____.

Задача 10 Вертикальный гладкий цилиндр закрыт подвижным поршнем. Под поршнем в цилиндре находится 1 моль неона. Объём цилиндра медленно уменьшают, сохраняя температуру неона неизменной. Как изменяются в этом процессе средняя кинетическая энергия неона и концентрация его молекул?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул неона	Концентрация молекул неона

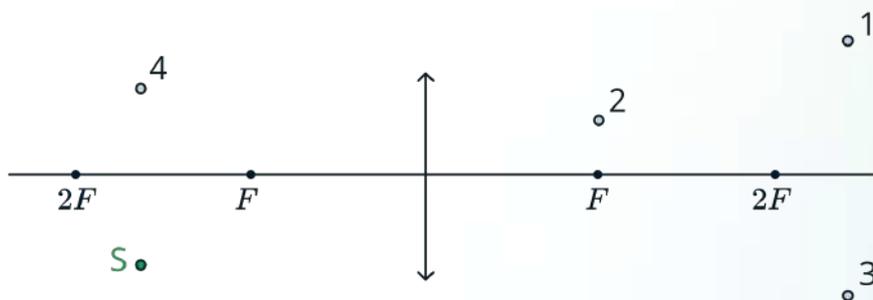
Задача 11 Сила тока, текущего по проводнику, равна 2 А. За какое время по проводнику проходит заряд 50 Кл?

Ответ: _____ с.

Задача 12 По проволочной катушке протекает постоянный электрический ток силой 3 А. При этом поток вектора магнитной индукции через контур, ограниченный витками катушки, равен 8 мВб. Электрический ток какой силы должен протекать по катушке для того, чтобы поток вектора магнитной индукции через указанный контур был равен 12 мВб?

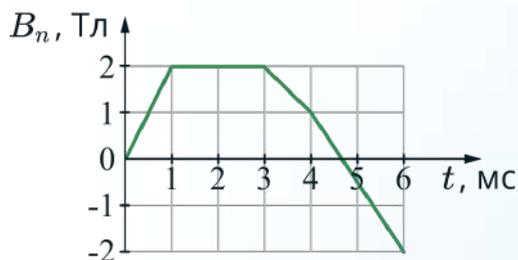
Ответ: _____ А.

Задача 13 Какая из точек 1-4 является изображением точки S (см. рисунок), создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием F ?



Ответ: точка _____ .

Задача 14 Проволочная рамка площадью 30 см^2 помещена в однородное магнитное поле. Проекция B_n индукции магнитного поля на нормаль к плоскости рамки изменяется во времени t согласно графику на рисунке.



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения о процессах, происходящих в рамке.

1. Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке максимален в интервале времени от 0 до 1 мс.
2. Магнитный поток через рамку в интервале времени от 1 до 3 мс равен 2 мВб.
3. Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке минимален в интервале времени от 0 до 1 мс.
4. Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке в интервале времени от 3 до 4 мс равен 3 В.
5. Скорость изменения магнитного потока через рамку максимальна в интервале времени от 4 до 6 мс.

Ответ: _____ .

Задача 15 Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле. Как изменятся время одного оборота электрона и радиус окружности, по которой он движется, если увеличить его скорость?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

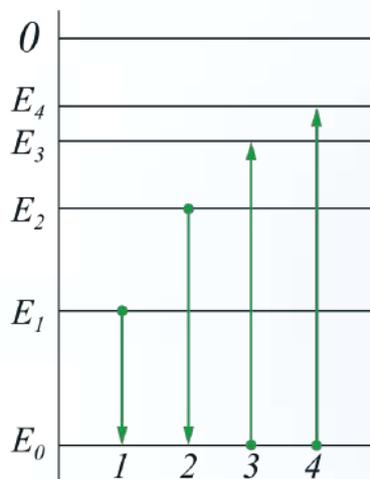
1. увеличится
2. уменьшится
3. не изменится

Время одного оборота	Радиус окружности

Задача 16 Дан изотоп калия ${}_{19}^{42}\text{K}$, его период полураспада равен 12,4 ч, сколько распадов произойдет за 62 часа?

Ответ: _____ .

Задача 17 На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наименьшей частоты, а какой – с излучением света наибольшей частоты?



Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами

ПРОЦЕССЫ

А) поглощение света наименьшей частоты

Б) излучение света наибольшей частоты

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

Ответ:

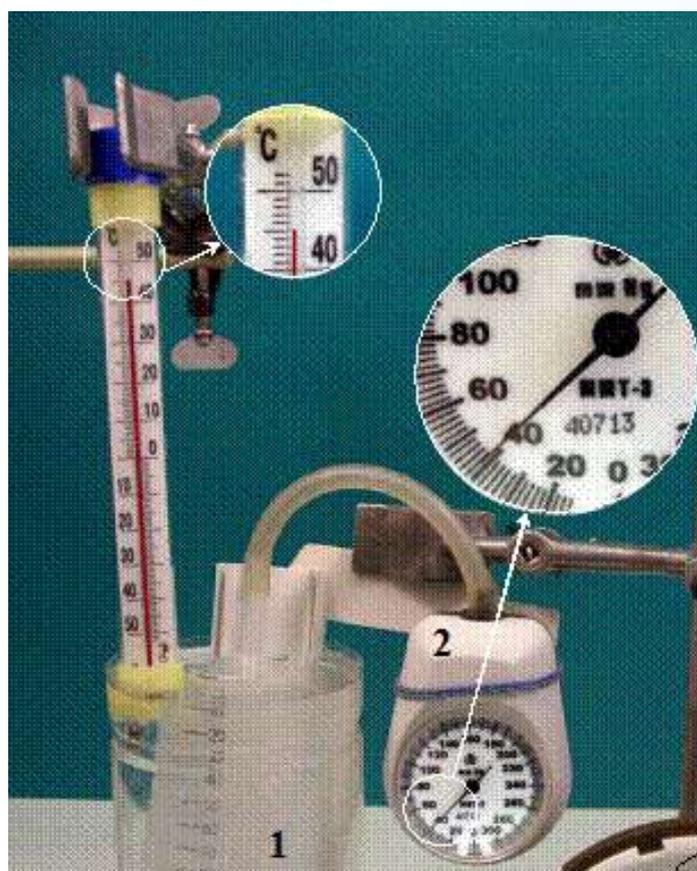
А	Б

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. Сила трения, действующая на покоящуюся шайбу, лежащую на наклонной плоскости, по мере уменьшения угла наклона уменьшается.
2. При изотермическом расширении постоянной массы идеального газа его внутренняя энергия уменьшается.
3. В металлических проводниках электрический ток представляет собой упорядоченное движение свободных электронов, происходящее на фоне их теплового движения.
4. Разноимённые полюса постоянных магнитов отталкиваются друг от друга.
5. Под энергией связи ядра понимают ту энергию, которая необходима для отрыва от ядра всех электронов нейтрального атома.

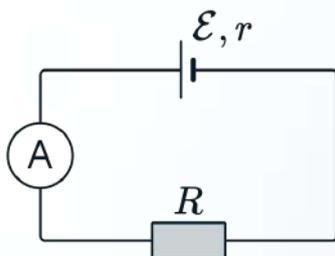
Ответ: _____ .

Задача 19 При исследовании зависимости давления в газе от температуры ученик измерял температуру в сосуде с газом с помощью термометра. Погрешность измерений температуры равна цене деления шкалы термометра. Чему равна температура газа по результатам этих измерений? Запишите в ответ показания термометра с учётом погрешности измерений.



Ответ: (_____ \pm _____) °С.

Задача 20 Ученик изучает законы постоянного тока. В его распоряжении имеется пять аналогичных электрических цепей (см. рисунок) с различными источниками и внешними сопротивлениями, характеристики которых указаны в таблице. Какие две цепи необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость силы тока, протекающего в цепи, от внутреннего сопротивления источника?

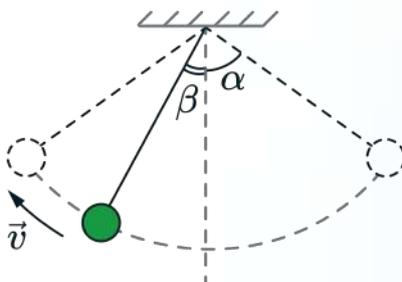


№ цепи	ЭДС источника E , В	Внутреннее сопротивление источника r , Ом	Внешнее сопротивление R , Ом
1	12	2	10
2	14	4	14
3	16	3	10
4	24	2	12
5	24	4	12

Ответ: _____.

Вторая часть

Задача 21 Маленький шарик, подвешенный к потолку на лёгкой нерастяжимой нити, совершает колебания в вертикальной плоскости. Максимальное отклонение нити от вертикали составляет угол $\alpha = 60^\circ$. Сделайте рисунок с указанием сил, приложенных к шарiku в тот момент, когда шарик движется влево-вверх, а нить образует угол $\beta = 30^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шарика (по нити, перпендикулярно нити, внутрь траектории, наружу от траектории). Ответ обоснуйте. Сопротивление воздуха не учитывать.



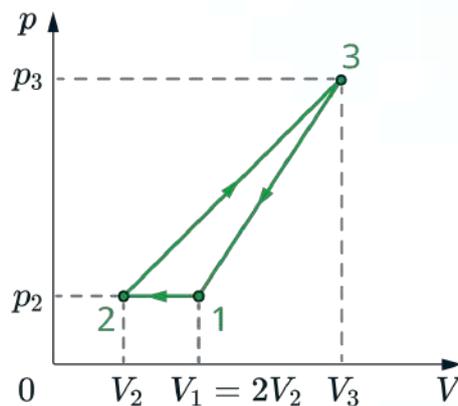
Задача 22

Имеется герметичный сосуд с жесткими стенками и объемом 2 литра, из него выкачали весь воздух вплоть до вакуума, внутри разбили пробирку с водой объемом 4 см^3 . Какая часть воды (относительно начальной массы) испарилась, если в сосуде поддерживалась температура $16 \text{ }^\circ\text{C}$? Давление насыщенного водяного пара при различной температуре показано в таблице.

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18	22	25	28	32	36	40	74	200

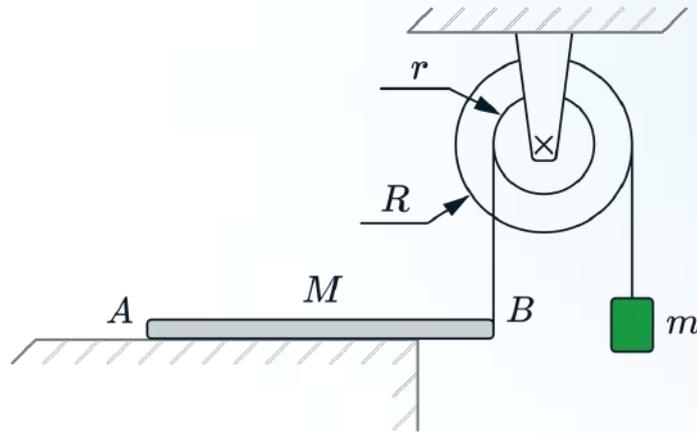
Задача 23 Дифракционная решетка с периодом $d = 10^{-5} \text{ м}$ расположена параллельно экрану на расстоянии $L = 1,8 \text{ м}$ от него. Какого порядка k максимум в спектре будет наблюдаться на экране на расстоянии $l = 21 \text{ см}$ от центра дифракционной картины при освещении решетки нормально падающим параллельным пучком света с длиной волны $\lambda = 580 \text{ нм}$? Считать $\sin \alpha \approx \text{tg} \alpha$.

Задача 24 В цикле теплового двигателя, изображенном на диаграмме, используется в качестве рабочего тела некоторое количество одноатомного идеального газа. Чему равен КПД теплового двигателя η , если $p_3 = 4p_2, V_3 = 4V_2 = 2V_1$?



Задача 25 Имеется плоская горизонтальная рамка площадью $S = 0,1 \text{ м}^2$ и сопротивлением $R = 5 \text{ Ом}$. Рамка расположена в однородном магнитном поле перпендикулярно векторам магнитной индукции. Магнитная индукция уменьшилась от некоторого значения B_1 до $B_2 = 0,1 \text{ Тл}$, при этом по контуру прошел заряд $\Delta q = 0,008 \text{ Кл}$. Определите, чему равно B_1 .

Задача 26 Однородный брусок AB массой M постоянного прямоугольного сечения лежит на гладкой горизонтальной поверхности стола, свешиваясь с него менее чем наполовину (см. рисунок). К правому концу бруска прикреплена лёгкая нерастяжимая нить. Другой конец нити закреплён на меньшем из двух дисков идеального составного блока. На большем диске этого блока закреплена другая лёгкая нерастяжимая нить, на которой висит груз массой $m = 1$ кг. Диски скреплены друг с другом, образуя единое целое. $R = 10$ см, $r = 5$ см. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на брусок M , блок и груз m . Найдите минимальное значение M , при котором система тел остаётся неподвижной. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



ОТВЕТЫ

№ вар. № зад.	1	2	3	4	5	6	7
1	-2	7,5	1	100	5	-2,5	2
2	100	0,25	5	7,5	64	30	0,25
3	10	1,4	2	9	75	1500	8
4	6	0,3	0,125	120	1	2000	3,8
5	25	25	235	35	25	345	14
6	31	31	42	34	23	11	43
7	200	2	1	405	75	6	840
8	280	600	30	4	1	255	2300
9	45	24	12	245	12	23	15
10	11	13	21	31	23	23	12
11	8	5	205	10	0,4	1	100
12	2	12	2	24	2	1,5	3
13	2	8	4	4	1	40	9
14	35	45	245	24	24	35	345
15	21	22	11	13	12	22	32
16	36	70	3	5	2	125	100
17	32	11	31	33	31	31	24
18	34	135	15	45	235	25	134
19	1,70,1	26010	1,800,05	2,80,1	101,90,1	0,460,02	0,1200,005
20	12	13	14	14	15	45	24

№ вар. № зад.	8	9	10	11	12	13
1	0	35	10	80	175	-7,5
2	2	2	6	0,2	4	10
3	2	200	1,2	10	2	5
4	8	0,75	2	0,5	0,8	600
5	125	45	12	34	35	14
6	23	13	33	32	12	13
7	200	200	60	0,5	800	0,25
8	40	250	400	8000	1650	18
9	13	23	24	13	13	15
10	31	13	13	33	41	31
11	3	1,5	1,25	720	270	25
12	2	0,1	0,25	2	0,02	4,5
13	2	60	6	1200	25	1
14	14	14	145	135	25	14
15	13	21	22	13	12	31
16	15	4	10	93144	36	5
17	14	12	12	42	22	32
18	25	35	235	25	145	13
19	451	0,750,05	3,40,2	1,400,15	2,00,2	451
20	13	45	14	15	12	45



ШКОЛКОВО

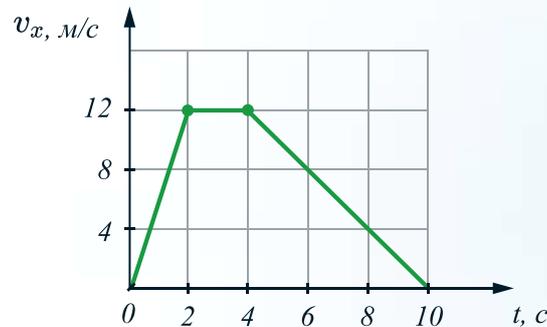
Решения

сборника Виталича

Решения

Вариант №1

Задача 1 На рисунке показан график зависимости от времени для проекции v_x скорости тела.



Какова проекция a_x ускорения этого тела в интервале времени от 4 до 8 с?

Решение

Ускорение тела равно:

$$a_x = \frac{\Delta v_x}{t},$$

где $\Delta v_x = 4 - 12 = -8$ м/с — изменение скорости.

Тогда

$$a_x = \frac{-8 \text{ м/с}}{4 \text{ с}} = -2 \text{ м/с}^2$$

Задача 2 Сила гравитационного притяжения между двумя шарами равна $F = 100$ Н. Какова будет сила притяжения между шарами, если массу каждого из шаров увеличить 2 раза, а расстояние между шарами также увеличить в 2 раза.

Решение

По закону всемирного тяготения:

$$F = G \frac{M_1 M_2}{R^2}$$

где M_1 и M_2 — масса шаров, R — расстояние между шарами.

Во втором случае сила притяжения равна

$$F_2 = G \frac{2M_1 \cdot 2M_2}{4R^2} = F = 100 \text{ Н}$$

Задача 3 Девочка везет кота на тележке по горизонтальной дороге с постоянной скоростью. Девочка совершила механическую работу, равную 500 Дж и преодолела расстояние в 50 м. Какую минимальную силу она прикладывала?

Решение

Работа, совершённая девочкой, выражается формулой:

$$A = FS \cos \alpha$$

где F — сила, приложенная для совершения работы, S — путь, пройденный телом, α — угол, под которым сила действовала на тело.

Сила тяги равна силе трения, так как тележка движется с постоянной скоростью.

Сила тяги составляет 0 градусов с плоскостью перемещения $\Rightarrow \cos \alpha = 1$

$$F = \frac{A}{S} = \frac{500 \text{ Дж}}{50 \text{ м}} = 10 \text{ Н}$$

Задача 4 Куб из материала плотностью 3500 кг/м^3 и объёмом 600 см^3 полностью погружён в воду. Определите силу Архимеда, действующую на куб.

Решение

Архимедова сила:

$$F = \rho g V,$$

где ρ — плотность жидкости, V — объём погруженной части

$$F = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 600 \cdot 10^{-6} = 6 \text{ Н}$$

Задача 5 В лаборатории исследовали прямолинейное движение тела массой $m = 300 \text{ г}$ из состояния покоя. В таблице приведена экспериментально полученная зависимость пути, пройденного телом, от времени.

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7
$L, \text{ м}$	0	1	4	9	16	25	36	49

Какие выводы соответствуют результатам эксперимента?

1. Скорость тела в момент времени 4 с равнялась 4 м/с.
2. Кинетическая энергия тела в момент времени 2 с равна 2,4 Дж.
3. Первые 3 с тело двигалось равномерно, а затем оно двигалось равноускоренно.
4. За первые 3 с суммарная работа сил, действующих на тело, равна 10,8 Дж.
5. Равнодействующая сил, действующих на тело, была постоянна в течение всего времени наблюдения.

Решение1) **Неверно**Узнаем скорость тела в моменты времени $t = 4$ с:

$$v_x = v_{0x} + at$$

Для того, чтобы узнать скорость, нам понадобится ускорение, воспользуемся одной формулой для двух моментов времени:

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$a_{x1} = \frac{2x}{t^2} = \frac{2 \cdot 1 \text{ м}}{1^2 \text{ с}^2} = 2 \text{ м/с}^2$$

$$a_{x2} = \frac{2x}{t^2} = \frac{2 \cdot 4 \text{ м}}{2^2 \text{ с}^2} = 2 \text{ м/с}^2$$

Выходит, что в течение всего движения ускорение не изменялось, тело двигалось равноускоренно.

$$v_x = 2 \text{ м/с}^2 \cdot 4 \text{ с} = 8 \text{ м/с}$$

2) **Верно**

Сначала узнаем скорость на 2 с:

$$v_x = v_{0x} + at = 2 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ с} = 4 \text{ м/с}$$

Теперь воспользуемся формулой для $E_{\text{кин}}$:

$$E_{\text{кин}} = \frac{mv_x^2}{2} = \frac{0,3 \text{ кг} \cdot 4^2 \text{ (м/с)}^2}{2} = 2,4 \text{ Дж}$$

3) **Неверно**

Нет, с самого начала тело двигалось равноускоренно, см. пункт 1.

4) **Неверно**

Работа в данном случае вычисляется по формуле:

$$A = FS$$

где F — равнодействующая всех сил, действующих на тело, S — путь, пройденный телом за 3 с.

$$F = ma \Rightarrow A = maS = 0,3 \text{ кг} \cdot 2 \text{ м/с}^2 \cdot 9 \text{ м} = 5,4 \text{ Дж}$$

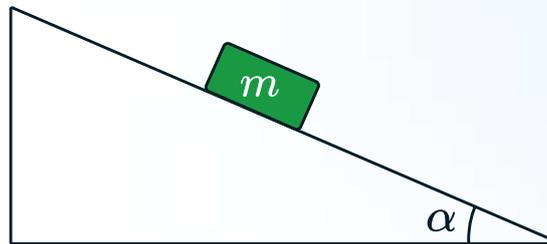
5) Верно

В течение всего движения ускорение не изменялось, тело двигалось равноускоренно. Теперь воспользуемся вторым законом Ньютона:

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Так как ускорение было неизменно, значит и $F = const$.

Задача 6 С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением брусок массой m (см. рисунок). Как изменится ускорение бруска и сила трения, действующая на брусок, если с той же наклонной плоскости будет скользить брусок из того же материала массой $3m$?

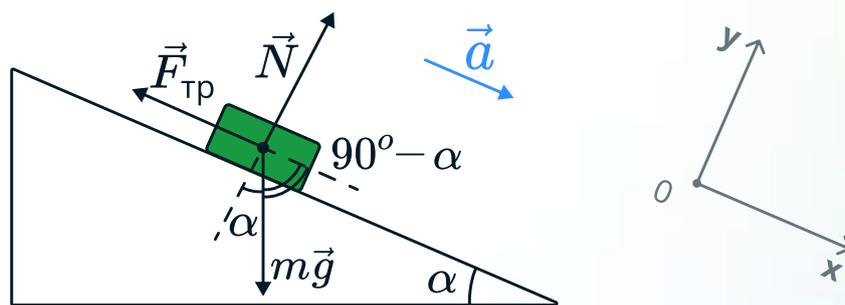


Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличится
2. уменьшится
3. не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Решение



По второму закону Ньютона:

$$\vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

Введем оси Ox и Oy . Спроецируем на них все силы, действующие на тело:

$$\begin{cases} Ox : mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = ma \\ Oy : N - mg \cos \alpha = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} mg \sin \alpha - \mu N = ma \\ N = mg \cos \alpha \end{cases}$$

$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma$$

$$g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = a$$

$$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

Значит, ускорение тела постоянно и не зависит от массы.

Сила трения равна μN , а $N = mg \cos \alpha \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$. Значит, при увеличении массы увеличится и сила трения.

Задача 7 При увеличении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул гелия увеличилась в 4 раза. Какова начальная температура гелия?

Решение

Взаимосвязь изменения кинетической энергии и температуры:

$$\Delta E_k = \frac{3}{2} k \Delta T$$

где k — постоянная Больцмана.

При увеличении энергии в 4 раза, температура увеличится в 4 раза. Следовательно, конечная температура газа равна:

$$T_{\text{к}} = 4 \cdot T_{\text{н}}$$

По условию:

$$4 \cdot T_{\text{н}} - T_{\text{н}} = 600 \text{ К} \Rightarrow T_{\text{н}} = \frac{600 \text{ К}}{3} = 200 \text{ К}$$

Задача 8 Газ получил извне количество теплоты, равное 200 Дж, и при этом внешние силы совершили над ним работу, равную 80 Дж. Масса газа не менялась. На сколько увеличилась внутренняя энергия газа?

Решение

По первому началу термодинамики:

$$Q = \Delta U + A,$$

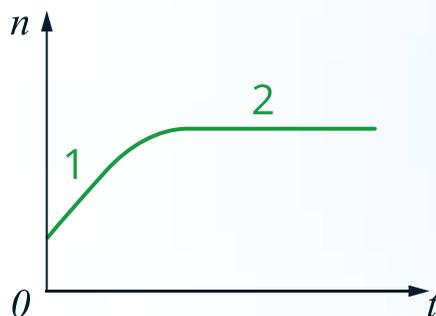
где Q — количество теплоты, полученное газом, ΔU — изменение внутренней энергии, A — работа газа.

В данном случае работа совершается над газом, значит, работа газа отрицательна.

Выразим изменение внутренней энергии:

$$\Delta U = Q - A = 200 \text{ кДж} - (-80 \text{ кДж}) = 280 \text{ кДж}$$

Задача 9 В стеклянную колбу налили немного воды и герметично закрыли колбу пробкой. Вода постепенно испарялась. На рисунке показан график изменения со временем t концентрации n молекул водяного пара внутри колбы. Температура в колбе в течение всего времени проведения опыта оставалась постоянной. В конце опыта в колбе ещё оставалась вода.



Из приведённого ниже списка выберите **все** правильные утверждения относительно описанного процесса.

1. На участке 1 плотность водяных паров уменьшалась.
2. На обоих участках водяной пар ненасыщенный.
3. На участке 2 давление водяных паров увеличивалось.
4. На участке 2 плотность водяных паров оставалась неизменной.
5. На участке 1 давление водяных паров увеличивалось.

Решение

1) **Неверно**

Плотность водяных паров изменяется пропорционально концентрации, следовательно, при увеличении концентрации плотность водяных паров также увеличивается.

2) **Неверно**

На участке 1 давление пара меняется, а на участке 2 — уже нет, следовательно, на участке 1 пар ненасыщенный, а на участке 2 — насыщенный

3) **Неверно**

Как известно из второго пункта, на участке 2 пар насыщенный, значит, его давление не изменяется.

4) **Верно**

Как известно из второго пункта, пар на участке 2 — насыщенный, следовательно, его плотность на участке 2 не изменяется.

5) **Верно**

Давление водяных паров изменяется пропорционально концентрации, следовательно, при увеличении концентрации давление водяных паров также увеличивается

Задача 10 Тепловая машина работает по циклу Карно. Температуру нагревателя тепловой машины повысили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, переданное газу от нагревателя?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличилась
2. уменьшилась
3. не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Решение

А) КПД находится по формуле:

$$\eta = 1 - \frac{T_X}{T_H},$$

где T_X и T_H — температуры холодильника и нагревателя соответственно.

Так как температуру нагревателя повысили, а холодильника не изменили, то КПД увеличился.

Б) С другой стороны КПД равен:

$$\eta = 1 - \frac{Q_X}{Q_H}$$

Так как количество теплоты, отданное холодильником за цикл не изменилось, а КПД увеличился, то увеличилось и количество теплоты, переданное газу от нагревателя

Задача 11 Модуль силы взаимодействия между двумя неподвижными точечными зарядами равен F . Во сколько раз увеличится модуль этой силы, если увеличить заряд одного тела в 4 раза, а второго — в 2 раза?

Решение

Сила Кулона для первого случая:

$$F_1 = F = \frac{k \cdot |q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$$

где k — коэффициент пропорциональности, q_1 и q_2 — заряды, r — расстояние между зарядами.

Тогда для второго случая сила Кулона равна:

$$F_2 = \frac{k \cdot 4|q_1| \cdot 2|q_2|}{r^2} = \frac{8 \cdot k \cdot |q_1| \cdot |q_2|}{r^2} = 8F_1 = 8F$$

Следовательно, сила увеличится в 8 раз.

Задача 12 Две частицы с одинаковыми массами и зарядами $3q$ и $2q$ влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями $2v$ и $1,5v$ соответственно. Определите отношение модулей сил $\frac{F_1}{F_2}$, действующих на них со стороны магнитного поля.

Решение

Сила Лоренца:

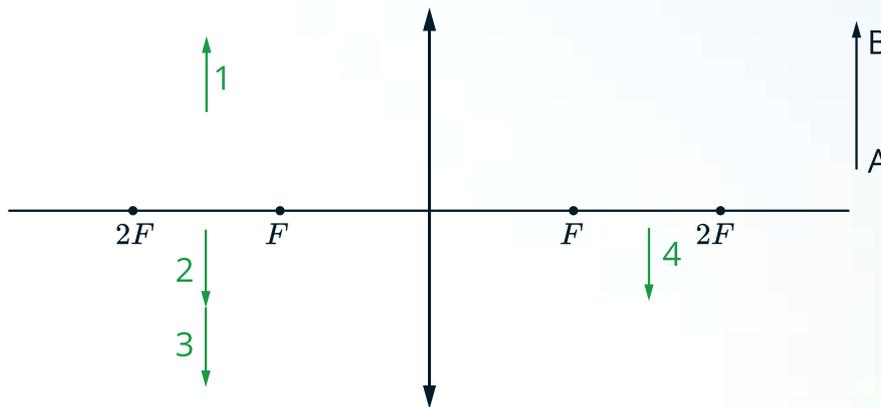
$$F_L = Bvq \sin \alpha$$

где B – модуль вектора магнитной индукции, v – скорость заряда, q – заряд, α – угол между вектором магнитного поля и скоростью движения частицы.

Тогда

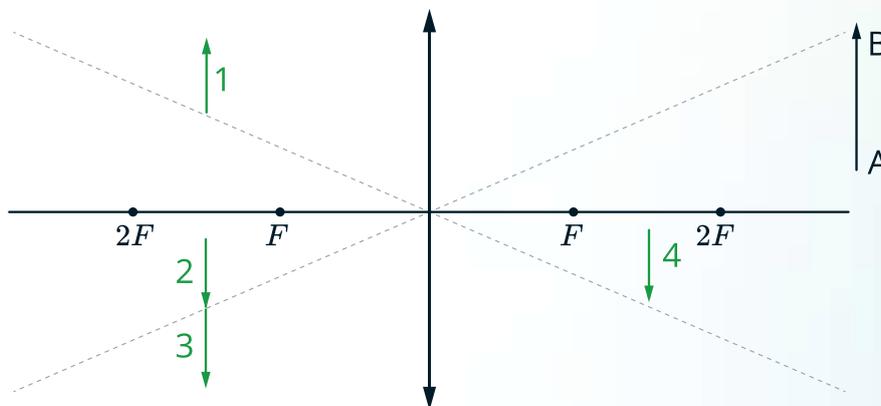
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{B \cdot 2v \cdot 3q}{B \cdot 1,5v \cdot 2q} = 2.$$

Задача 13 Какому из предметов 1–4 соответствует изображение АВ в тонкой собирающей линзе с фокусным расстоянием F ?



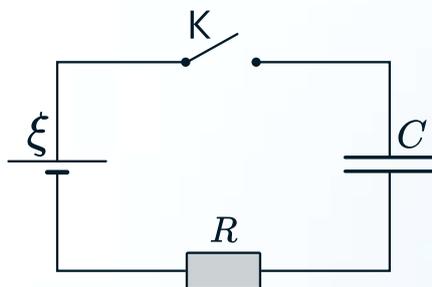
Решение

Проведём две линии через центр линзы



То есть ответ 2.

Задача 14 На рисунке изображена цепь состоящая из конденсатора, источника тока, ключа и резистора с сопротивлением $R = 30$ кОм. В начальный момент времени ($t = 0$) ключ K замкнули, при этом конденсатор полностью разряжен. Результаты измерения силы тока представлены в таблице.



$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{ мкА}$	100	50	30	20	10	5	1

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения о данной ситуации и укажите их номера.

1. Ток через резистор в процессе наблюдения увеличивается.
2. Через 2 с после замыкания ключа конденсатор еще полностью разряжен.
3. ЭДС источника тока составляет 3 В.
4. В момент времени $t = 3$ с напряжение на резисторе равно 0,27 В.
5. В момент времени $t = 3$ с напряжение на конденсаторе равно 2,4 В.

Решение

1) **Неверно**

Из таблицы видно, что сила тока со временем уменьшается, а значит первое утверждение неверно.

2) **Неверно**

На конденсаторе будет возникать напряжение, которое будет противоположно направлению движению тока, а так как сила тока в цепи при $t = 2$ меньше, чем сила тока при $t = 0$, то конденсатор будет находиться в процессе зарядки.

3) **Верно**

ЭДС источника равен силе тока в начальный момент, так как тогда конденсатор еще не зарядился, умножить сопротивление резистора по закону Ома

$$\xi = I_1 R = 100 \text{ мкА} \cdot 30 \text{ кОм} = 3 \text{ В}$$

ЭДС равно 3 В, а значит 3) верно

4) **Неверно**

По закону Ома

$$U_3 = I_3 R = 20 \text{ мкА} \cdot 30 \text{ кОм} = 0,6 \text{ В}$$

Напряжение на резисторе равно 0,6 В, значит, 4) неверно

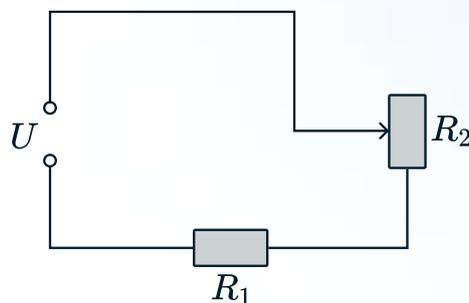
5) Верно

Напряжение на конденсаторе будет равно разности между ЭДС источника и напряжением на резисторе, а значит оно равно

$$U_C = \xi - I_3 R = 3 \text{ В} - 0,6 \text{ В} = 2,4 \text{ В}$$

Напряжение равно 2,4 В, что означает, что 5) верно.

Задача 15 Резистор R_1 и реостат R_2 подключены последовательно к источнику напряжение U (см. рисунок). Как изменятся сила тока в цепи и напряжение на реостате R_2 , если увеличить сопротивление реостата? Считать, что напряжение на выводах источника остаётся при этом постоянным.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличилась
2. уменьшилась
3. не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в цепи	Напряжение на реостате R_2

Решение

Сила тока в цепи по закону Ома для полной цепи:

$$I = \frac{U}{R_1 + R_2}.$$

То есть при увеличении сопротивления R_2 сила тока в цепи уменьшится.

Напряжение на реостате:

$$U_2 = \frac{UR_2}{R_1 + R_2} = \frac{U(R_2 + R_1 - R_1)}{R_1 + R_2} = U - \frac{UR_1}{R_1 + R_2},$$

так как R_2 увеличивается, то $\frac{UR_1}{R_1 + R_2}$ уменьшается и напряжение на реостате также увеличивается.

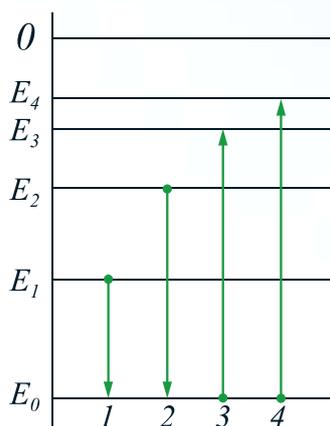
Задача 16 Ядро урана захватывает нейтрон, в результате чего происходит ядерная реакция ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1n \rightarrow {}_{56}^{139}\text{Ba} + {}_Z^A\text{X} + 2{}_0^1n$ с образованием ядра химического элемента ${}_Z^A\text{X}$. Каков заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда)?

Решение

В результате реакции выполняется закон сохранения заряда

$$92 + 0 = 56 + Z + 0 \Rightarrow Z = 92 - 56 = 36.$$

Задача 17 На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наименьшей частоты, а какой – с излучением света наибольшей частоты?



Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ
А) поглощение света наименьшей частоты	1) 1
	2) 2
Б) излучение света наибольшей частоты	3) 3
	4) 4

Решение

По второму постулату Бора энергия перехода равна:

$$E = E_i - E_j,$$

где E_i – энергия на начальном уровне, E_j – энергия на конечном уровне. Энергия перехода можно также найти по формуле:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}, \quad (1)$$

где ν – частота, λ – длина волны.

А) Поглощение – переход с более низкого уровня на более высокие, при этом так как частота минимальна, то

$$\frac{hc}{\lambda} = E_i - E_j,$$

энергия поглощенного фотона минимальна, значит, уровни находятся ближе друг к другу (3).

Б) Излучение с наименьшей энергией от более высокого, к более низкому, при этом так как частота максимальна, то

$$h\nu = E_i - E_j,$$

энергия излученного фотона максимальна, значит, уровни находятся дальше друг от друга (2)

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. Громкость звука определяется частотой колебаний.
2. Температура плавления кристаллических тел зависит от их массы.
3. В цепи постоянного тока на всех параллельно соединённых резисторах напряжение одинаково.
4. Скорость распространения радиоволн в вакууме равна скорости света в вакууме.
5. При электронном β -распаде ядра образуется ион нового элемента и ядро атома гелия.

Решение

1) **Неверно**

Нет, громкость определяется амплитудой колебаний.

2) **Неверно**

Температура плавления — это температура, при которой твёрдое кристаллическое тело совершает переход в жидкое состояние и наоборот. Она является характеристикой вещества тела и не зависит от его массы.

3) **Верно**

Да, напряжение на параллельно соединенных резисторах одинаково.

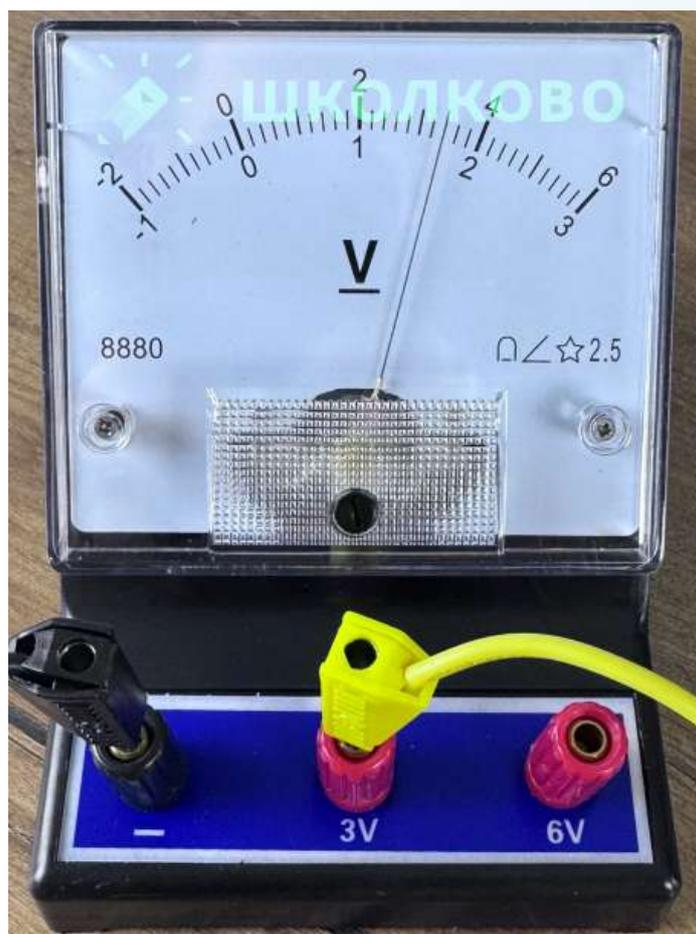
4) Верно

Да, это верно.

5) Неверно

Нет, при электронном бета распаде образуется новый элемент и электрон.

Задача 19 Определите напряжение на лампочке (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра.



Решение

Вольтметр подключен к левой клемме, то есть показания необходимо измерять по нижней шкале.

Цена деления равна:

$$\frac{2 \text{ В} - 1 \text{ В}}{10} = 0,1 \text{ В.}$$

Показания равны 1,7. То есть ответ $1,7 \pm 0,1 \text{ В}$.

Задача 20 Необходимо на опыте обнаружить зависимость объёма газа, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, от температуры. Имеются пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных температурах и давлениях (см. таблицу). Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

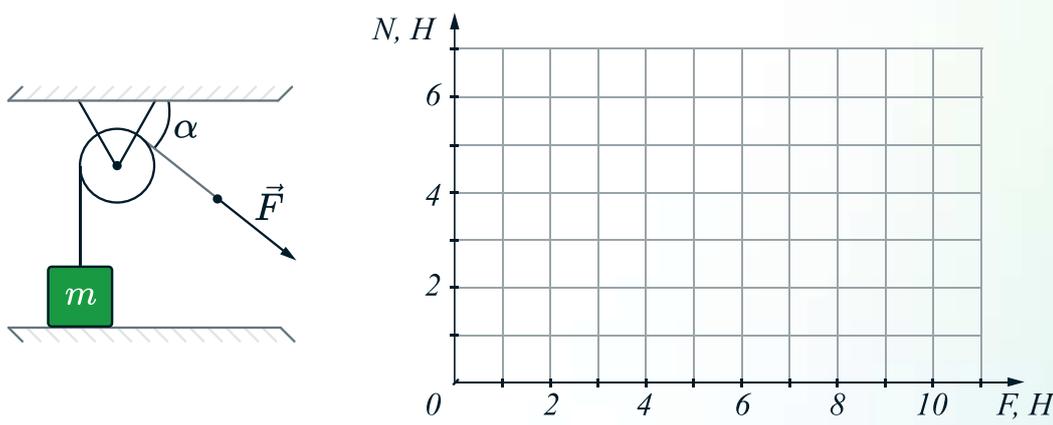
№ сосуда	Давление, кПа	Температура газа в сосуде, °C	Масса газа, г
1	60	80	10
2	60	100	10
3	80	60	5
4	90	80	15
5	100	60	5

Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

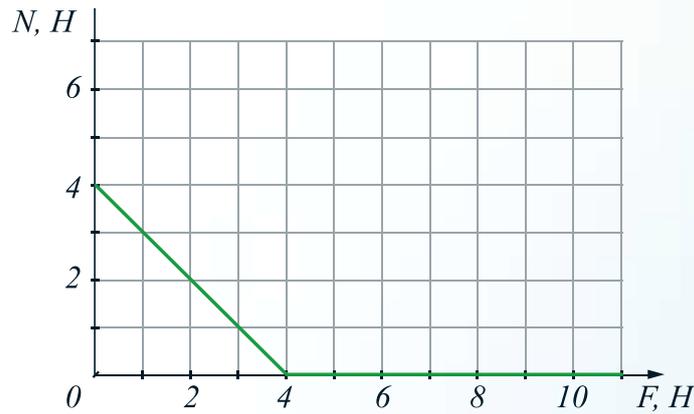
Решение

Необходимо взять все параметры одинаковые, кроме температуры газа

Задача 21 Лёгкая нить, привязанная к грузу массой $m = 0,4$ кг, перекинута через идеальный неподвижный блок. К правому концу нити приложена постоянная сила \vec{F} . Левая часть нити вертикальна, а правая наклонена под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рисунок). Постройте график зависимости модуля силы реакции стола N от F на отрезке $0 \leq F \leq 10$ Н. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Сделайте рисунок с указанием сил, приложенных к грузу.



Решение



В начале сила натяжения нити, равная силе F будет меньше, чем сила $mg = 4$ Н, поэтому по второму закону Ньютона

$$F - mg + N = ma$$

пока тело покоится, ускорение равно нулю, при $F = 0$, $N = mg = 4$ Н.

При силе от 0 до 4 Н, $N = mg - F$

При силе больше 4 Н, груз начнет отрываться от стола и двигаться с ускорением, а сила реакции опоры станет равна 0.

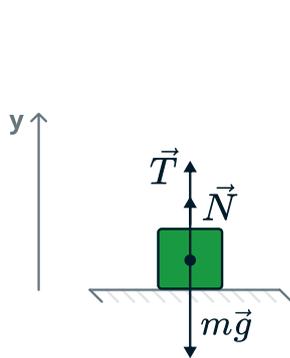


Рис. 1

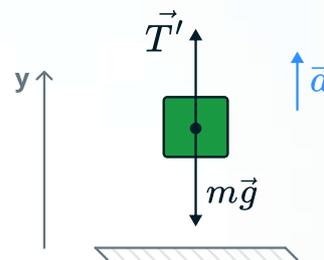


Рис. 2

Задача 22 В начале процесса температура куска свинца массой 1 кг равнялась $27^{\circ}C$. Ему передали количество теплоты, равное 47,7 кДж. Температура плавления свинца $327^{\circ}C$. Какова масса расплавившейся части свинца? Тепловыми потерями пренебречь.

Решение

Для начала свинец нагрели до температуры плавления $t = 327^{\circ}$, передав ему количество теплоты

$$Q_1 = cm(t - t_0),$$

где c – удельная теплоемкость свинца, m – масса свинца, t_0 – начальная температура свинца.

Оставшееся количество теплоты пошло на расплавку свинца массой M

$$Q_2 = \lambda M,$$

где λ – удельная теплота плавления свинца.

и в сумме они дадут 47,7 кДж

$$Q_1 + Q_2 = Q$$

Откуда масса расплавившейся части

$$M = \frac{Q - cm(t - t_0)}{\lambda} = \frac{47700 \text{ Дж} - 130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 300^\circ\text{C}}{2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж}/\text{кг}} = 348 \text{ г}$$

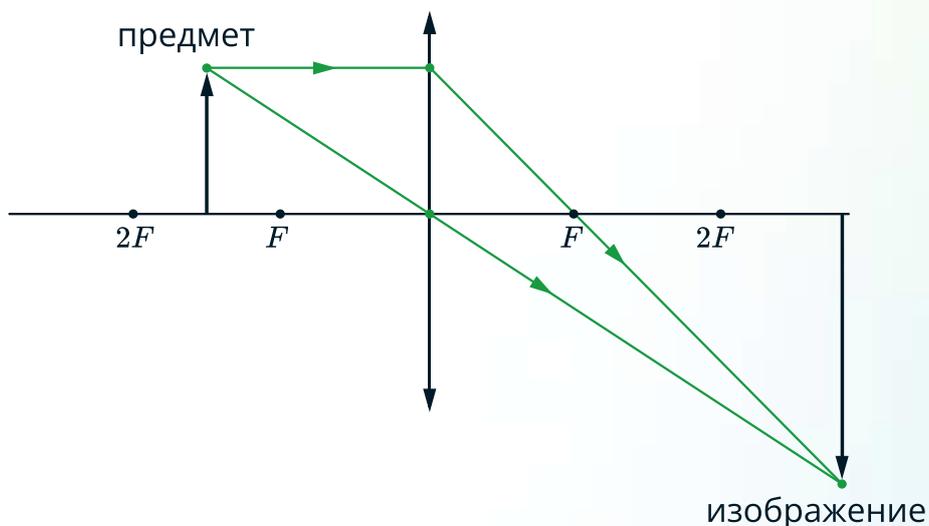
Задача 23 Предмет находится на расстоянии 25 см от тонкой собирающей линзы с оптической силой 5 дптр. На каком расстоянии от линзы находится изображение предмета? Постройте изображение предмета в линзе.

Решение

Определим фокусное расстояние линзы

$$F = \frac{1}{D} = \frac{1}{5 \text{ дптр}} = 20 \text{ см},$$

то есть предмет находится между фокусом и двойным фокусом линзы. Построим изображение предмета. Для этого один луч пускаем через центр линзы, где он не преломляется, а второй луч – параллельно главной оптической оси, после преломления в линзе он пройдет через фокус. Пересечение лучей даст изображение (см. рис.)



Формула тонкой линзы:

$$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f},$$

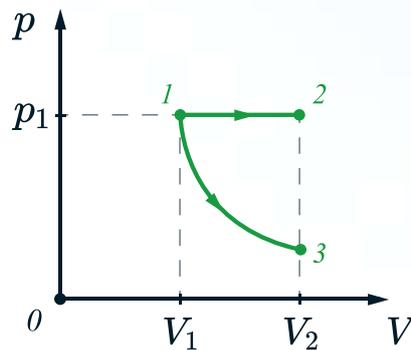
где d – расстояние от предмета до линзы

f – расстояние от изображения до линзы.

Отсюда выразим f

$$f = \frac{d}{dD - 1} = \frac{0,25 \text{ м}}{0,25 \text{ м} \cdot 5 \text{ дптр} - 1} = 1 \text{ м}.$$

Задача 24 Одно и то же постоянное количество одноатомного идеального газа расширяется из одного и того же начального состояния p_1, V_1 до одного и того же конечного объёма V_2 первый раз по изобаре 1-2, а второй – по адиабате 1-3 (см. рисунок). Отношение работы газа в процессе 1-2 к работе газа в процессе 1-3 равно $A_{12}/A_{13} = k = 2$. Чему равно отношение количества теплоты Q_{12} , полученного газом от нагревателя в ходе процесса 1-2, к модулю изменения внутренней энергии газа $|U_3 - U_1|$ в ходе процесса 1-3?



Решение

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона

$$pV = \nu RT$$

По первому закону термодинамики количество теплоты, полученное телом в процессе 1-2 равно

$$Q = \Delta U + A,$$

где Q – количество теплоты, полученное системой, ΔU – изменение внутренней энергии системы, A – работа газа.

Или с учетом уравнения Клапейрона-Менделеева

$$Q_{12} = U_2 - U_1 + A = \frac{3}{2} (\nu RT_2 - \nu RT_1) + p_1 (V_2 - V_1)$$

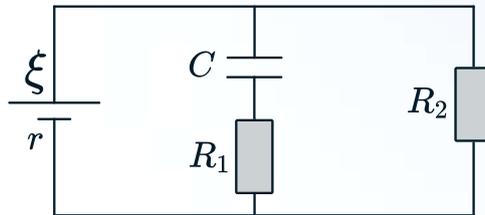
$$Q_{12} = \frac{3}{2}p_1(V_2 - V_1) + p_1(V_2 - V_1) = \frac{5}{2}p_1(V_2 - V_1) = \frac{5}{2}A_{12}$$

Процесс 1–3 адиабатный, значит, количество теплоты равно нулю и работа газа равна

$$A_{13} = |\Delta U_{13}| = |U_3 - U_1|$$

$$x = \frac{Q_{12}}{|U_3 - U_1|} = \frac{5A_{12}}{2A_{13}} = \frac{5}{2} \cdot k = 5$$

Задача 25 Напряженность электрического поля плоского конденсатора (см. рисунок) равна $E = 24$ кВ/м. Внутреннее сопротивление источника $r = 10$ Ом, ЭДС $\xi = 30$ В, сопротивления резисторов $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 40$ Ом. Найдите расстояние между пластинами конденсатора.



Решение

Так как конденсатор и резистор R_2 подключены параллельно, то напряжение на конденсаторе равно напряжению на R_2 . Напряжение на втором резисторе находится по формуле:

$$U_2 = I_2 R_2,$$

где I_2 – сила тока на втором резисторе. Так как через конденсатор ток не идет, то и через резистор R_1 ток тоже не идет, а значит по закону Ома для полной цепи ток через резистор R_2 равен:

$$I_2 = \frac{\xi}{R_2 + r}$$

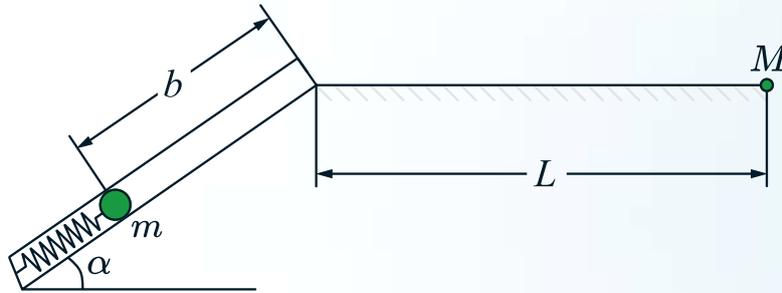
Напряжение связано с напряженностью формулой:

$$U = Ed,$$

где d – расстояние между пластинами конденсатора, выразим его.

$$d = \frac{U}{E} = \frac{I_2 R_2}{E} = \frac{\xi R_2}{R_2 + r} = \frac{30 \text{ В} \cdot 40 \text{ Ом}}{40 \text{ Ом} + 10 \text{ Ом}} = \frac{1200}{50} = 24 \text{ В} = 24 \cdot 10^3 \text{ В/м} = 10^{-3} \text{ м} = 1 \text{ мм}$$

Задача 26 Пружинное ружье наклонено под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Из ружья производят выстрел шарика, массой $m = 100$ г, он проходит расстояние $b = 0,5$ м и, вылетая из дула ружья, пролетает расстояние $L = 1$ м от дула ружья и падает в точку M , находящуюся на одном уровне с дулом ружья. Найдите энергию сжатия пружины. Трением о стенки дула пренебречь. Какие законы Вы используете для решения задачи? Обоснуйте их применение.



Обоснование

1. Введем инерциальную систему отсчёта (ИСО) связанную с землей.
2. Шарик движется поступательно, его размеры малы по сравнению с размерами установки, будем описывать шарик моделью материальной точки.
3. После отрыва от желоба шайба движется только под действием силы тяжести в отсутствии сопротивления воздуха. Сила тяжести является причиной ускорения свободного падения, направленного вертикально вниз.
4. При движении тела его сорость в направлении OX не изменяется, так как в направлении данной оси силы не действуют и движение по данной оси является равномерным и описывается формулами кинематики прямолинейного равномерного движения. По вертикальной оси OY тело обладает ускорением, поэтому движение по этой оси равноускоренное и описывается формулами кинематики прямолинейного равноускоренного движения.
5. Так как изменения механической энергии тела в ИСО равно работе всех непотенциальных сил, приложенных к телу, а в данном случае таких сил нет, то полная механическая энергия мяча при его движении сохраняется.
6. За нулевой уровень потенциальной энергии примем уровень, на котором изначально находится шарик.

Решение

В процессе движения по дулу будет справедлив закон сохранения энергии

$$E_n = E_k + E_{n1},$$

где E_n — потенциальная энергия сжатой пружины, E_k — кинетическая энергия шарика при вылете из ружья, а E_{n1} — потенциальная энергия шарика при вылете из желоба.

Расписав энергии по формулам получим:

$$E_n = \frac{mv^2}{2} + mgb \sin \alpha \quad (1)$$

Движение шайбы после вылета из дула рассмотрим с точки зрения кинематики. Движение по оси, направленной вдоль поверхности земли будет равномерное, а движения по оси, перпендикулярной поверхности, будет равнозамедленное, с ускорение g . Напишем уравнение координаты в точке M . Пусть ось Ox направлена вдоль поверхности, ось Oy направлена перпендикулярно поверхности движения.

$$\begin{cases} Ox : L = v_x t \\ Oy : 0 = v_y t + \frac{a_y t^2}{2} \end{cases}$$

Здесь a - ускорение

$$\begin{cases} Ox : L = vt \cos \alpha \\ Oy : 0 = vt \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

где v — скорость шарика при вылете из дула, t — время полета шарика. Выразим из второго уравнения время и подставим его в первое.

$$t = \frac{2v \sin \alpha}{g}$$

$$L = \frac{2v^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$$

Выразим из последнего уравнения v^2

$$v^2 = \frac{Lg}{\sin 2\alpha} \quad (2)$$

Подставим (2) в (1) и получим

$$E_n = \frac{mgL}{2 \sin 2\alpha} + mgb \sin \alpha = mg \left(\frac{L}{2 \sin 2\alpha} + b \sin \alpha \right)$$

$$E_n = 0,1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} \left(\frac{1 \text{ м}}{2 \cdot 1} + 0,5 \text{ м} \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \approx 0,85 \text{ Дж}$$



Курс по подготовке к ЕГЭ-2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

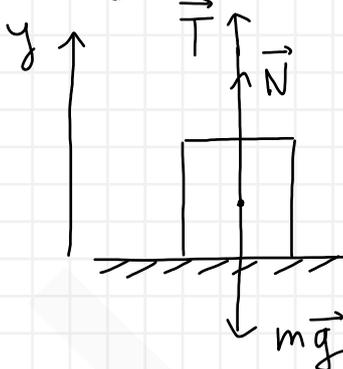
Дано:

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$0 \leq F \leq 10 \text{ Н}$$

Решение:



Запишем II закон Ньютона:

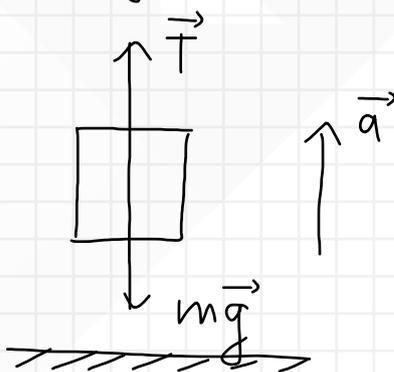
$$Oy: T + N - mg = 0$$

т.к. нить легкая и блок идеальный, модуль силы натяжения нити во всех точках одинаков $T = F$; $N = mg - F$

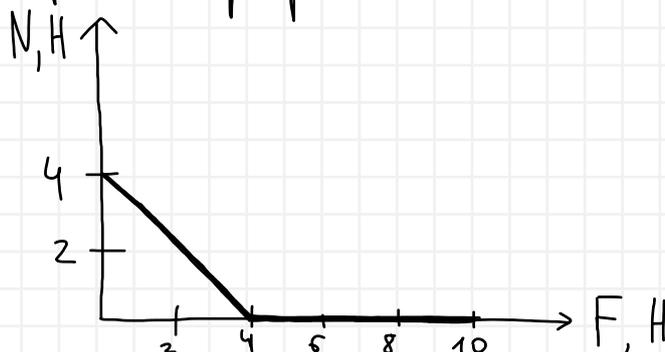
$$\text{при } F = 0: N = mg = 0,4 \cdot 10 = 4 \text{ Н}$$

$$\text{при } 0 < F \leq 4 \text{ Н}: N = mg - F$$

при $F > 4 \text{ Н}$ груз начнет отрываться от стола и двигаться с ускорением: $N = 0$



Построим график:





Курс по подготовке к ЕГЭ–2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

Дано:

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$Q = 47,7 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

$$t_0 = 27^\circ \text{C}$$

$$t = 327^\circ$$

$$\lambda = 2,5 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

 $M = ?$

Решение:

$$Q_1 = cm(t - t_0)$$

Q_1 – количество теплоты, которое пошло на нагрев свинца до температуры плавления.

$$Q_2 = \lambda \cdot M$$

Q_2 – количество теплоты, которое пошло на расплавку свинца массой M

Запишем уравнение теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 = Q$$

$$cm(t - t_0) + \lambda M = Q$$

$$M = \frac{Q - cm(t - t_0)}{\lambda}$$

$$M = \frac{47,7 \cdot 10^3 - 130 \cdot (327 - 27)}{2,5 \cdot 10^4} = 0,348 \text{ кг} = 348 \text{ г}$$

Ответ: 348 г



Курс по подготовке к ЕГЭ-2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

№23

Дано:

$$d = 25 \text{ см}$$

$$D = 5 \text{ дптр}$$

$f = ?$

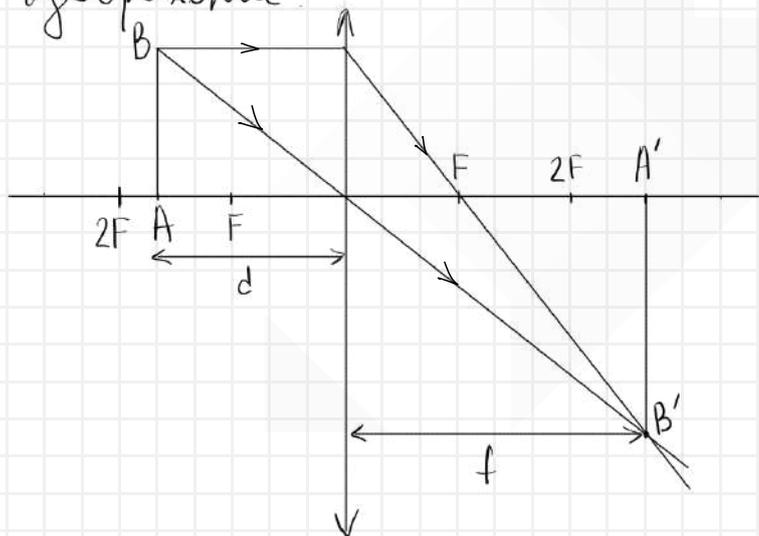
Решение:

Найдём фокус. расстояние линзы. $F = \frac{1}{D} = \frac{1}{5} =$

$$= 0,2 \text{ м} = 20 \text{ см}$$

Предмет находится между фокусом и двойным фокусом линзы

построим изображение предмета. Для этого один луч пускаем через центр линзы, где он не преломляется, а второй луч параллельно оптической оси, после преломления в линзе он пройдет через фокус. Пересечение лучей даст изображение.



AB - предмет

A'B' - изображение

по формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{Fd}{F-d}$$

$$f = \frac{20 \cdot 25}{25 - 20} = 100 \text{ см}$$

Ответ: 100 см



Курс по подготовке к ЕГЭ-2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

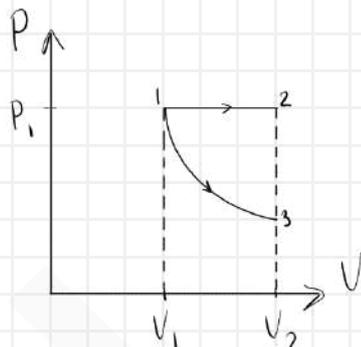
ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

№ 24

Дано:

$$\frac{A_{12}}{A_{13}} = k = 2$$

$$\frac{Q_{12}}{|U_3 - U_1|} = ?$$



Решение:

Рассмотрим процесс 1-2 (изобарный):

Работа в процессе 1-2 (A_{12}):

$$A_{12} = p_1 (V_2 - V_1)$$

Изменение внутр. энергии в процессе 1-2 (ΔU_{12}):

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} p_1 (V_2 - V_1), \text{ давление постоянное } - p_1$$

по I закону термодинамики кол-во теплоты в процессе 1-2 (Q_{12}):

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{5}{2} p_1 (V_2 - V_1) = \frac{5}{2} A_{12}$$

$$A_{12} = \frac{2}{5} Q_{12}$$

Рассмотрим процесс 1-3 (адиабатный):

кол-во теплоты в этом процессе (Q_{13}): $Q_{13} = 0$.

по I закону термодинамики:

$$Q_{13} = A_{13} + \Delta U_{13}, \text{ где } \begin{cases} A_{13} - \text{ работа в процессе 1-3} \\ \Delta U_{13} - \text{ изменение внутр. энергии в процессе 1-3} \end{cases}$$

$$\Delta U_{13} = U_3 - U_1, \quad U_1 \text{ и } U_3 - \text{ внутр. энергии в точках 1 и 3 соответственно.}$$

$$A_{13} = -\Delta U_{13} = |U_3 - U_1|$$

по условию известно:

$$\frac{A_{12}}{A_{13}} = k, \text{ подставим выраженные работы: } \frac{2Q_{12}}{5|U_3 - U_1|} = k \Rightarrow \frac{Q_{12}}{|U_3 - U_1|} = \frac{5}{2}k = \frac{5}{2} \cdot 2 = 5$$

$$\text{Ответ: } \frac{Q_{12}}{|U_3 - U_1|} = 5$$



Курс по подготовке к ЕГЭ-2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

№25.

Дано:

$$E = 24 \text{ кВ/м}$$

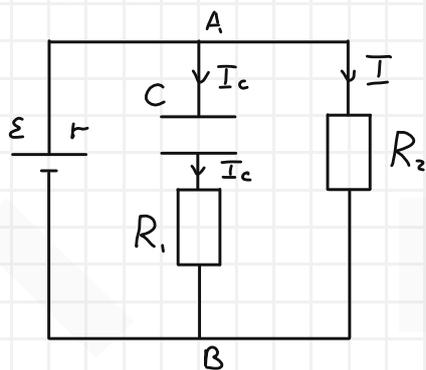
$$r = 10 \text{ Ом}$$

$$\mathcal{E} = 30 \text{ В}$$

$$R_1 = 20 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 40 \text{ Ом}$$

Решение:



Будем искать расстояние d между пластинами конденсатора d через напряжение на конденсаторе U_c :

$$U_c = E \cdot d$$

$$\Rightarrow d = \frac{U_c}{E}$$

d - ?

Найдем тогда U_c .

По св-ву последовательного соединения: напряжение на участке АВ (U_{AB}) равно сумме напряжений на конденсаторе (U_c) и на резисторе R_1 (U_{R_1}): $U_{AB} = U_c + U_{R_1}$.

В установившемся режиме ток через конденсатор не идет ($I_c = 0$).

Тогда по 3-му Ома для участка цепи: $U_{R_1} = I_c \cdot R_1 = 0$

Значит, $U_{AB} = U_c$.

По св-ву параллельного соединения:

$$U_{AB} = U_{R_2} \text{ — напряжение на резисторе } R_2 \Rightarrow U_c = U_{R_2}$$

Из закона Ома для всей цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_2}$

Тогда по закону Ома для участка цепи: $U_{R_2} = I R_2$.

$$\text{Окончательно: } d = \frac{U_c}{E} = \frac{U_{R_2}}{E} = \frac{I R_2}{E} = \frac{\mathcal{E} R_2}{E(r + R_2)}$$

$$d = \frac{30 \cdot 40}{24 \cdot 10^3 (10 + 40)} = 1 \text{ мм}$$

Ответ: 1 мм.



Курс по подготовке к ЕГЭ–2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

№26.

Дано:

$$\alpha = 45^\circ$$

$$m = 100 \text{ г}$$

$$b = 0,5 \text{ м}$$

$$L = 1 \text{ м}$$

$E_{\text{пр}} - ?$

Обоснование:

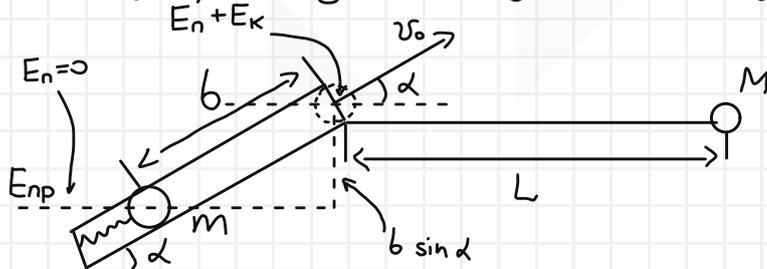
1. Введем инерциальную систему отсчета, связанную с Землей.

2. Будем считать шарик материальной точкой, т.к. его размеры малы по сравнению с размерами установки.

3. Т.к. работа непотенциальных сил, действующих на тело, равна изменению мех. энергии тела в ИСО, а в данной задаче это только сила реакции опоры N (т.к. $\vec{N} \perp \vec{v}$ в

каждый момент движения, то ее мощность, а следовательно и работа, равны нулю), трением о стенки пренебрегаем, то выполняется закон сохранения энергии. За нулевой уровень потенциальной энергии будем считать уровень начального положения шарика.

4. Во время полета на тело действует только сила тяжести, направленная против оси Oy . Поэтому вдоль оси Ox тело движется равномерно, а вдоль оси Oy — равноускоренно (с ускорением свободного падения g).



По закону сохранения энергии для начального момента и момента вылета из дула:

$$E_{\text{пр}} = E_n' + E_k$$



Курс по подготовке к ЕГЭ–2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

Здесь

$E'_n = mgb \sin \alpha$ - потенциальная энергия в момент вылета

$E_k = \frac{mv_0^2}{2}$ - кинетическая энергия в момент вылета

Найдем неизвестную начальную скорость v_0 .

По ф-лам для движения тела, брошенного под углом α к горизонту:

$$\begin{cases} x(t) = x_0 + v_0 \cos \alpha t \\ y(t) = y_0 + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

Совместим начало координат с точкой вылета шарика из дула:

$$x_0 = 0, y_0 = 0.$$

Тогда для момента падения:

$$\begin{cases} L = v_0 \cos \alpha t_n \\ 0 = v_0 \sin \alpha t_n - \frac{gt_n^2}{2} \end{cases}, \text{ где } t_n - \text{ время падения}$$

Выразим t_n из второго уравнения и подставим в первое:

$$t_n^2 g = 2 v_0 \sin \alpha t_n \mid : t_n \neq 0, \text{ т.к. } t_n = 0 \text{ с - это время для нач. точки}$$

$$t_n = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$L = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$$

Отсюда

$$v_0 = \sqrt{\frac{Lg}{\sin 2\alpha}}$$

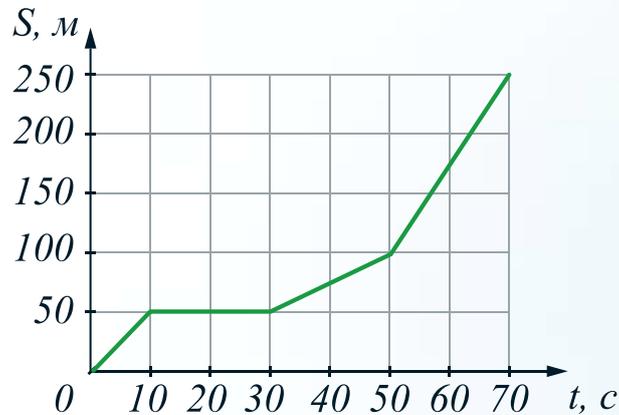
Тогда

$$E_{np} = mgb \sin \alpha + \frac{mv_0^2}{2} = mgb \sin \alpha + \frac{mLg}{2 \sin 2\alpha} = 0,1 \cdot 10 \cdot 0,5 \cdot \sin 45^\circ +$$

$$+ \frac{0,1 \cdot 10 \cdot 1}{2 \sin(2 \cdot 45^\circ)} \approx 0,85 \text{ Дж} \quad \text{Ответ: } 0,85 \text{ Дж.}$$

Вариант №2

Задача 1 На рисунке представлен график зависимости пути S велосипедиста от времени t . Найдите скорость велосипедиста в интервале времени от 50 до 70 с.



Решение

При равномерном движении путь определяется по формуле:

$$S = vt,$$

где v – скорость, t – время. Значит, графиком равномерного движения будет прямая, что подходит под наш случай. При этом путь равен:

$$S = 250 - 100 = 150 \text{ м}$$

Движение равномерное, скорость вычисляется по формуле:

$$v = \frac{S}{t} = \frac{150 \text{ м}}{20 \text{ с}} = 7,5 \text{ м/с}$$

Задача 2 Тело движется по горизонтальной плоскости. Нормальная составляющая силы воздействия тела на плоскость равна 40 Н, сила трения равна 10 Н. Определите коэффициент трения скольжения.

Решение

Сила трения равна:

$$F_{\text{тр}} = \mu N,$$

где N – Нормальная составляющая силы воздействия тела на плоскость.

Откуда коэффициент трения:

$$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N} = \frac{10 \text{ Н}}{40 \text{ Н}} = 0,25$$

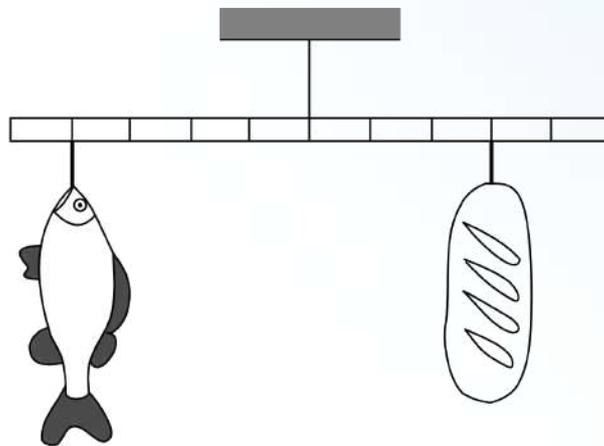
Задача 3 Отношение импульса автобуса к импульсу грузового автомобиля $\frac{p_1}{p_2} = 2,8$. Каково отношение их масс $\frac{m_1}{m_2}$, если отношение скорости автобуса к скорости грузового автомобиля $\frac{v_1}{v_2} = 2$?

Решение

Импульс равен массе, умноженной на скорость: $p = mv$ Тогда

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{v_2}{v_1} = 2,8 \cdot 0,5 = 1,4.$$

Задача 4 Мальчик взвесил рыбу на самодельных весах из лёгкой удочки (см. рисунок). В качестве гири он использовал батон хлеба массой 0,4 кг. Определите массу рыбы.



Решение

Пусть M_1 – момент силы, приложенной к рычагу справа, а M_2 – слева. Чтобы рычаг находился в равновесии, моменты сил, действующих на него слева и справа, должны быть равны:

$$M_1 = M_2$$

В то же время момент силы M по определению равен произведению силы на ее плечо:

$$M = F \cdot l,$$

где F – величина силы, приложенной слева; l – длина плеча слева. Исходя из этого получаем, что:

$$F_1 l_1 = F_2 l_2$$

Сила равна $F_1 = m_1g$, $F_2 = m_2g$. Тогда

$$m_1l_1 = m_2l_2 \Rightarrow m_2 = m_1 \frac{l_1}{l_2} = 0,4 \text{ кг} \frac{3 \text{ кл.}}{4 \text{ кл.}} = 0,3 \text{ кг.}$$

Задача 5 В лабораторных опытах по изучению закона Гука две пружины с различной жёсткостью прикрепили к штативу, поочерёдно подвешивали к ним грузы разной массы и измеряли линейкой удлинение пружин. Результаты опытов с учётом погрешностей представлены в таблице.

№ опыта	№ пружины	Масса груза m , г	Удлинение пружины Δl , см
1	пружина № 1	100	$1,9 \pm 0,1$
2	пружина № 1	200	$4,1 \pm 0,1$
3	пружина № 1	300	$6,0 \pm 0,1$
4	пружина № 2	200	$1,9 \pm 0,1$
5	пружина № 2	300	$2,9 \pm 0,1$
6	пружина № 2	400	$4,1 \pm 0,1$

Выберите все утверждения, соответствующих результатам этих опытов, и укажите их номера.

- 1) Закон Гука выполняется только для пружины № 1.
- 2) Жёсткость пружины № 1 в 2 раза меньше, чем у пружины № 2.
- 3) Жёсткость пружины № 1 равна 500 Н/м.
- 4) Жёсткость пружины № 2 равна 10 Н/м.
- 5) Если к пружине № 2 подвесить груз 500 г, то её удлинение составит $5,0 \pm 0,1$ см.

Решение

- 1) Для пружины справедлива следующая запись:

$$F_{\text{упр}} = k\Delta x = mg$$

Из таблицы для 1-ой и 2-ой пружины видно, что с увеличением массы удлинение пружины увеличивается пропорционально (во столько же раз), следовательно закон Гука справедлив для двух пружин.

Утверждение 1 – **Неверно**

- 2) Закон Гука:

$$F_{\text{упр}} = k\Delta x = mg$$

$$k = \frac{mg}{\Delta x}$$

Для первой пружины:

$$k_1 = \frac{0,1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}}{0,02 \text{ м}} = 50 \text{ Н/м}$$

Для второй пружины:

$$k_2 = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}}{0,02 \text{ м}} = 100 \text{ Н/м}$$

$k_1 < k_2 \Rightarrow$ Утверждение 2 – Верно

3) Утверждение 3 – Неверно

$$k_1 = \frac{0,1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}}{0,02 \text{ м}} = 50 \text{ Н/м}$$

4) Утверждение 4 – Неверно

$$k_2 = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}}{0,02 \text{ м}} = 100 \text{ Н/м}$$

5) При жесткости второй пружины 100 Н/м и грузе $m = 0,5$ кг, удлинение будет равно 0,05.

Утверждение 5 – Верно

Задача 6 Камень подбросили вверх. Как меняются по мере подъёма ускорение камня и его потенциальная энергия? Сопротивление воздуха не учитывать.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение камня	Потенциальная энергия камня

Решение

Ускорение камня равно ускорению свободного падения g , значит, по мере подъёма оно не изменяется. Потенциальная энергия равна:

$$E = mgh,$$

где m – масса камня, h – высота подъёма камня.

Так как по мере подъёма высота увеличивается, то и увеличивается потенциальная энергия.

Задача 7 В сосуде неизменного объёма находится разреженный газ в количестве 3 моль. Во сколько раз изменится давление газа в сосуде, если выпустить из него 2 моль газа, а абсолютную температуру газа увеличить в 6 раз?

Решение

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для первого и второго случая:

$$\begin{cases} p_1 V = \nu_1 R T_1 \\ p_2 V = \nu_2 R T_2 \end{cases}$$

где p_1 и p_2 — давления газа в первом и втором случаях, V — объём газа, ν_1 и ν_2 — количество вещества в первом и втором случаях, R — универсальная газовая постоянная, T_1 и T_2 — абсолютная температура в первом и втором случаях.

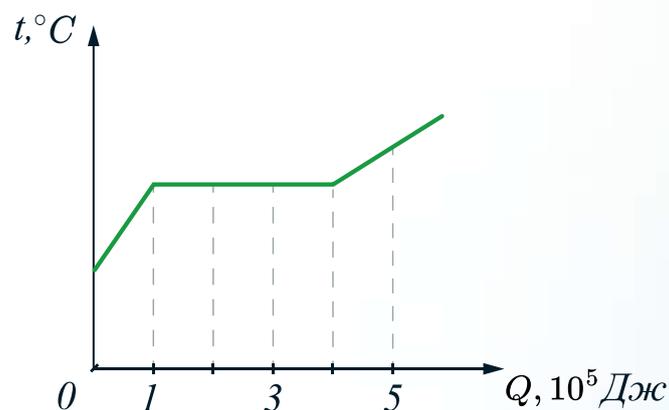
Поделив одно уравнение на другое, получим:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{\nu_2 T_2}{\nu_1 T_1}$$

Так как $T_2 = 6T_1$, то:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{\nu_2 \cdot 6T_1}{\nu_1 \cdot T_1} = \frac{\nu_2 \cdot 6}{\nu_1} = \frac{1 \text{ моль} \cdot 6}{3 \text{ моль}} = 2$$

Задача 8 На рисунке показан график изменения температуры вещества, находящегося в закрытом сосуде, по мере поглощения им количества теплоты. Масса вещества равна 0,5 кг. Первоначально вещество было в жидком состоянии. Какова удельная теплота парообразования вещества?



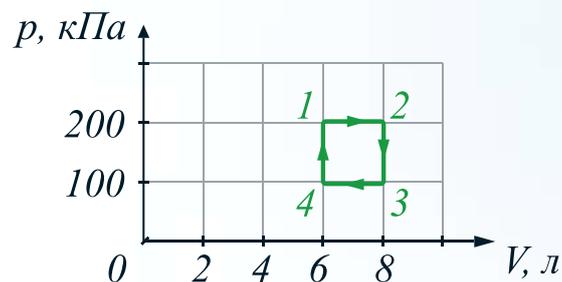
Решение

Парообразование происходит на горизонтальном участке, при этом веществом было по-

лучено $3 \cdot 10^5$ Дж. Откуда удельная теплота парообразования:

$$L = \frac{Q}{m} = \frac{300 \text{ кДж}}{0,5 \text{ кг}} = 600 \text{ кДж/кг}$$

Задача 9 С идеальным газом происходит циклический процесс 1-2-3-4-1, pV-диаграмма которого представлена на рисунке. Максимальная температура, достигаемая газом в этом процессе, составляет 400 К. На основании анализа этого циклического процесса выберите все верные утверждения.



- 1) Количество вещества газа, участвующего в циклическом процессе, превышает 0,5 моля.
- 2) Работа газа при его изобарном расширении равна 400 Дж.
- 3) Работа, совершённая над газом при его изобарном сжатии, равна 100 Дж.
- 4) На участке 2-3 газ отдаёт положительное количество теплоты.
- 5) Минимальная температура газа в циклическом процессе равна 100 К.

Решение

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT,$$

где ν – количество вещества, T – температура.

Отсюда температура:

$$T = \frac{pV}{\nu R},$$

То есть максимум достигается в точке 2, так как там и давление и объём максимальны.

1) **Неверно**

Из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$$\nu = \frac{p_2 V_2}{RT_2} = \frac{200 \cdot 10^3 \cdot 8 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 400} \approx 0,48 \text{ моль}$$

2) **Верно**

Изобарное расширение 1-2, работу можно найти как площадь под графиком:

$$A_{12} = 200 \cdot 10^3 \cdot (8 - 6) \cdot 10^{-3} = 400 \text{ Дж}$$

3) **Неверно**

Изобарное сжатие 3-4, работу можно найти как площадь под графиком:

$$A_{12} = 100 \cdot 10^3 \cdot (8 - 6) \cdot 10^{-3} = 200 \text{ Дж}$$

4) **Верно**

Запишем первое начало термодинамики:

$$Q = \Delta U + A,$$

где ΔU – изменение внутренней энергии, A – работа газа.

В процессе 2-3 объём постоянен, значит, работа газа равна нулю.

При этом $\Delta U \sim T$, а по закону Шарля:

$$\frac{p}{T} = \text{const},$$

тогда при уменьшении давления температура также уменьшается и $\Delta U < 0, Q < 0$.

5) **Неверно**

Из уравнения Менделеева-Клапейрона минимальная температура будет в точке 4, при этом

$$T_4 = \frac{p_4 V_4}{\nu R}$$
$$T_2 = \frac{p_2 V_2}{\nu R},$$

Тогда

$$T_4 = \frac{p_4 V_4}{p_2 V_2} T_2 = \frac{100 \cdot 10^3 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{200 \cdot 10^3 \cdot 8 \cdot 10^{-3}} 400 = 150 \text{ К}$$

Задача 10 В закрытом сосуде постоянного объёма при комнатной температуре долгое время находится влажный воздух. На стенках внутри сосуда видна обильная роса. Температуру воздуха медленно увеличили на 20 К. Роса на стенках сосуда при этом не пропала. Как изменились при этом концентрация молекул водяного пара и относительная влажность воздуха в сосуде?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Концентрация молекул водяного пара в сосуде	Относительная влажность воздуха в сосуде

Решение

Из того, что на стенках видна обильная роса следует, что пар в сосуде является насыщенным. Т.е. относительная влажность 100 %. Т.к. после увеличения температуры роса так и осталось, то относительная влажность не изменилась и осталась равной 100 %. При увеличении температуры все больше и больше молекул могут «вырваться» с поверхности воды и все больше молекул может находиться в состоянии пара (газа) за счёт увеличения их кинетической энергии.

Задача 11 Сила тока, текущего по проводнику, равна 10 А. За какое время через проводник протечёт заряд 50 Кл?

Решение

Используем определение силы тока:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

Выразим время:

$$\Delta t = \frac{\Delta q}{I} = \frac{50}{10} = 5 \text{ с}$$

Задача 12 Энергия магнитного поля катушки с током равна 0,72 Дж. Индуктивность катушки равна 10 мГн. Какова сила тока в катушке?

Решение

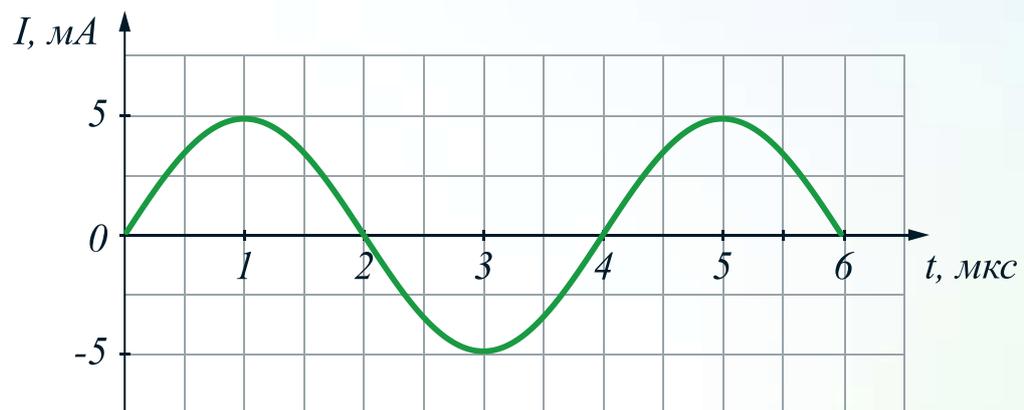
Энергия магнитного поля в катушке:

$$W = \frac{LI^2}{2},$$

где L – индуктивность, I – сила тока.

$$I = \sqrt{\frac{2W}{L}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,72 \text{ Дж}}{10 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}}} = 12 \text{ А}$$

Задача 13 На рисунке приведена зависимость силы тока от времени в катушке колебательного контура. Каким станет период свободных колебаний силы тока в этом контуре, если катушку в нём заменить на другую, индуктивность которой в 4 раза больше?



Решение

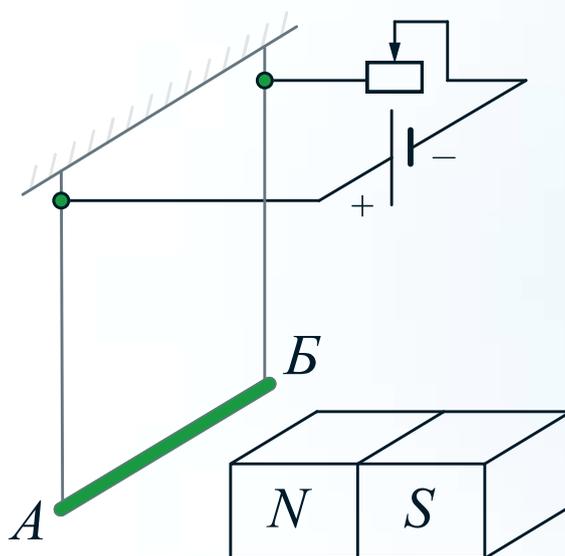
Период колебаний электромагнитного контура вычисляется по формуле Томсона:

$$T = 2\pi\sqrt{LC},$$

где L – индуктивность катушки, C – ёмкость конденсатора.

При увеличении индуктивности в 4 раза период увеличится в 2 раза и станет равным 8 мкс

Задача 14 Алюминиевый проводник АБ подвешен на тонких медных проволочках и подключён к источнику постоянного напряжения так, как показано на рисунке. Справа от проводника находится северный полюс постоянного магнита. Ползунок реостата плавно перемещают вправо.



Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения.

- 1) Сопротивление реостата уменьшается.
- 2) Линии индукции магнитного поля, созданного магнитом, вблизи проводника АБ направлены вправо.
- 3) Сила Ампера, действующая на проводник АБ, увеличивается.
- 4) Силы натяжения проволочек, на которых подвешен проводник АБ, увеличиваются.
- 5) Сила тока, протекающего по проводнику АБ, уменьшается.

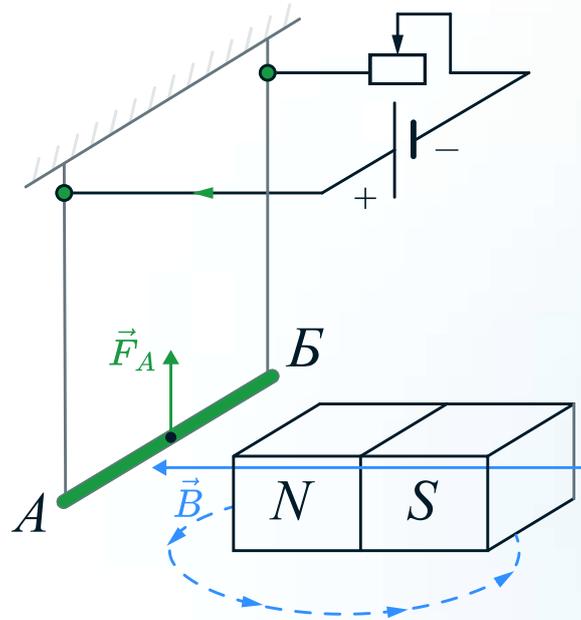
Решение

- 1) **Неверно**

При перемещении ползунка реостата вправо его сопротивление увеличивается

- 2) **Неверно**

Силовые линии "выходят" из северного полюса и "входят" в южный (см. рис.)



3) Неверно

Ток по проводнику течет от "+" к "-" (см .рис. пункт 2). Для определения направления силы Ампера воспользуемся правилом левой руки. Силовые линии входят в ладонь, 4 пальца левой руки направляем вдоль силы тока, следовательно, сила Ампера направляется вверх (см .рис. пункт 2). Найдем её модуль:

$$F_A = IBl,$$

где I – сила тока через проводник, B – модуль вектора магнитной индукции, l – длина проводника.

Сила тока через проводник равна силе тока в цепи, которая вычисляется по формуле:

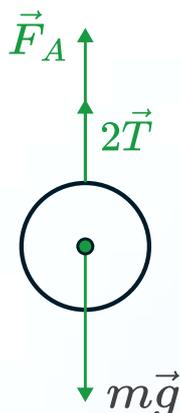
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r},$$

где \mathcal{E} – ЭДС источника, R – сопротивление реостата, r – внутреннее сопротивление источника.

Так как сопротивление увеличивается, то сила тока уменьшается, следовательно, уменьшается и сила Ампера.

4) Верно

Расставим силы, действующие на проводник



Здесь T – сила натяжения нити (так как их 2, то действует $2T$), mg – сила тяжести. Запишем второй закон Ньютона. с учетом, что проводник покоится:

$$F_A + 2T = mg$$

Так как сила Ампера уменьшается, то сила натяжения нитей увеличивается

5) Верно

см. пункт 3

Задача 15 Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на двойном фокусном расстоянии от неё. Его начинают удалять от линзы. Как меняются при этом расстояние от линзы до изображения предмета и размер изображения?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Расстояние от линзы до изображения	Размер изображения

Решение

1) По формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d'}$$

где F – фокусное расстояние линзы, f – расстояние от линзы, до изображения, d – расстояние от предмета, до линзы.

Анализируя, что фокусное расстояние постоянно, а $\frac{1}{d}$ уменьшается, то $\frac{1}{f}$ увеличивается, следовательно, f уменьшается.

2) Увеличение равно:

$$\Gamma = \frac{f}{d},$$

так как d увеличивается, а f уменьшается, то увеличение изображения уменьшается и размер изображения уменьшается.

Задача 16 Период полураспада изотопа европия ${}_{63}^{156}\text{Eu}$ равен 15 дням. Какая масса этого изотопа распалась за 45 дней в образце, содержащем первоначально 80 мг ${}_{63}^{156}\text{Eu}$?

Решение

Закон радиоактивного распада:

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}},$$

где N — количество оставшихся ядер, N_0 — начальное количество ядер, t — время, T — период полураспада.

Найдем массу нераспавшегося изотопа за время $t = 45$ дней:

$$N = 80 \cdot 2^{-\frac{45}{15}} = 10 \text{ мг}$$

Тогда масса распавшегося изотопа, равна $80 - 10 = 70$ мг

Задача 17 При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только зелёный свет, а во второй – только синий свет. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение. Как изменяются частота световой волны и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Частота световой волны, падающей на фотоэлемент	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

Решение

Изменение частоты световой волны можно найти из фразы «Каждый Охотник Желает Знать Где Сидит Фазан», в которой соответствующие цвета расположены в порядке возрастания частот. То есть синий цвет (буква С во фразе) будет иметь большую частоту, чем зеленый (буква З во фразе), то есть частота возрастает от опыта к опыту.

Запишем уравнение Эйнштейна:

$$E_{\phi} = A_{\text{ВЫХ}} + E_{\text{кин}}$$

Энергию фотона найдем по формуле $E_{\phi} = h\nu$, так как частота световой волны ν увеличивается, работа выхода $A_{\text{ВЫХ}}$ постоянна, то максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов увеличивается.

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При равномерном прямолинейном движении за любые равные промежутки времени тело совершает одинаковые перемещения.
- 2) Средняя кинетическая энергия поступательного теплового движения молекул газа обратно пропорциональна абсолютной температуре газа.
- 3) В однородном электростатическом поле работа по перемещению заряда между двумя точками не зависит от траектории.
- 4) При переходе электромагнитной волны из оптически менее плотной в оптически более плотную среду частота волны уменьшается.
- 5) При электронном β -распаде масса ядра остаётся практически неизменной.

Решение

1) Верно

При равномерном прямолинейном движении скорость постоянна, значит, за любые равные промежутки времени тело совершает одинаковые перемещения.

2) Неверно

Средняя кинетическая энергия равна:

$$E = \frac{3}{2}kT,$$

где T – температура.

3) Верно

Работа равна

$$A = qU,$$

где q – заряд, U – разность потенциалов.

То есть действительно не зависит от траектории.

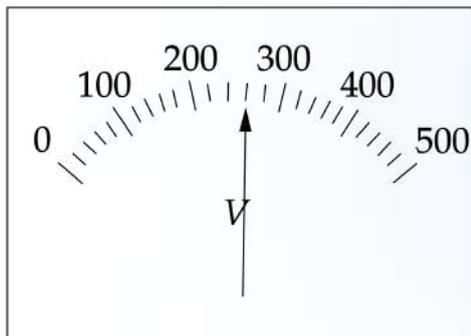
4) Неверно

Нет.

5) Верно

Да, выделяется электрон, который не имеет массового числа

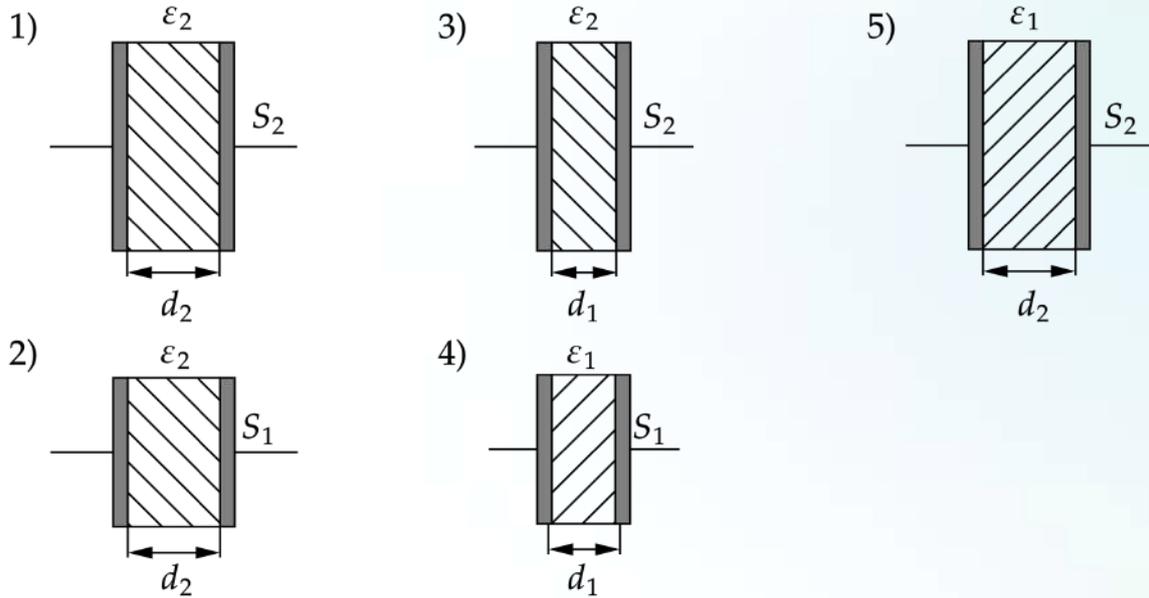
Задача 19 Запишите результат измерения электрического напряжения, учитывая, что погрешность равна половине цены деления. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела. Вольтметр показывает значения в вольтах.



Решение

Цена деления равна $\frac{200 - 100}{5} = 20$ В, значит погрешность равна 10 В. Из рисунка видно, что показания составляют 260±10.

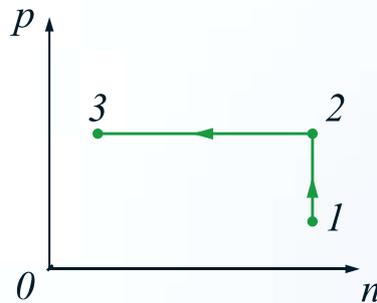
Задача 20 Необходимо экспериментально изучить зависимость ёмкости плоского конденсатора от расстояния между его пластинами. На всех представленных ниже рисунках S – площадь пластин конденсатора, d – расстояние между пластинами конденсатора, ε – диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами. Какие два конденсатора следует использовать для проведения такого исследования?



Решение

Необходимо выбрать все одинаковые свойства, кроме расстояния между пластинами. То есть 1 и 3.

Задача 21 Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, график которого изображён на рисунке в координатах $p - n$, где p – давление газа, n – его концентрация. Определите, получает газ теплоту или отдаёт в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.



Решение

1. По первому закону термодинамики

$$Q = \Delta U + A, \quad (1)$$

где ΔU – изменение внутренней энергии, A – работа газа.

Внутренняя энергия равна

$$U = \frac{3}{2} \nu RT, \quad (2)$$

где ν – количество газа, T – температура газа.

А давление можно найти по формуле:

$$p = nkT \quad (3)$$

2. Процесс 1–2.

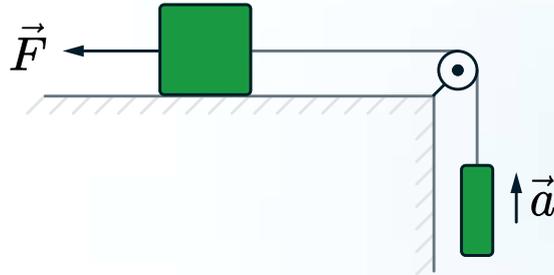
Концентрация постоянна, давление увеличивается, значит, и температура увеличивается (формула (3)). Из уравнения Менделеева-Клапейрона $PV = \nu RT$ объем будет постоянен. Так как объем постоянен, то работа газа равна 0, а из-за увеличения температуры увеличивается и внутренняя энергия, значит, газ получает некоторое количество теплоты.

Процесс 2–3

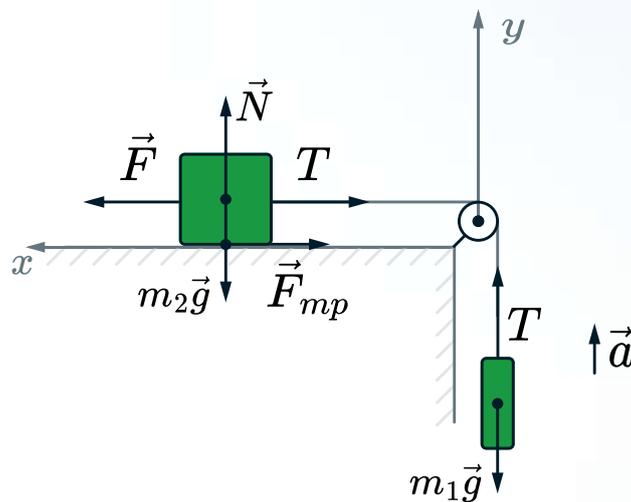
Давление постоянно, концентрация уменьшается, по формуле (3) температура увеличивается, значит, увеличивается и внутренняя энергия. Из уравнения Менделеева-Клапейрона $PV = \nu RT$ следует, что объем будет увеличиваться, а значит работа газа положительна.

По формуле (1) $Q > 0$.

Задача 22 Груз массой 1 кг, находящийся на столе, связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с другим грузом. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила, \vec{F} равная по модулю 10 Н (см. рисунок). Второй груз движется из состояния покоя с ускорением 2 м/с^2 , направленным вверх. Коэффициент трения скольжения первого груза по поверхности стола равен 0,2. Чему равна масса второго груза?



Решение



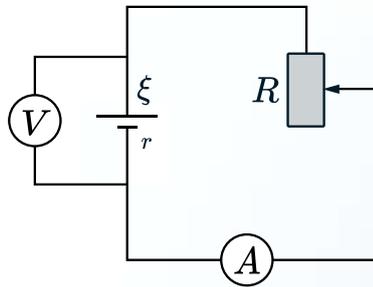
Так как бруски связаны нерастяжимой нитью, то они будут двигаться с одинаковым ускорением, которое будет создаваться силой F , которой препятствуют сила тяжести второго бруска m_2g и сила трения первого бруска $F_{\text{тр}} = \mu m_1g$ Тогда второй закон Ньютона можно записать в виде

$$m_1a + m_2a = F - m_2g - \mu m_1g$$

Отсюда масса второго груза

$$m_2 = \frac{F - m_1(\mu g + a)}{a + g} = \frac{10 \text{ Н} - 1 \text{ кг}(0,2 \cdot 10 \text{ Н/кг} + 2 \text{ Н/кг})}{10 \text{ Н/кг} + 2 \text{ Н/кг}} = 0,5 \text{ кг}$$

Задача 23 При одном сопротивлении реостата вольтметр показывает 6 В, амперметр - 1 А. При другом сопротивлении реостата показания приборов 4 В и 2 А. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока? Амперметр и вольтметр считать идеальными.



Решение

По закону Ома для полной цепи сила тока равна:

$$I = \frac{\xi}{R + r},$$

где ξ - ЭДС источника, R - сопротивление реостата, r - внутреннее сопротивление источника.

Для участка цепи:

$$U = IR,$$

где U - напряжение на участке.

Тогда

$$\xi = U_1 + I_1 r$$

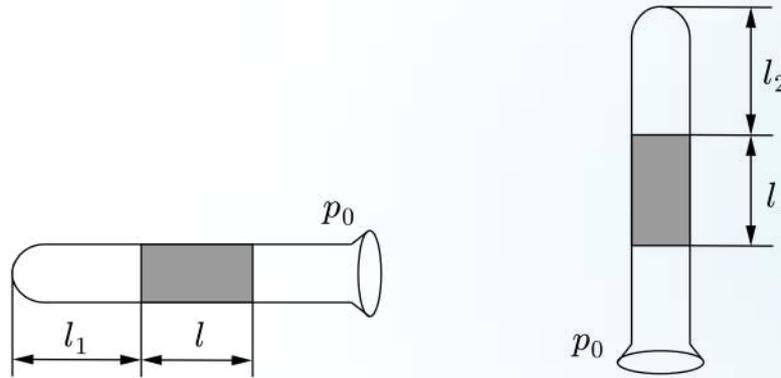
$$\xi = U_2 + I_2 r$$

Или

$$U_1 + I_1 r = U_2 + I_2 r \Rightarrow r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} = \frac{6 \text{ В} - 4 \text{ В}}{2 \text{ А} - 1 \text{ А}} = 2 \text{ Ом}$$

Задача 24 В запаянной с одного конца трубке находится влажный воздух, отделённый от атмосферы столбиком ртути длиной $l = 76$ мм. Когда трубка лежит горизонтально, относительная влажность воздуха φ_1 в ней равна 80%. Какой станет относительная влажность этого воздуха φ_2 , если трубку поставить вертикально, открытым концом вниз? Атмосферное давление равно 760 мм рт. ст. Температуру считать постоянной.

Решение



Относительная влажность равна:

$$\varphi = \frac{p_{\text{пара}}}{p_{\text{н.п.}}},$$

где $p_{\text{н.п.}}$ – давление насыщенных паров

Давление влажного воздуха в первом случае равно атмосферному давлению:

$$p_{1\text{вл}} = p_0,$$

а во втором случае равно:

$$p_{2\text{вл}} = p_0 - \rho g l,$$

где ρ – плотность ртути.

По закону Бойля-Мариотта:

$$\frac{p_{2\text{вл}}}{p_{1\text{вл}}} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{l_1 S}{l_2 S}.$$

Тогда

$$\frac{p_0 - \rho g l}{p_0} = \frac{l_1}{l_2}.$$

из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$$p = \frac{\nu RT}{V} \quad p_{\text{вл}} = \frac{(\nu + \nu_{\text{св}})RT}{V},$$

где p – парциальное давление водяного пара, $p_{\text{вл}}$ давление влажного воздуха, ν – количество моль водяного пара в трубке, $\nu_{\text{св}}$ – количество моль сухого воздуха в трубке.

Тогда

$$\frac{p}{p_{\text{вл}}} = \frac{\nu}{\nu + \nu_{\text{св}}} = \text{const.}$$

Кроме того

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{p_{1\text{вл}}}{p_{2\text{вл}}}$$

и по закону Бойля-Мариотта:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_0}{p_0 - \rho g l}.$$

Тогда

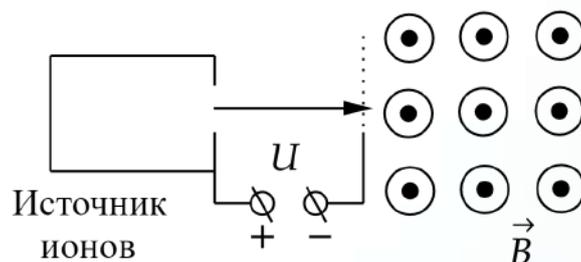
$$p_2 = \frac{p_0 - \rho g l}{p_0} p_1$$

Относительная влажность:

$$\varphi_2 = \frac{p_2}{p_{\text{н.п.}}} = \frac{p_0 - \rho g l}{p_0} \frac{p_1}{p_{\text{н.п.}}} = \frac{p_0 - \rho g l}{p_0} \varphi_1.$$

$$\varphi_2 = \frac{\rho g H - \rho g l}{\rho g H} \varphi_1 = \frac{H - l}{H} \varphi_1 = \frac{760 \text{ мм} - 76 \text{ мм}}{760 \text{ мм}} \cdot 80\% = 72\%$$

Задача 25 Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов $U = 10 \text{ кВ}$ и попадает в однородное магнитное поле перпендикулярно к вектору его индукции \vec{B} (см. рис.). Радиус траектории движения иона в магнитном поле $R = 0,2 \text{ м}$, модуль индукции магнитного поля равен $0,5 \text{ Тл}$. Определите отношение электрического заряда к массе иона $\frac{q}{m}$. Кинетической энергией иона при его вылете из источника пренебрегите.



Решение

Кинетическая энергия иона при входе в магнитное поле

$$E_k = \frac{mv^2}{2},$$

а работа электростатического поля

$$A = qU,$$

где m , v и q – соответственно масса, скорость и заряд иона.
Запишем закон сохранения энергии:

$$E_k = A \frac{mv^2}{2} = qU, \quad (1)$$

В магнитном поле на ион действует сила Лоренца, перпендикулярная скорости иона и вектору магнитной индукции:

$$F_l = qvB,$$

придающая иону центростремительное ускорение a :

$$a = \frac{v^2}{R}.$$

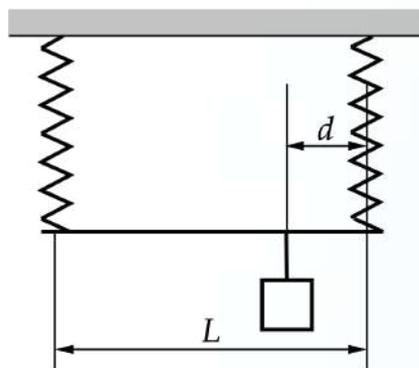
По второму закону Ньютона получаем:

$$F_l = ma \quad qvB = ma = \frac{mv^2}{R} \quad (2)$$

Выразим из (1) v и подставим в (2)

$$v = \sqrt{\frac{2qU}{m}} \Rightarrow \frac{q}{m} = \frac{2U}{B^2 R^2} = 2 \cdot 10^6 \text{ Кл/кг.}$$

Задача 26 К двум вертикально расположенным пружинам одинаковой длины подвесили однородный стержень длиной $L = 30$ см. Если к этому стержню подвесить груз массой $m = 3$ кг на расстоянии $d = 5$ см от правой пружины, то стержень будет расположен горизонтально, и растяжения обеих пружин будут одинаковы (см. рисунок). Жёсткость левой пружины в 2 раза меньше, чем правой. Чему равна масса стержня M ? Сделайте рисунок с указанием используемых в решении сил. Какие законы Вы используете для решения задачи? Обоснуйте их применение.

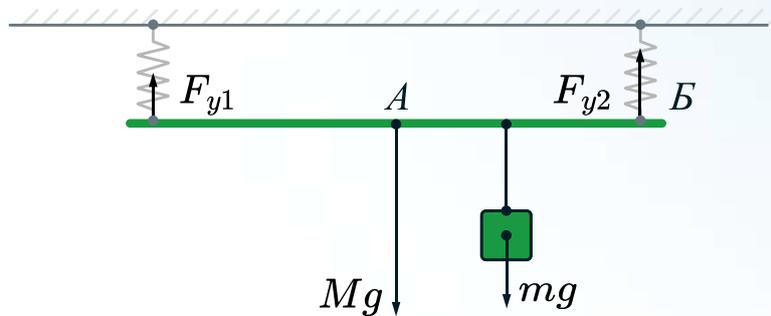


Обоснование

1. Введем инерциальную систему отсчета (ИСО) связанную с Землей.
2. Стержень будем описывать моделью абсолютно твердого тела - его форма и размеры неизменны, расстояние между любыми двумя точками остаются неизменным.
3. Движение абсолютно твердого тела можно описать совокупностью движений - поступательного и вращательного. Поэтому для равновесия твердого тела в ИСО необходимо два условия. Одно для поступательного движения, другое - для вращательного движения.
4. Сумма всех приложенных к твёрдому телу внешних сил равна нулю (условие равновесия твёрдого тела относительно поступательного движения). Также применимо правило моментов (условие равновесия твёрдого тела относительно вращательного движения)

Решение

Сделаем рисунок с указанием сил, действующих на стержень



Момент силы можно найти по формуле: $M = Fl$, где F - сила, а l - её плечо до рассматриваемой оси вращения. Тогда правило моментов относительно точки A

$$F_{y1} \frac{L}{2} + mg \left(\frac{L}{2} - d \right) = F_{y2} \frac{L}{2}$$

Здесь: $F_{y1} \frac{L}{2}$ - момент силы упругости левой пружинки относительно точки A , $mg \left(\frac{L}{2} - d \right)$

- момент силы тяжести груза относительно точки A , $F_{y2} \frac{L}{2}$ - момент силы упругости правой пружинки относительно точки A .

Кроме того, по условию стержень расположен горизонтально (растяжения пружин равно) и жёсткость левой пружины в 2 раза меньше правой $F_{y1} = kx$ - сила упругости левой пружины, $F_{y2} = 2kx$ - сила упругости правой пружины, где k - жёсткость левой пружины, x - удлинение пружины. Тогда правило моментов запишется в виде:

$$kx \frac{L}{2} + mg \left(\frac{L}{2} - d \right) = 2kx \frac{L}{2} \Rightarrow kx = \frac{mg(L - 2d)}{L}.$$

Также по правилу моментов относительно точки Б

$$kxL = Mg\frac{L}{2} + mgd$$

Здесь: kxL - силы упругости левой пружинки относительно точки Б, $Mg\frac{L}{2}$ - момент силы тяжести стержня относительно точки Б, mgd - момент силы тяжести груза относительно точки Б.

Тогда

$$2mg(L - 2d) = MgL + 2mgd \Rightarrow M = \frac{2(kxL - mgd)}{gL} = 3 \text{ кг}$$



Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

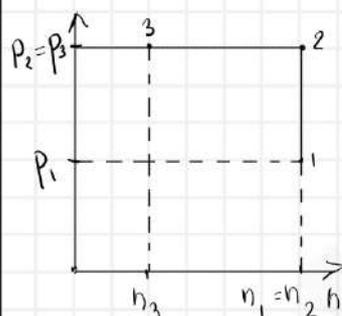
Ф И З

□□□

□□.□□.□□

□□

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

 $\sqrt{21}$


Решение:

Рассмотрим процесс 1-2:

концентрация газа постоянная.

 $(n_1 = n_2), n = \frac{N}{V}$, N - кол-во молекул, и оно не
уменьшается в процессе 1-2-3, а значит и

объём постоянный. Отсюда: процесс 1-2 изохорный (Закон Шарля)

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} < 1 \text{ (из графика)} \quad \left\{ \begin{array}{l} T_1, T_2 - \text{температуры соответственно} \\ \text{в точках 1 и 2.} \end{array} \right.$$

$$T_1 < T_2$$

Увеличение внутренней энергии в 1-2:

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) \quad \left| \begin{array}{l} T_2 > T_1 \\ \Rightarrow \Delta U_{12} > 0 \end{array} \right.$$

Объём не уменьшается, а значит работа 1-2 равна 0: $A_{12} = 0$.По I закону термодинамики: $Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \Delta U_{12} > 0 \Rightarrow Q_{12} > 0 \Rightarrow$
в процессе 1-2 газ получает кол-во теплоты Q_{12} .

Рассмотрим процесс 2-3:

Давление не изменяется ($P_2 = P_3$) \Rightarrow процесс изобарный (Закон Гей-Люссака)

$$\frac{V_2}{V_3} = \frac{T_2}{T_3} \quad \left\{ \begin{array}{l} V_2 \text{ и } V_3 - \text{объёмы соответственно в точках 2 и 3.} \\ T_2 \text{ и } T_3 - \text{температуры соответственно в точках 2 и 3.} \end{array} \right.$$

$$V = \frac{N}{n}$$

$$\frac{n_3}{n_2} = \frac{T_2}{T_3} < 1 \text{ (из графика)} \Rightarrow \frac{V_2}{V_3} < 1 \Rightarrow V_2 < V_3.$$



Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете! $T_2 < T_3 \Rightarrow$ увеличение внутр. энергии в 2-3:

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) > 0$$

Работа в процессе 2-3 (A_{23}) при увеличении объема — положительная:

$$A_{23} > 0.$$

по I закону термодинамики:

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} \Rightarrow Q_{23} > 0$$

В процессе 2-3 газ получает положительное кол-во теплоты (Q_{23}).Ответ: $Q_{12} > 0$; $Q_{23} > 0$



Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

Дано:

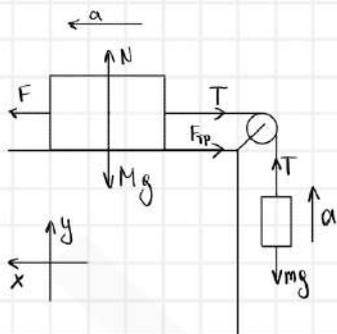
$$M = 1 \text{ кг}$$

$$F = 10 \text{ Н}$$

$$a = 2 \text{ м/с}^2$$

$$\mu = 0,2$$

$$m = ?$$



№ 22

Решение:

II закон Ньютона для (M):

$$O_x: Ma = F - T - F_{\text{тр}}$$

$$O_y: N = Mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu Mg$$

II закон Ньютона для (m):

$$O_y: ma = T - mg$$

$$T = m(a + g)$$

$$Ma = F - m(a + g) - \mu Mg$$

$$m = \frac{F - \mu Mg - Ma}{a + g}$$

$$m = \frac{10 - 0,2 \cdot 1 \cdot 10 - 1 \cdot 2}{2 + 10} = 0,5 \text{ кг.}$$

Ответ: 0,5 кг



Курс по подготовке к ЕГЭ-2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

Дано:

$$U_1 = 6 \text{ В}$$

$$I_1 = 1 \text{ А}$$

$$U_2 = 4 \text{ В}$$

$$I_2 = 2 \text{ А}$$

 $r = ?$

Решение:

Запишем закон Ома: $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$
для 1 значения сопротивления R_1 :

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + r} \Rightarrow \mathcal{E} = I_1 R_1 + I_1 r = U_1 + I_1 r \quad (1)$$

для 2 значения сопротивления R_2 :

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_2 + r} \Rightarrow \mathcal{E} = I_2 R_2 + I_2 r = U_2 + I_2 r \quad (2)$$

приравняем (1) и (2):

$$U_1 + I_1 r = U_2 + I_2 r$$

$$U_1 - U_2 = I_2 r - I_1 r$$

$$U_1 - U_2 = r(I_2 - I_1)$$

$$r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1}$$

$$r = \frac{6 \text{ В} - 4 \text{ В}}{2 \text{ А} - 1 \text{ А}} = 2 \text{ Ом}$$

Ответ: 2 Ом



Курс по подготовке к ЕГЭ-2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

Дано:

$$l = 76 \text{ мм}$$

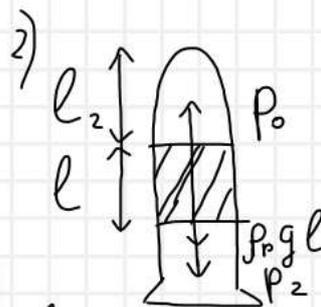
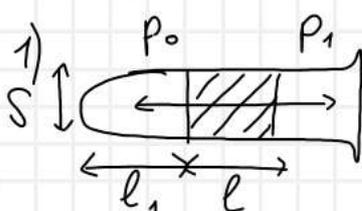
$$\varphi_1 = 0,8$$

$$H = 760 \text{ мм}$$

$$T = \text{const}$$

$$\varphi_2 = ?$$

Решение:


 ρ_P - плотность ртути

p_1, p_2 - давления влажного воздуха
вл. воздух - смесь сухого воздуха и водяного пара (2)

В 1 случае: $p_0 = p_1$ (1) В 2 случае: $p_2 = p_0 - \rho_P g l$

Запишем ур-е Менделеева-Клапейрона

$$\left. \begin{array}{l} \text{для 1 случая: } p_1 V_1 = (\nu_c + \nu_{вп}) RT \\ \text{для 2 случая: } p_2 V_2 = (\nu_c + \nu_{вп}) RT \end{array} \right\} \Rightarrow p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad (3)$$

где ν_c - кол-во вещ-ва сухого воздуха

$\nu_{вп}$ - кол-во вещ-ва водяного пара

$V_1 = S \cdot l_1$; $V_2 = S \cdot l_2$; подставим (1) и (2) в (3):

$$p_0 \cdot l_1 = (p_0 - \rho_P g l) \cdot l_2 \quad (4)$$

Запишем ур-е Менделеева-Клапейрона
для водяного пара:

$$\left. \begin{array}{l} \text{для 1 случая: } p_{1в} V_1 = \nu_{вп} RT \\ \text{для 2 случая: } p_{2в} V_2 = \nu_{вп} RT \end{array} \right\} p_{1в} l_1 = p_{2в} l_2 \quad \text{где } p_{1в}, p_{2в} - \text{давления водяного пара}$$

$$\varphi_1 = \frac{p_{1в}}{p_{нп}} \Rightarrow \varphi_1 p_{нп} l_1 = \varphi_2 p_{нп} l_2 \quad (5)$$

$$\varphi_2 = \frac{p_{2в}}{p_{нп}}$$



Курс по подготовке к ЕГЭ–2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

$$\begin{cases} p_0 l_1 = (p_0 - \rho_p g l) l_2 & \text{поделим (4) на (5)} \\ \varphi_1 l_1 = \varphi_2 l_2 \end{cases}$$

$$\frac{p_0}{\varphi_1} = \frac{p_0 - \rho_p g l}{\varphi_2} \Rightarrow \varphi_2 = \frac{\varphi_1 (p_0 - \rho_p g l)}{p_0}$$

$$p_0 = \rho_p g H; \quad \varphi_2 = \varphi_1 \cdot \frac{\rho_p g H - \rho_p g l}{\rho_p g H} = \varphi_1 \cdot \frac{H - l}{H}$$

$$\varphi_2 = 80\% \cdot \frac{760 \text{ мм} - 76 \text{ мм}}{760 \text{ мм}} = 72\%$$

Ответ: $\varphi_2 = 72\%$



Курс по подготовке к ЕГЭ-2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

№25.

Дано:

$$U = 10 \text{ кВ}$$

$$R = 0,2 \text{ м}$$

$$B = 0,5 \text{ Тл}$$

q/m - ?

Решение:

По закону изменения кин. энергии:

$$\Delta E_{\text{кин}} = A,$$

где $\Delta E_{\text{кин}}$ - изменение кин. энергии иона,

A - работа электростатического поля.

Найдем их.

Изменение кин. энергии иона найдем как разность начальной и конечной энергии:

$$\Delta E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2} - 0 = \frac{mv^2}{2},$$

где v - скорость иона при попадании в магн. поле.

Для работы электрост. поля:

$$A = q \cdot U.$$

Тогда

$$q \cdot U = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$$

По 2-ому закону Ньютона в магн. поле:

$$F_{\perp} = m a_{\text{ц.с.}},$$

где $F_{\perp} = qvB$ - сила Лоренца,

$$a_{\text{ц.с.}} = \frac{v^2}{R} - \text{центростр. ускорение}$$

Тогда

$$qvB = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow v = \frac{RqB}{m}$$



Курс по подготовке к ЕГЭ–2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

Приравняем два выражения для скорости:

$$\sqrt{\frac{2qU}{m}} = \frac{RqB}{m}$$

$$\Rightarrow \frac{q}{m} = \frac{2U}{R^2 B^2} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 10^3}{0,2^2 \cdot 0,5^2} = 2 \cdot 10^6 \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$$

Ответ: $2 \cdot 10^6 \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$.



Курс по подготовке к ЕГЭ–2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

№ 26.

Дано:

$$L = 30 \text{ см}$$

$$m = 3 \text{ кг}$$

$$d = 5 \text{ см}$$

$$k_2 = 2 \text{ К}$$

$M = ?$

Обоснование:

1. Введем инерциальную систему отсчета, связанную с Землей.
2. Стержень будем рассматривать моделью абсолютно твердого тела, т.к. расстояние между двумя его любыми точками остается неизменным.
3. Движение абсолютно твердого тела можно рассматривать как совокупность поступательного и вращательного.

4. Тогда для его равновесия должны выполняться два условия:
для поступательного: векторная сумма сил, действующих на тело, равна нулю (2 закон Ньютона):

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = 0$$

для вращательного: сумма моментов сил равна нулю:

$$M_1 + M_2 + \dots = 0.$$

5. Груз будем рассматривать моделью материальной точкой, т.к. его размерами можно пренебречь по сравнению с размерами стержня.

6. Тогда для мат. точки в ИСО будем применить 2^{ой} закон Ньютона.

7. Т.к. нить невесома, то сила натяжения вдоль нити будет постоя.



Курс по подготовке к ЕГЭ–2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

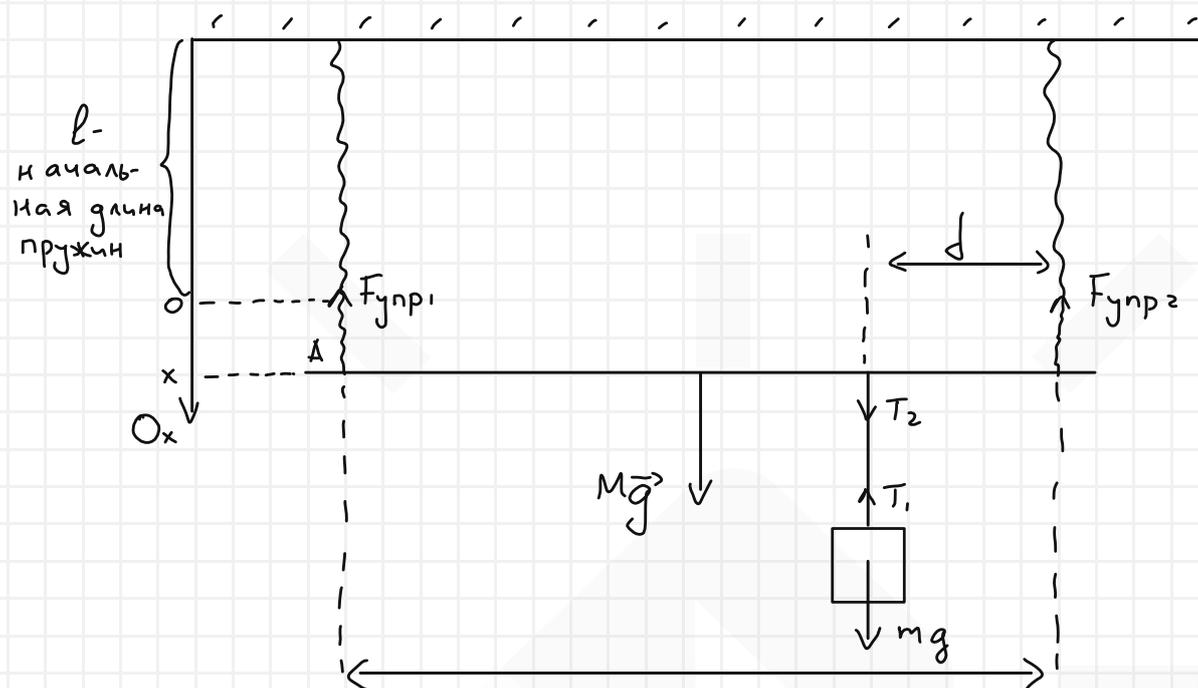
□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

Сделаем рисунок с указанием сил, используемых в решении.



Т.к. стержень однородный, то сила тяжести приложена к его геом. центру.

Т.к. нить невесома:

$$T_1 = T_2.$$

По 2^{ому} закону Ньютона для груза:

$$T_1 = mg$$

Тогда $T_2 = mg$.

По закону Гука:

$$F_{упр1x} = -K_1 x$$

$$F_{упр2x} = -K_2 x.$$



Курс по подготовке к ЕГЭ–2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

Запишем 2^{ой} закон Ньютона для стержня в проекции на ось x :

$$F_{упр,x} + F_{упр2,x} + T_2 + Mg = 0.$$

По правилу моментов для стержня отн. точки А:

$$F_{упр2} L - T_2 (L-d) - Mg \cdot \frac{L}{2} = 0,$$

где использована ф-ла для момента силы $|M| = F \ell'$
плечо силы F

Тогда подставляя ф-лы для T_2 и сил упругости:

$$-k_1 x - k_2 x + mg + Mg = 0$$

$$k_2 x L - mg(L-d) - Mg \frac{L}{2} = 0$$

Используя $k_2 = 2k_1$:

$$\frac{k_1 + k_2}{k_2} \frac{1}{L} = \frac{m+M}{m(L-d) + M \frac{L}{2}}$$

$$\frac{3k_1}{2k_1} \frac{1}{L} = \frac{m+M}{m(L-d) + M \frac{L}{2}}$$

$$3m(L-d) - 2Lm = 2ML - 3M \frac{L}{2}$$

Откуда

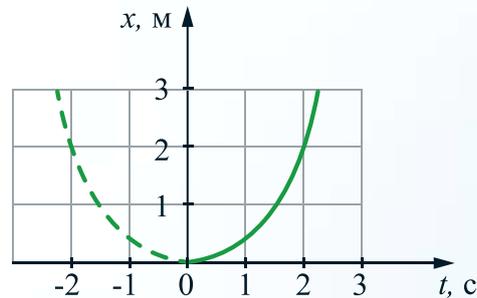
$$M = m \frac{L-3d}{L} \cdot 2$$

$$M = 3 \cdot \frac{0,3 - 3 \cdot 0,05}{0,3} \cdot 2 = 3 \text{ кг}$$

Ответ: 3 кг.

Вариант №3

Задача 1 Материальная точка движется прямолинейно с постоянным ускорением вдоль оси Ox . График зависимости её координаты от времени $x = x(t)$ изображён на рисунке.



Определите проекцию a_x ускорения этого тела.

Решение

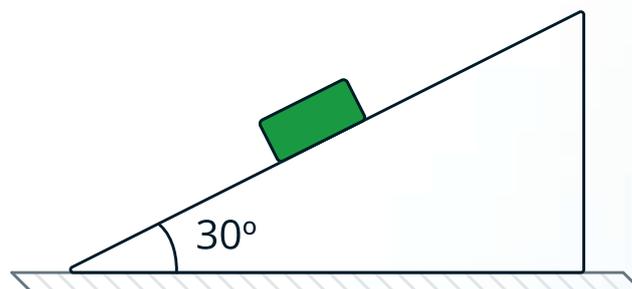
Запишем уравнение кинематики для координаты:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{a_x t^2}{2},$$

где x_0 – начальная координата (в данном случае равна 0), v_0 – начальная скорость (тоже равна 0, так как тангенс угла наклона равен 90° в точке $(0,0)$). Возьмем точку $(2,2)$ для определения ускорения

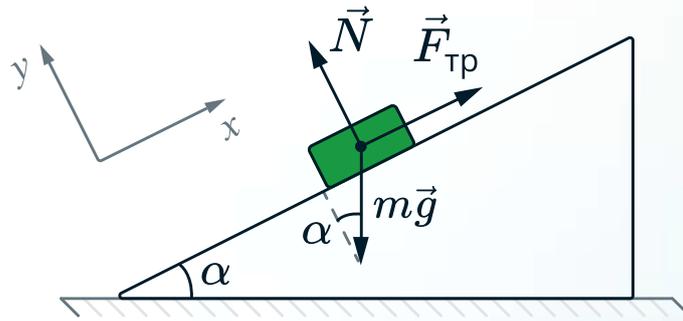
$$a_x = \frac{2x}{t^2} = \frac{2 \cdot 2 \text{ м}}{4 \text{ с}^2} = 1 \text{ м/с}^2$$

Задача 2 Брусок массой 1 кг покоится на наклонной плоскости, образующей угол 30° с горизонтом. Определите силу трения покоя, действующую на брусок.



Решение

Сделаем рисунок с расстановкой сил:



где $F_{\text{тр}}$ – сила трения, N – нормальная сила реакции опоры, mg – сила тяжести. Запишем второй закон Ньютона:

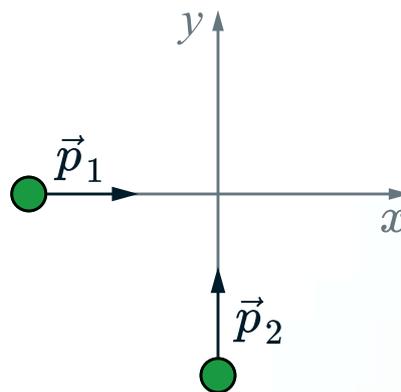
$$m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} = m\vec{a},$$

где a – ускорение тела.

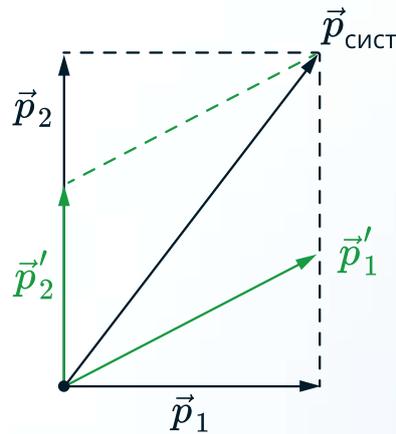
Так как брусок покоится, то $a = 0$. Спроецируем второй закон Ньютона на ось x :

$$F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha = 1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot \sin 30^\circ = 5 \text{ Н}$$

Задача 3 По гладкой горизонтальной плоскости по осям Ox и Oy движутся две шайбы с импульсами равными по модулю $p_1 = 3 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ и $p_2 = 6 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ (см.рисунок). После их соударения вторая шайба продолжает двигаться по оси y в прежнем направлении. Модуль импульса первой шайбы после удара равен $p'_1 = 5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$. Найдите модуль импульса второй шайбы после удара.



Решение



Запишем ЗСИ (закон сохранения импульса):

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2 \quad (1)$$

Спроецируем данное уравнение на ось Oх:

$$p_1 = p'_{1x} \quad (2)$$

Спроецируем на ось Oу:

$$p_2 = p'_{1y} + p'_2 \quad (3)$$

После удара импульс первой шайбы стал равен

$$p'_1 = \sqrt{p'^2_{1x} + p'^2_{1y}} \quad (4)$$

Из (2) следует, что $p'_{1x} = 3 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$. Из (4) следует, что

$$p_{1y} = \sqrt{p'^2_1 - p'^2_{1x}} = \sqrt{25 (\text{кг}\cdot\text{м/с})^2 - 9 (\text{кг}\cdot\text{м/с})^2} = 4 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$$

Найдем p'_2 из (3):

$$p'_2 = p_2 - p'_{1y} = 6 \text{ кг}\cdot\text{м/с} - 4 \text{ кг}\cdot\text{м/с} = 2 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$$

Задача 4 Смещение груза пружинного маятника меняется с течением времени по закону $x = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$, где период $T = 1$ с. Через какое минимальное время, начиная с момента $t = 0$, потенциальная энергия пружины маятника уменьшится вдвое?

Решение

Потенциальная энергия пружины равна

$$E(t) = \frac{kx^2(t)}{2},$$

где k – жёсткость пружины.

При этом при $t = 0$, $\cos(0) = 1$ и потенциальная энергия равна

$$E(0) = \frac{kA^2}{2}$$

Пусть в момент τ потенциальная энергия уменьшится в 2 раза, тогда

$$E(\tau) = \frac{kA^2}{2} \cos^2\left(\frac{2\pi\tau}{T}\right) = \frac{E(0)}{2} = \frac{kA^2}{4}$$

Следовательно

$$\cos^2\left(\frac{2\pi\tau}{T}\right) = \frac{1}{2} \Rightarrow \cos\left(\frac{2\pi\tau}{T}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

Решая тригонометрическое уравнение, получим

$$\frac{2\pi\tau}{T} = \frac{\pi}{4} \Rightarrow \tau = \frac{T}{8} = \frac{1 \text{ с}}{8} = 0,125 \text{ с}$$

Задача 5 На наклонной плоскости находится брусок массой 2 кг, для которого составлена таблица зависимости модуля силы трения $F_{\text{тр}}$ от угла наклона плоскости к горизонту α с погрешностью, не превышающей 0,01 Н.

α , рад	0	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$F_{\text{тр}}$, Н	0	1,0	2,0	3,86	3,76	3,63	3,46	3,25	3,01	2,75	2,45	2,13

На основании данных, приведённых в таблице, используя закон сухого трения, выберите все верные утверждения.

1. Сила трения покоя не зависит от угла α .
2. При уменьшении угла наклонной плоскости к горизонту модуль силы трения скольжения увеличивается.
3. С ростом угла наклона модуль силы трения покоя увеличивается.
4. Коэффициент трения скольжения больше 0,25.
5. Когда угол наклона больше 0,6 рад, брусок скользит по наклонной плоскости.

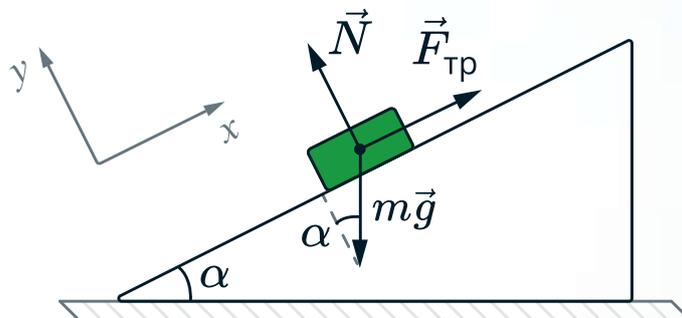
Решение

1) **Неверно**

По таблице видим, что при изменении угла α сила трения изменяется.

2) **Верно**

Сделаем рисунок с расстановкой сил:



где $F_{\text{тр}}$ – сила трения, N – сила реакции опоры, mg – сила тяжести. Запишем второй закон Ньютона:

$$m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} = m\vec{a},$$

где a – ускорение тела.

Спроецируем второй закон Ньютона на ось y :

$$N - mg \cos \alpha = 0. \Rightarrow N = mg \cos \alpha.$$

Сила трения скольжения равна:

$$F_{\text{тр.ск.}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha, \quad (1)$$

где μ – коэффициент трения. Так как $\cos \alpha$ увеличивается при уменьшении α , то и сила трения скольжения увеличивается.

3) Верно

Если тело покоится, то $a = 0$. Спроецируем второй закон Ньютона на ось x

$$F_{\text{тр.пок.}} = mg \sin \alpha,$$

При увеличении α увеличивается и $\sin \alpha$, значит, увеличивается и сила трения покоя.

4) Неверно

Тело начинает скользить при

$$mg \sin \alpha > F_{\text{тр}},$$

При $\alpha = 0,8 \text{ рад} \approx 45^\circ$

$$2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \approx 14 \text{ Н} > 2,75 \text{ Н}$$

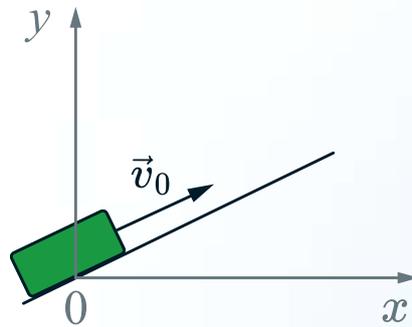
Тело скользит. Коэффициент трения выразим из (1)

$$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{mg \cos \alpha} = \frac{2,75 \text{ Н}}{2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} \approx 0,2.$$

5) Верно

Пока брусок покоился, скатывающая сила равнялась силе трения покоя. При увеличении угла наклона скатывающая сила увеличивалась. Таким образом, брусок находился в покое до тех пор, пока сила трения покоя росла с увеличением угла.

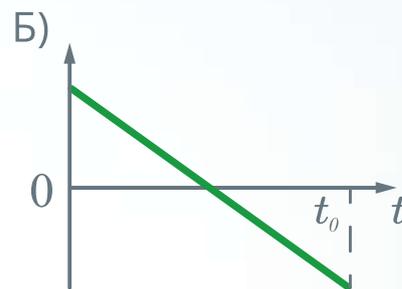
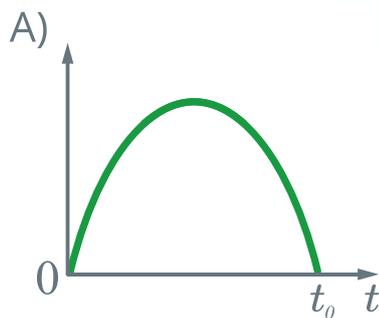
Задача 6 После удара в момент $t = 0$ шайба начала скользить вверх по гладкой наклонной плоскости со скоростью v_0 , как показано на рисунке. В момент t_0 шайба вернулась в исходное положение.



Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы.

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1. полная механическая энергия $E_{\text{мех}}$
2. проекция импульса p_y
3. кинетическая энергия E_k
4. координата y

Решение

Полная механическая энергия является величиной постоянной. Кинетическая энергия тела не может быть отрицательной, а также она должна была уменьшаться с подъемом. Проекция ускорения на ось Oy остаётся постоянной, следовательно, проекция импульса p_y изменяется линейно. Также заметим, что проекция импульса p_y в начале движения положительна и максимальна, а в конце движения – отрицательна. То есть второй график – это проекция импульса p_y .

Первый график выбрали методом исключения (также можно заметить, что это парабола, что является графиком равноускоренного движения).

Задача 7 Цилиндрический сосуд разделён лёгким подвижным теплоизолирующим поршнем на две части. В одной части сосуда находится аргон, в другой – неон. Концентрация молекул газов одинакова. Определите отношение средней кинетической энергии теплового движения молекул аргона к средней кинетической энергии теплового движения молекул неона, когда поршень находится в равновесии.

Решение

Давление газа можно найти по формуле:

$$p = nkT$$

где n — концентрация вещества, k — постоянная Больцмана, T — температура газа. Связь кинетической энергии с температурой

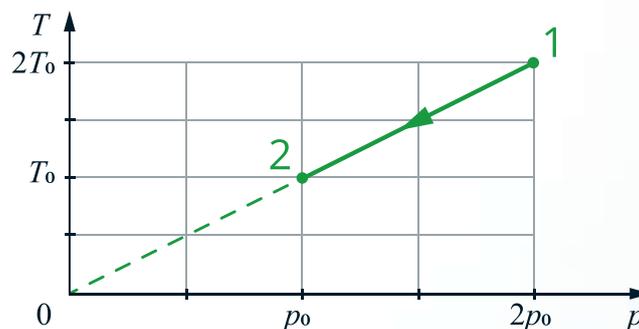
$$E_k = \frac{3}{2}kT$$

Тогда

$$p = \frac{2}{3}nE$$

Так как поршень находится в равновесии, то давление газов равны, значит, кинетические энергии газов равны.

Задача 8 На Tp -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Масса газа в ходе процесса не меняется. Внутренняя энергия газа уменьшилась на 30 кДж. Определите количество теплоты, отданное газом.



Решение

Первое начало термодинамики:

$$Q = \Delta U + A,$$

где Q — количество теплоты, ΔU — изменение внутренней энергии газа, A — работа газа. Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT,$$

где V – объём, ν – количество вещества.

Так как по условию:

$$T = \alpha p,$$

где α – некоторый коэффициент.

То

$$pV = \nu R \alpha p \Rightarrow V = \alpha \nu R = \text{const}$$

То есть объём газа постоянен и работа газа не совершается.

Тогда

$$Q = \Delta U = 30 \text{ Дж}$$

Задача 9 В понедельник и вторник температура воздуха была одинаковой. Парциальное давление водяного пара в атмосфере в понедельник было меньше, чем во вторник. Из приведенного ниже списка выберите все правильные утверждения и укажите их номера.

1. Плотность водяных паров, содержащихся в воздухе, в понедельник была меньше, чем во вторник.
2. Относительная влажность воздуха в понедельник была меньше, чем во вторник.
3. Концентрация молекул водяного пара в воздухе в понедельник и вторник была одинаковой.
4. Давление насыщенных водяных паров в понедельник было больше, чем во вторник.
5. Масса водяных паров, содержащихся в 1 м^3 воздуха, в понедельник была больше, чем во вторник.

Решение

1) Верно

По уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT,$$

где p – давление, V – объём, m – масса водяных паров, μ – молярная масса, T – температура.

Тогда плотность водяных паров

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{p\mu}{RT},$$

так как температуры одинаковы, то различия между плотностями обуславливается только различием давлений. Так как в понедельник давление меньше, то и плотность водяных паров в понедельник меньше.

2) Верно

Относительная влажность воздуха определяется как:

$$\varphi = \frac{p}{p_{\text{н.п.}}}$$

где p – парциальное давление водяного пара; $p_{\text{н.п.}}$ – давление насыщенного пара (табличная величина, зависящая только от температуры).

Так как температуры одинаковы, а парциальное давление в понедельник меньше, чем во вторник, то и относительная влажность в понедельник меньше, чем во вторник.

3) Неверно

Давление водяного пара равно:

$$p = nkT,$$

где n – концентрация молекул, T – температура.

Так как по условию давление в понедельник было меньше, чем во вторник, то и концентрация молекул в понедельник была меньше.

4) Неверно

Нет, эта величина зависит от температуры, а температуры в понедельник и вторник были одинаковы.

5) Неверно

По уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \frac{m}{\mu}RT,$$

где p – давление, V – объём, m – масса водяных паров, μ – молярная масса, T – температура.

Тогда

$$m = \frac{pV \cdot \mu}{RT}$$

Так как давление в понедельник меньше, чем давление во вторник, то и масса водяных паров в понедельник меньше.

Задача 10 Температуру холодильника тепловой машины, работающей по циклу Карно, повысили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, отданное холодильнику за цикл?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличилась
2. уменьшилась
3. не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

КПД тепловой машины	Количество теплоты, отданное холодильнику за цикл

Решение

А) КПД находится по формуле:

$$\eta = 1 - \frac{T_X}{T_H},$$

где T_X и T_H – температуры холодильника и нагревателя соответственно.

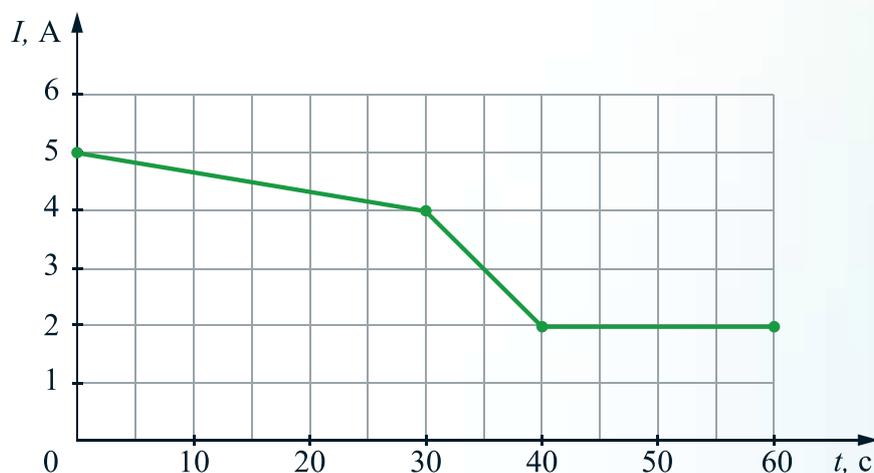
Так как температуру холодильника повысили, то КПД уменьшился.

Б) С другой стороны КПД равен:

$$\eta = 1 - \frac{Q_X}{Q_H},$$

Так как количество теплоты, полученное газом от нагревателя, не изменилось, то количество теплоты, отданное газом, увеличилось.

Задача 11 На графике показана зависимость силы тока в проводнике от времени. Определите заряд, прошедший через поперечное сечение за $\Delta t = 60$ с.



Решение

Сила тока по определению равна:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t},$$

где Δq — заряд, прошедший за время Δt .

Заряд:

$$\Delta q = I \Delta t$$

То есть заряд можно найти как площадь под графиком. В данном случае площадь можно найти как площадь двух прямоугольных трапеций (0-30 с, 30-40 с) и прямоугольника (40-60 с). Тогда

$$q_1 = \frac{5 \text{ A} + 4 \text{ A}}{2} \cdot 30 \text{ с} = 135 \text{ Кл}$$

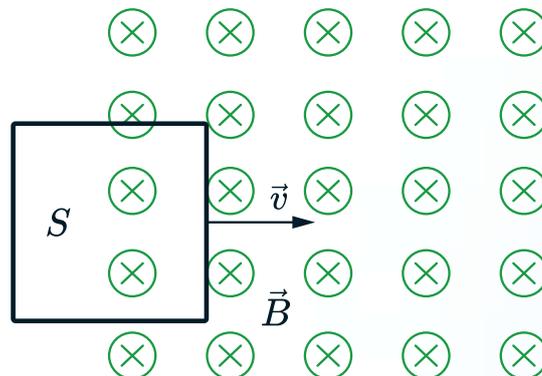
$$q_2 = \frac{4 \text{ A} + 2 \text{ A}}{2} \cdot 10 \text{ с} = 30 \text{ Кл}$$

$$q_3 = 2 \text{ A} \cdot 20 \text{ с} = 40 \text{ Кл}$$

Тогда

$$q = q_1 + q_2 + q_3 = 205 \text{ Кл}$$

Задача 12 В некоторой области пространства создано вертикальное однородное магнитное поле. Горизонтальная квадратная металлическая рамка площадью S движется через границу этой области с постоянной скоростью \vec{v} , направленной перпендикулярно стороне рамки и вектору магнитной индукции \vec{B} (см. рисунок, виду сверху). ЭДС индукции, генерируемая при этом в рамке, равна \mathcal{E} . Во сколько раз больше будет ЭДС в металлической рамке площадью $4S$, если она будет двигаться в этом поле точно так же, как и первая рамка?



Решение

При внесении рамки в магнитное поле в ней, за счет изменения магнитного потока, будет

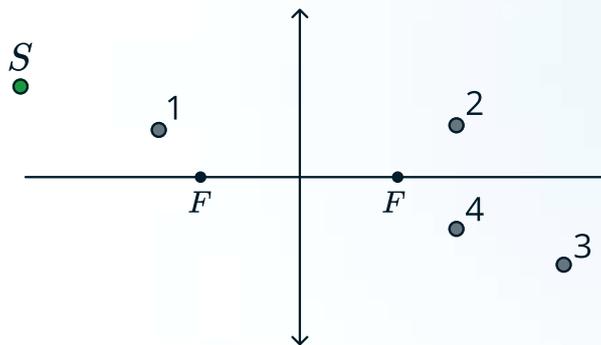
возникать ЭДС индукции

$$|\mathcal{E}_i| = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} = \frac{B|\Delta S|}{\Delta t} = Bvl,$$

где l – сторона рамки.

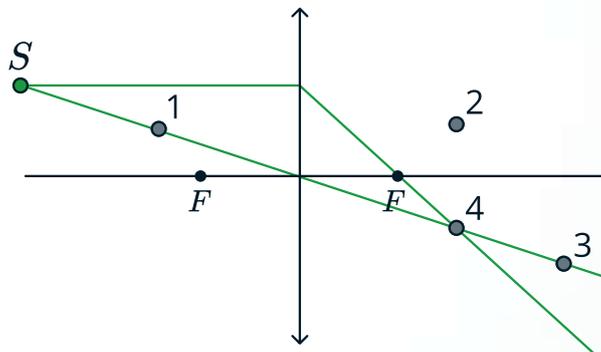
При этом $l = \sqrt{S}$, то есть при увеличении площади в 4 раза, то сторона увеличивается в 2 раза и ЭДС индукции увеличится в 2 раза.

Задача 13 Какая из точек (1, 2, 3 или 4) является изображением точки S , создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием F (см. рисунок).



Решение

Проведём луч, параллельно главной оптической оси, после преломления он должен пройти через фокус линзы (см. рис.). Также проведём луч через центр линзы, при этом он не преломляется (см. рис.). Пересечение двух лучей даст изображение точки.



В данном случае это точка 4.

Задача 14 В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялась сила тока в контуре с течением времени.

t , мкс	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I , А	0,0	2,2	3,0	2,2	0,0	-2,2	-3,0	-2,2	0,0	2,2

Выберите все верные утверждения о процессе, происходящем в контуре.

1. В момент $t = 1$ мкс напряжение на конденсаторе минимально.
2. Период колебаний энергии магнитного поля катушки равен $t = 4$ мкс.
3. Частота электромагнитных колебаний равна 25 кГц.
4. В момент $t = 2$ мкс заряд конденсатора минимален.
5. В момент $t = 6$ мкс энергия магнитного поля катушки максимальна.

Решение

1) **Неверно**

Согласно закону сохранения энергии в цепи:

$$\frac{LI_{max}^2}{2} = \frac{LI^2}{2} + \frac{CU^2}{2},$$

где L – индуктивность катушки, I_{max} – максимальная сила тока, I – сила тока в цепи, C – ёмкость конденсатора, U – напряжение на конденсаторе. То есть минимальность напряжения на конденсаторе будет при максимальной силе тока, а в момент $t = 1$ мкс сила тока не максимальна.

2) **Верно**

Сила тока имеет зависимость

$$I(t) = I_m \sin(\omega t),$$

где I_m – максимальная сила тока, ω – циклическая частота колебаний.

Циклическая частота равна

$$\omega = \frac{2\pi}{T},$$

где T – период колебаний.

Для силы тока период колебаний равен $T_1 = 8$ мкс и $\omega_1 = \frac{2\pi}{T_1}$.

Энергия магнитного поля катушки:

$$W_L = \frac{LI^2(t)}{2} = \frac{LI_m^2 \sin^2(\omega_1 t)}{2} = \frac{L}{4}(1 - \cos(2\omega_1 t))$$

Тогда

$$\omega_2 = 2\omega_1 \Rightarrow \frac{2\pi}{T_2} = \frac{4\pi}{T_1} \Rightarrow T_2 = \frac{T_1}{2} = 4 \text{ мкс.}$$

3) Неверно

$$\text{Частота } \nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{8 \cdot 10^{-6} \text{ с}} = 125 \text{ кГц}$$

4) Верно

Согласно закону сохранения энергии в цепи:

$$\frac{LI_{max}^2}{2} = \frac{LI^2}{2} + \frac{q^2}{2C},$$

где L – индуктивность катушки, I_{max} – максимальная сила тока, I – сила тока в цепи, C – ёмкость конденсатора, q – заряд на конденсаторе. То есть минимальный заряд соответствует максимальному модулю тока, а в момент $t = 2$ мкс модуль тока максимален

5) Верно

Энергия катушки магнитного поля:

$$W = \frac{LI^2}{2},$$

где L – индуктивность катушки, I – сила тока в катушке. То есть максимальная энергия соответствует максимальному модулю тока, а при $t = 6$ мкс модуль тока максимален.

Задача 15 Плоский конденсатор заполнен непроводящим веществом с диэлектрической проницаемостью, равной 3, и подключён к источнику постоянного напряжения. Это вещество удаляют из конденсатора и взамен помещают между пластинами другой изолирующий материал с диэлектрической проницаемостью, равной 5. Как меняются в результате замены диэлектрика электрическая ёмкость конденсатора и заряд на его пластинах?

Электрическая ёмкость конденсатора	Заряд на пластинах конденсатора

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Решение

Ёмкость конденсатора:

$$C = \varepsilon \varepsilon_0 \frac{S}{d},$$

где S – площадь конденсатора, d – расстояние между обкладками, ε – диэлектрическая проницаемость диэлектрика, ε_0 – диэлектрическая постоянная.

Значит, ёмкость увеличится.

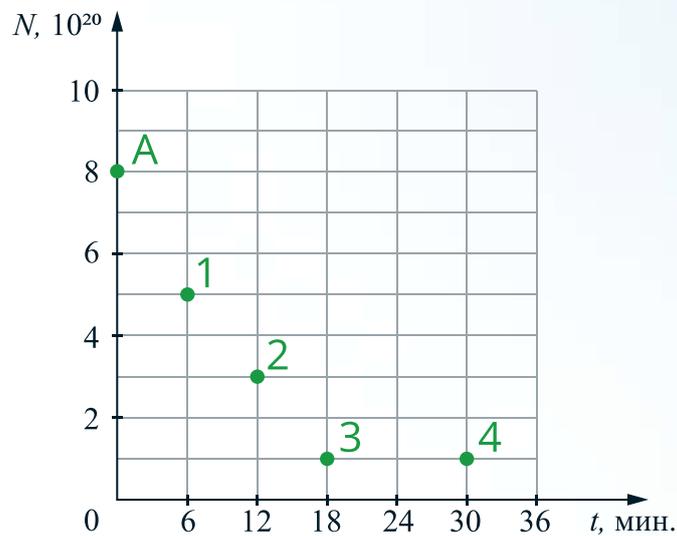
Заряд на конденсаторе равен:

$$q = CU,$$

где U – напряжение на пластинах.

Так как конденсатор подключен к источнику постоянного напряжения, то U постоянно и заряд увеличится.

Задача 16 Ядра хрома ${}_{24}^{56}\text{Cr}$ испытывают β -распад с периодом полураспада 6 мин. В момент наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер этого изотопа хрома. Через какую из точек (1, 2, 3 или 4), кроме точки А, пройдёт график зависимости от времени числа ещё не распавшихся ядер хрома?



Решение

Согласно закону радиоактивного распада число образующихся ядер золота будет меняться со временем по закону

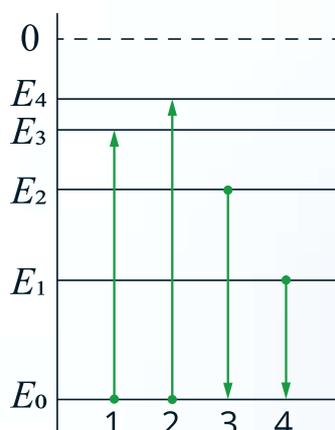
$$N = N_0 \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}} \right),$$

где N_0 – начальное количество ядер, t – время, T – период полураспада. Тогда с учетом дано

$$N(t) = 8 \cdot 10^{20} \left(1 - 2^{-\frac{t}{6}} \right)$$

График пройдёт через точки: (6, 4), (12, 2), (18, 1) – точка 3.

Задача 17 На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями.



Стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Установите соответствие между процессами поглощения света наименьшей длины волны и излучения света наименьшей частоты и энергией соответствующего фотона.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ	ЭНЕРГИЯ ФОТОНА
А) излучение света наименьшей длины волны	1) $E_1 - E_0$
Б) поглощение света наименьшей частоты	2) $E_2 - E_0$
	3) $E_3 - E_0$
	4) $E_4 - E_0$

Решение

Согласно постулатам Бора, атом может излучать энергию только при переходе с верхних уровней на нижние, поглощение с нижних уровней на верхние.

Энергия перехода в атоме:

$$h\nu = \frac{hc}{\lambda} = E_m - E_n,$$

где ν – частота, λ – длина волны. Излучение света наименьшей длины волны – переход с E_2 на E_0 (3).

Поглощение кванта света наименьшей частоты – переход с E_3 на E_0 (1).

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. Изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени является механическим движением.
2. Процесс конденсации жидкостей происходит с поглощением большого количества теплоты.
3. При последовательном соединении резисторов напряжения на всех резисторах одинаковы.
4. Если замкнутый проводящий контур покоится в постоянном однородном магнитном поле, то в нём возникает индукционный ток.
5. Закон радиоактивного распада носит статистический характер и справедлив для огромного числа радиоактивных атомов.

Решение

1) Верно

Механическим движением называется изменение положения тела или частей тела в пространстве относительно других тел с течением времени.

2) Неверно

При конденсации пара выделяется некоторое количество теплоты.

3) Неверно

При последовательном соединении напряжение на концах цепи равно сумме напряжений на каждом из проводников.

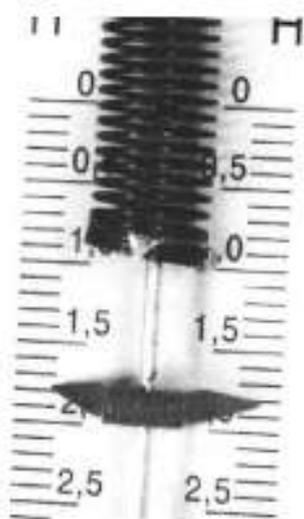
4) Неверно

Нет, ток в замкнутом контуре возникает только при изменении магнитного потока, проходящего через него.

5) Верно

Да, значения доли распавшихся ядер – это статистическая величина, то есть, наблюдается в среднем (на большом числе опытов).

Задача 19 Для измерения силы трения школьник использовал динамометр. Чему равна сила трения по результатам этих измерений (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы равна половине цены деления динамометра? Динамометр проградуирован в ньютонах.



Решение

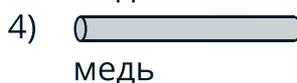
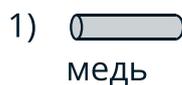
Найдём цену деления динамометра:

$$n = \frac{1,5 \text{ Н} - 1 \text{ Н}}{5} = 0,1 \text{ Н}$$

Следовательно, результат измерения можно записать в виде:

$$1,80 \pm 0,05 \text{ Н}$$

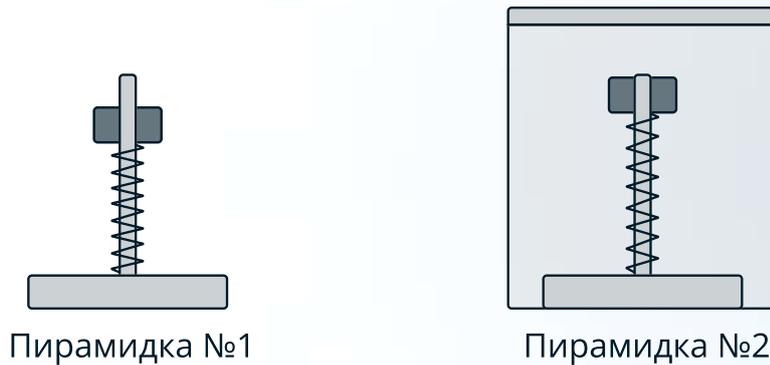
Задача 20 Различные проволоки изготовлены из разного материала. Какие две проволоки нужно выбрать, чтобы на опыте проверить зависимость сопротивления проволоки от её длины?



Решение

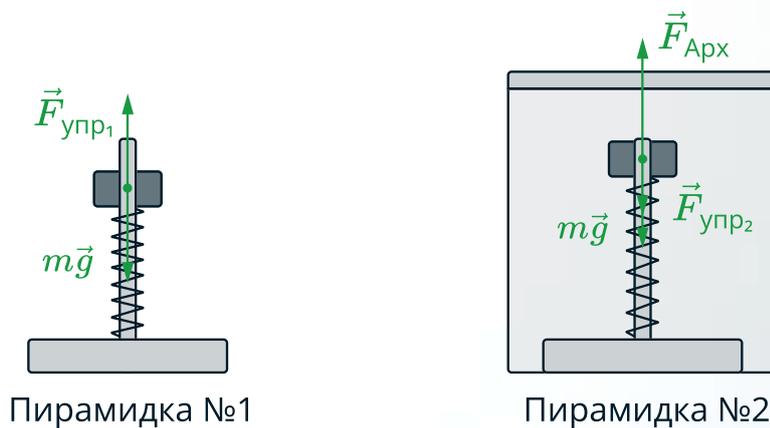
Необходимо выбрать все характеристики одинаковыми, кроме длины проволоки. То есть 1 и 4.

Задача 21 Два деревянных кольца детских пирамидок № 1 и № 2, способных без трения скользить по оси, соединили с основаниями двумя одинаковыми лёгкими пружинками (см. рисунок). Пирамидку № 2 поместили в прочный сосуд с водой, прикрепив основание к его дну. Обе пирамидки покоятся относительно Земли. Как изменится по сравнению с этим случаем (увеличится, уменьшится или останется прежней) длина пружин пирамидок 1 и № 2 во время свободного падения с балкона высокого дома? Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали.



Решение

На кольцо в первом случае действует сила упругости пружины F_{y1} , сила тяжести кольца mg . Во втором случае на тело действует сила Архимеда $F_{\text{Арх}}$, сила упругости F_{y2} и сила тяжести mg . Пусть плотность дерева ρ , объём кольца V , а плотность воды ρ_0 . Тогда сила тяжести равна ρgV , а сила Архимеда $\rho_0 gV$. Так как $\rho_0 > \rho$, то сила Архимеда по модулю больше, чем сила тяжести. Сделаем рисунок с расстановкой сил.



В первом случае пружина сжата, а во втором растянута (из-за того, что сила Архимеда больше силы тяжести кольца). Запишем второй закон Ньютона для двух пирамидок во время покоя относительно Земли:

$$F_{y1} + m\vec{g} = m\vec{a},$$

$$F_{y2}^{\vec{}} + m\vec{g} + F_{\text{арх}}^{\vec{}} = m\vec{a},$$

так как ускорение a равно нулю, то спроецировав на вертикальную ось получим:

$$F_{y1} = mg$$

$$F_{y2} = F_{\text{арх}} - mg.$$

Модули сил упругости равны:

$$F_{y1} = k|l_1 - l_0| \quad F_{y2} = k|l_2 - l_0|,$$

где k – жёсткость пружины, l_0 – длина недеформированной пружины.

При свободном падении тело испытывает состояние невесомости: невесомы стали и кольцо, и вода. Сила Архимеда равна весу вытесненной жидкости, когда пирамидка находится в состоянии невесомости, то вес вытесненной жидкости также равен нулю, следовательно, сила Архимеда стала равна нулю. Вес всех предметов стал равен нулю и перестал действовать на пружины и они вернулись в недеформированное состояние: пружина 1 растянулась, пружина 2 – сжалась.

Задача 22 В кастрюлю с $m_1 = 5$ кг воды температурой $t_1 = 25^\circ\text{C}$ долили $m_2 = 3$ кг кипятка температурой $t_2 = 100^\circ\text{C}$. Какова будет температура воды после установления теплового равновесия? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью кастрюли пренебречь.

Решение

После установления теплового равновесия температура воды в кастрюле составит t . Вода получит количество теплоты, равное:

$$Q_1 = cm_1(t - t_1)$$

Кипяток отдаст количество теплоты, равное:

$$Q_2 = cm_2(t_2 - t)$$

где Q_2 и Q_1 — количество теплоты, отданное кипятком и полученное водой соответственно, c — удельная теплоемкость воды.

Так как теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью кастрюли пренебрегаем, то можно считать, что отданное количество теплоты равно принятому количеству теплоты.

Приравняем эти два уравнения:

$$cm_1(t - t_1) = cm_2(t_2 - t)$$

Выразим отсюда температуру воды t после установления теплового равновесия:

$$\begin{aligned} t &= \frac{c(m_1t_1 + m_2t_2)}{c(m_1 + m_2)} = \frac{m_1t_1 + m_2t_2}{m_1 + m_2} \\ &= \frac{5 \text{ кг} \cdot 25^\circ\text{C} + 3 \text{ кг} \cdot 100^\circ\text{C}}{5 \text{ кг} + 3 \text{ кг}} = 53,125^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Задача 23 На дифракционную решётку, имеющую 300 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает узкий луч монохроматического света частотой $5,6 \cdot 10^{14}$ Гц. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

Решение

Формула дифракционной решетки:

$$d \sin \varphi = m\lambda$$

d – период дифракционной решетки, m – порядок дифракционного максимума, λ – длина волны, φ – угол наблюдения данного максимума.

Длина волны равна:

$$\lambda = \frac{c}{\nu},$$

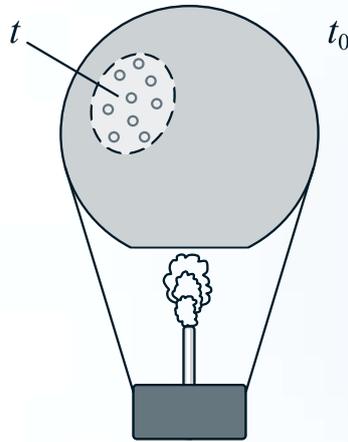
где ν – частота.

Максимальный синус равен 1, следовательно:

$$m_{max} = \frac{d \cdot \nu}{c} = \frac{1 \text{ мм} \cdot 5,6 \cdot 10^{14} \text{ Гц}}{300 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} = 6,2$$

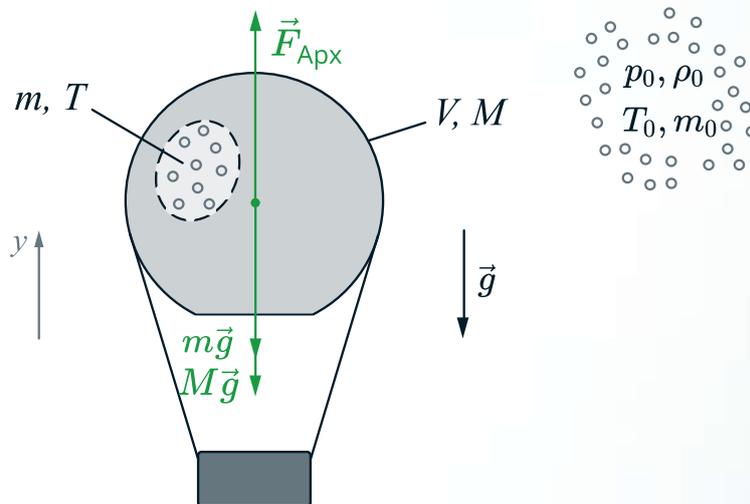
То есть максимум 6.

Задача 24 Воздушный шар, оболочка которого имеет массу $M = 145$ кг и объём $V = 230$ м³, наполняется при нормальном атмосферном давлении горячим воздухом, нагретым до температуры $t = 265^\circ\text{C}$. Определите максимальную температуру t_0 окружающего воздуха, при которой шар начнёт подниматься. Оболочка шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие (см. рисунок).



Решение

Покажем на рисунке все силы, действующие на воздушный шар и введем вертикальную ось y :



Рассмотрим предельный случай, когда шар вот-вот оторвется от поверхности земли, и запишем для него второй закон Ньютона:

$$\vec{F}_{\text{Арх}} + m\vec{g} + M\vec{g} = 0$$

где $F_{\text{Арх}}$ — выталкивающая сила, m — масса горячего воздуха, g — ускорение свободного падения.

Спроецируем второй закон Ньютона на ось y , направленную вертикально вверх:

$$F_{\text{Арх}} - mg - Mg = 0 \quad (1)$$

Выталкивающая сила равна:

$$F_{\text{Арх}} = \rho_0 g V \quad (2)$$

где ρ_0 — плотность холодного воздуха, V — объем шара.

Подставим (2) в (1) и разделим на g :

$$\rho_0 V - m - M = 0 \quad (3)$$

Заметим, что $m = \rho V$, где ρ — плотность горячего воздуха

Тогда уравнение (3) будет иметь вид:

$$\rho_0 V - \rho V - M = 0 \quad (4)$$

Чтобы найти плотности горячего и холодного воздуха, запишем для них уравнение Менделеева – Клапейрона:

$$p_0 V_1 = \frac{m}{Mr} RT \Rightarrow \rho = \frac{p_0 V Mr}{RT} \quad (5)$$

$$p_0 V = \frac{m_0}{Mr} RT_0 \Rightarrow \rho_0 = \frac{p_0 V Mr}{RT_0} \quad (6)$$

где p_0 — атмосферное давление, V_1 — объём холодного воздуха Mr — молярная масса воздуха, R — универсальная газовая постоянная, T T_0 — абсолютные температуры горячего и холодного воздуха соответственно.

Подставим (5), (6) в (4) и выразим максимальную температуру окружающего воздуха, при которой шар начнет подниматься:

$$\frac{p_0 V Mr}{RT_0} - \frac{p_0 V Mr}{RT} - M = 0 \quad / : \frac{p_0 V Mr}{RT}$$

$$\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T} - \frac{MR}{p_0 V Mr} = 0$$

$$T_0 = \frac{\mu p_0 V T}{\mu p_0 V + MRT}$$

$$T_0 = \frac{0,029 \text{ кг/моль} \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 230 \text{ м}^3 \cdot (265 + 273) \text{ К}}{0,029 \text{ кг/моль} \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 230 \text{ м}^3 + 145 \text{ кг} \cdot 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \cdot (265 + 273) \text{ К}}$$

$$T_0 \approx 273 \text{ К} = 0^\circ \text{C}$$

Задача 25 Электрическая цепь состоит из источника тока с конечным внутренним сопротивлением и реостата. Сопротивление реостата можно изменять в пределах от 1 Ом до 5 Ом. Максимальная мощность тока P_{max} , выделяющаяся на реостате, равна 4,5 Вт и достигается при сопротивлении реостата $R = 2$ Ом. Какова ЭДС источника?

Решение

По закону Ома для полной цепи

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r},$$

где напряжение на реостате $U = IR$.

Мощность, выделяемая на реостате,

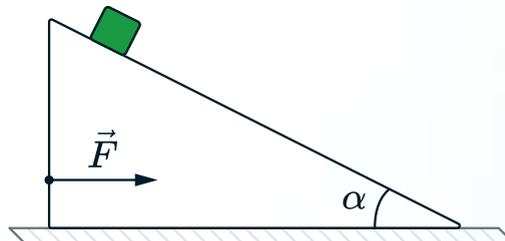
$$P = IU = I(\mathcal{E} - Ir).$$

Корни уравнения $I(\mathcal{E} - Ir) = 0$:

$$I_1 = 0, \quad I_2 = \frac{\mathcal{E}}{r}.$$

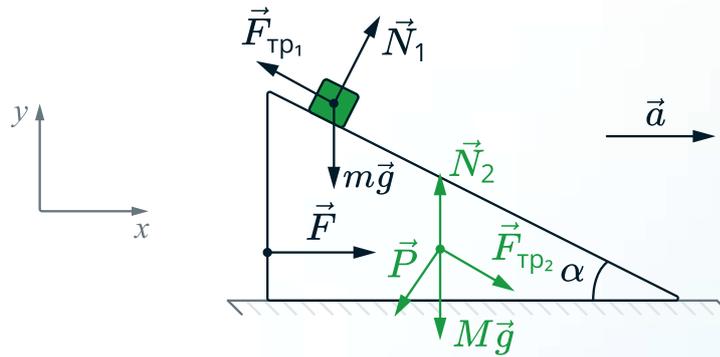
Поэтому максимум функции $P(I)$ достигается при $I = \mathcal{E}/(2r)$ и равен $P_{max} = \mathcal{E}^2/(4r)$. С другой стороны, $P = I^2 R = \mathcal{E}^2 R / (r + R)^2$. Отсюда получаем, что P_{max} достигается при $R = r$. Поэтому $P_{max} = \mathcal{E}^2/(4R)$. ЭДС источника $\mathcal{E} = \sqrt{4RP_{max}} = 6$ В

Задача 26 По гладкой горизонтальной поверхности стола движется клин массой M . По шероховатой наклонной поверхности клина равномерно (относительно клина) движется брусок массой m (см. рисунок). Угол наклона клина α , а коэффициент трения бруска о клин равен μ . С какой горизонтальной силой F , действуют на клин. Какие физические законы Вы использовали при решении задачи? Обоснуйте их применение в данном случае. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на брусок и клин.



Обоснование

Изобразим силы, действующие на брусок:



Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной. Движение бруска поступательное. Следовательно, его можно считать материальной точкой.

При движении бруска по плоскости клина на него действуют силы тяжести, трения и реакции опоры. На клин действуют сила тяжести, сила трения между бруском и клином, сила реакции опоры, вес бруска и приложенная горизонтальная сила. Движение клина по горизонтальной поверхности поступательное. Следовательно, его можно описывать моделью материальной точки.

Так как брусок относительно клина движется равномерно, то клин и брусок относительно Земли движутся с одинаковым ускорением. В ИСО для обоих тел выполняется второй закон Ньютона.

Решение

Силы трения между бруском и клином – парные, по третьему закону Ньютона эти силы равны по модулю в ИСО $F_{тр1} = F_{тр2}$. Вес бруска по третьему закону Ньютона равен силе реакции опоры $P = N_1$.

Запишем второй закон Ньютона для бруска:

$$\vec{F}_1 + m\vec{g} + \vec{N}_1 = m\vec{a},$$

где a – ускорение бруска.

В проекциях на координатные оси Ox и Oy :

$$N_1 \sin \alpha - F_1 \cos \alpha = ma$$

$$N_1 \cos \alpha + F_1 \sin \alpha - mg = 0$$

Сила трения скольжения: $F_1 = \mu N_1$. Отсюда

$$N_1 \sin \alpha - \mu N_1 \cos \alpha = ma$$

$$N_1 \cos \alpha + \mu N_1 \sin \alpha = mg$$

Поделим первое уравнение на второе

$$\frac{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} = \frac{a}{g}$$

Тогда

$$a = \frac{g(\operatorname{tg} \alpha - \mu)}{1 + \mu \operatorname{tg} \alpha}$$

Запишем второй закон Ньютона для системы "клин+брусок":

$$(M + m)\vec{g} + \vec{N}_2 + \vec{F} = (m + M)\vec{a}$$

Спроецируем на ось Ox :

$$F = (m + M)a$$

Тогда силу, действующую на клин, можно найти подставив ускорение в формулу:

$$F = \frac{(m + M)g(\operatorname{tg} \alpha - \mu)}{1 + \mu \cdot \operatorname{tg} \alpha}$$



Курс по подготовке к ЕГЭ–2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

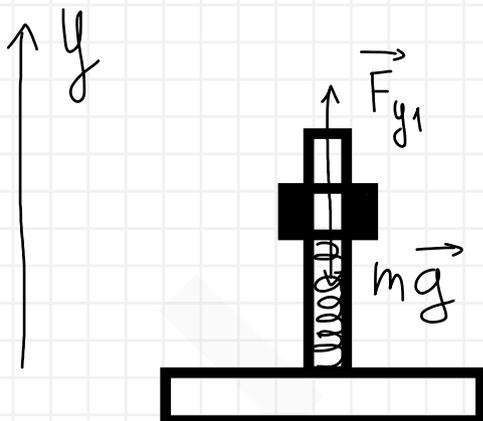
Ф И З

□ □ □

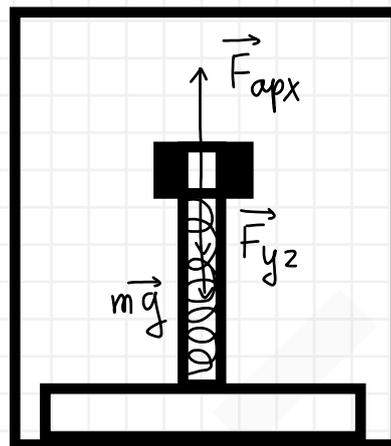
□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!



пружина №1



пружина №2

В 1 случае на кольцо действует сила упругости F_{y1} , сила тяжести кольца mg . Пружина ската

Запишем II закон Ньютона на ось Oy : $F_{y1} = mg$

$$F_{y1} = k |l_1 - l_0|$$

Во 2 случае действует сила упругости F_{y2} , сила тяжести mg и сила Архимеда F_a , т.к. находится тело в воде

$$F_a = \rho_B g V; \quad mg = \rho V g, \quad \text{где } \rho_B - \text{плотность воды}$$

$$\rho_B = 1000 \text{ кг/м}^3; \quad \rho = 800 \text{ кг/м}^3$$

ρ - плотность дерева

$\rho_B > \rho \Rightarrow F_a > mg$, значит пружина растянута

Запишем II закон Ньютона: $Oy: F_{y2} = F_a - mg$

$$F_{y2} = k |l_2 - l_0|$$



Курс по подготовке к ЕГЭ–2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

При свободном падении тело испытывает следующие невесомости: камень и вода стали невесомы, вес вытесненной жидкости, равный силе Архимеда, тоже равен нулю. Тела вернулись в недеформированное состояние: пружина 1 растянулась, пружина 2 – сжалась.



Курс по подготовке к ЕГЭ–2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

Дано:

$$m_1 = 5 \text{ кг}$$

$$t_1 = 25^\circ\text{C}$$

$$m_2 = 3 \text{ кг}$$

$$t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$t = ?$$

Решение:

 Q_1 – кол-во теплоты, полученное водой:

$$Q_1 = c m_1 (t - t_1)$$

 Q_2 – кол-во теплоты, отданное кипятком:

$$Q_2 = c m_2 (t_2 - t)$$

Запишем уравнение теплового баланса:

$$c m_1 (t - t_1) = c m_2 (t_2 - t)$$

$$m_1 t - m_1 t_1 = m_2 t_2 - m_2 t$$

$$t (m_1 + m_2) = m_2 t_2 + m_1 t_1$$

$$t = \frac{m_2 t_2 + m_1 t_1}{m_1 + m_2}$$

$$t = \frac{3 \cdot 100 + 5 \cdot 25}{5 + 3} = 53,13^\circ\text{C}$$

Ответ: $53,13^\circ\text{C}$



Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□□□

□□.□□.□□

□□

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

√23

Дано:

$$d = 300 \text{ нм}$$

$$\lambda = 5,6 \cdot 10^{-14} \text{ Гц}$$

 $m_{\max} = ?$

Решение:

$$d \sin \varphi = m \lambda \quad \text{Формула дифракционной решетки.}$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

Для макс. порядка m , нужен максимальный синус \Rightarrow

$$\sin \varphi = 1$$

$$m_{\max} = \frac{d \cdot \nu}{c}$$

$$m_{\max} = \frac{5,6 \cdot 10^{-14}}{300 \cdot 3 \cdot 10^8} \approx 6,2$$

Так как порядок - целое число $\Rightarrow m_{\max} = 6$

Ответ: 6



Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

№ 24

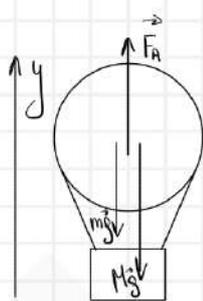
Дано:

$M = 145 \text{ кг}$

$V = 280 \text{ м}^3$

$t = 265^\circ \text{C}$

$t_0 = ?$



Решение:

m - масса воздуха внутри шара

II закон Ньютона

$$Oy: F_A - mg - Mg = 0$$

$$\left. \begin{aligned} \rho_0 g V - mg - Mg = 0 \\ \rho_0 V - \rho V - M = 0 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \rho_0 - \text{плотность воздуха снаружи} \\ \rho - \text{плотность воздуха внутри} \end{aligned}$$

С помощью уравнение Менделеева - Клапейрона выразим плотность: $\rho_0 = \frac{p_0 M}{R T_0}$, p_0 - атмосферное давление, M - молярная масса воздуха.

$$\rho = \frac{p_0 M}{R T}, \quad \rho_0 = \frac{p_0 M}{R T_0}$$

Итого получим:

$$\frac{p_0 V M}{R T_0} - \frac{p_0 V M}{R T} - M = 0 \quad (*)$$

T - абсолютная температура внутри шара

$$T = t + 273 = 265 + 273 = 538 \text{ K}$$

T_0 - абсолютная температура внешнего воздуха.

$$T_0 = t_0 + 273 \Rightarrow t_0 = T_0 - 273$$

Выразим из формулы (*) T_0 и найдём искомую величину:

$$T_0 = \frac{p_0 V M}{\mu p_0 V + M R T} \Rightarrow t_0 = \frac{p_0 V T}{\mu p_0 V + M R T} - 273$$

$$t_0 = \frac{0,029 \cdot 10^5 \cdot 230 \cdot 538}{0,029 \cdot 10^5 \cdot 230 + 145 \cdot 8,31 \cdot 538} - 273 = 0^\circ \text{C}$$

Ответ: 0°C



Курс по подготовке к ЕГЭ-2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

№25.

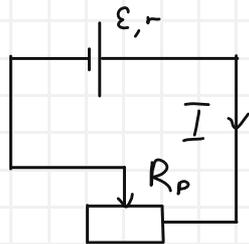
Дано:

$$R_p \in [1, 5] \text{ Ом}$$

$$P_{\text{max}} = 4,5 \text{ Вт}$$

при $R = 2 \text{ Ом}$

Решение:



Найдем зависимость мощности тока, выделяющейся на реостате, от силы тока через реостат: $P(I)$.

$\varepsilon = ?$

По закону Ома для полной цепи:

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_p} \Rightarrow I R_p = \varepsilon - I r$$

По ф-ле для мощности:

$$P = I U, \text{ где}$$

U - напряжение на реостате, которое можно найти по закону

Ома для участка цепи:

$$U = I R_p$$

Тогда

$$U = I R = \varepsilon - I r,$$

$$\text{а } P = I U = \varepsilon I - I^2 r = P(I).$$

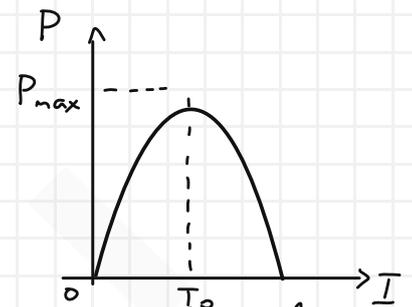
Графиком данной ф-ции является парабола с осями, направленными вниз.

$$\text{По ф-ле для вершины: } I_0 = \frac{-\varepsilon}{-2r} = \frac{\varepsilon}{2r}$$

$$\text{Или из условия и закона Ома для полн. цепи: } \frac{\varepsilon}{2r} = \frac{\varepsilon}{r+R} \Rightarrow r=R=2 \text{ Ом}$$

$$\text{Значит, } P_{\text{max}} = P(I_0) = \varepsilon \frac{\varepsilon}{2r} - \frac{\varepsilon^2}{4r^2} r = \frac{\varepsilon^2}{4r} \Rightarrow \varepsilon = \sqrt{4r P_{\text{max}}} = \sqrt{4R P_{\text{max}}}$$

$$\text{Или } \varepsilon = \sqrt{4 \cdot 2 \cdot 4,5} = 6 \text{ В} \quad \text{Ответ: } 6 \text{ В.}$$





Курс по подготовке к ЕГЭ–2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

№26.

Дано:

$M, m, \alpha,$
 μ

$F - ?$

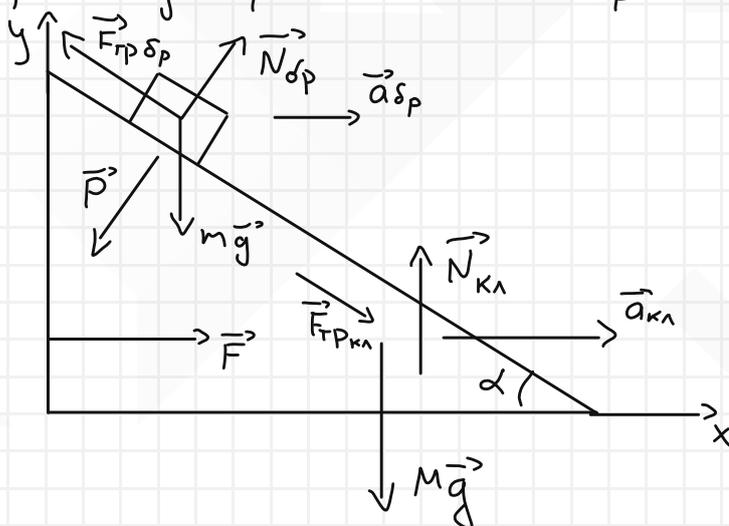
Обоснование:

1. Введем инерциальную систему отсчета, связанную с Землей.
2. Будем считать тела материальными точками, т.к. их размерами в условиях данной задачи можно пренебречь.

пренебречь.

3. Тогда в ИСО для мат. точек будут применимы законы Ньютона.

4. Т.к. относительно клина брусок движется равномерно, то ускорение бруска равно ускорению клина: $\vec{a}_{бр} = \vec{a}_{кл.}$ (1)



По 3^{ему} закону Ньютона:

$$\vec{P} = -\vec{N}_{бр} \Rightarrow P = N_{бр} \quad (2)$$

$$\vec{F}_{тр\ бр} = -\vec{F}_{тр\ кл} \Rightarrow F_{тр\ бр} = F_{тр\ кл} \quad (3)$$



Курс по подготовке к ЕГЭ-2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

Запишем 2^{ой} закон Ньютона для тел:

$$1) \vec{N}_{\delta p} + \vec{F}_{тр \delta p} + m\vec{g} = m\vec{a}_{\delta p}$$

$$2) \vec{P} + \vec{N}_{кл} + M\vec{g} + \vec{F}_{тр кл} + \vec{F} = M\vec{a}_{кл}$$

В проекциях на оси:

$$1) \text{оx: } ma_{\delta p} = N_{\delta p} \sin \alpha - F_{тр \delta p} \cos \alpha \quad (4)$$

$$\text{оy: } 0 = N_{\delta p} \cos \alpha + F_{тр \delta p} \sin \alpha - mg \quad (5)$$

$$2) \text{оx: } Ma_{кл} = F + F_{тр кл} \cos \alpha - P \sin \alpha \quad (6)$$

По ф-ле для силы трения скольжения:

$$F_{тр \delta p} = \mu N_{\delta p} \quad (7)$$

Подставим (7) в (5) и (6):

$$ma_{\delta p} = N_{\delta p} (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$mg = N_{\delta p} (\cos \alpha + \mu \sin \alpha)$$

Поделим и выразим $a_{\delta p}$:

$$a_{\delta p} = g \frac{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} \quad (8)$$

Тогда из (1):

$$a_{кл} = a_{\delta p} = g \frac{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$$

Подставим теперь (7), (1) - (3) в (5), (6):

$$mg = N_{\delta p} (\cos \alpha + \mu \sin \alpha)$$

$$Ma_{\delta p} - F = N_{\delta p} (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$

Поделим и выразим F:

$$Ma_{\delta p} - F = mg \frac{\mu \cos \alpha - \sin \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$$



Курс по подготовке к ЕГЭ–2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

$$F = M a_{\delta p} - m g \frac{\mu \cos \alpha - \sin \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$$

Тогда, используя (8), получим:

$$F = (M + m) g \frac{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$$

или

$$F = (M + m) g \frac{\operatorname{tg} \alpha - \mu}{1 + \mu \operatorname{tg} \alpha}$$

$$\text{Ответ: } F = (M + m) g \frac{\operatorname{tg} \alpha - \mu}{1 + \mu \operatorname{tg} \alpha}$$

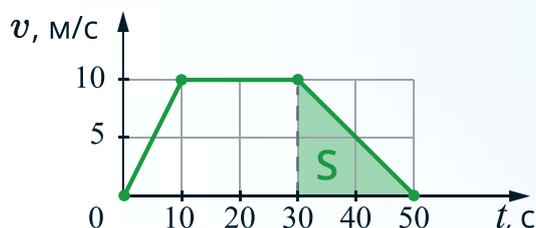
Вариант №4

Задача 1 На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t .



Найдите путь, пройденный автомобилем за время от 30 до 50 с.

Решение



Путь можно найти как площадь под графиком зависимости скорости от времени без учета знаков, а перемещение с их учетом. В данном случае необходимо найти треугольника.

$$S = \frac{1}{2} \cdot 10 \text{ м/с} \cdot 20 \text{ с} = 100 \text{ м}$$

Задача 2 На штативе закреплён динамометр. К нему подвесили груз массой 0,1 кг. Пружина динамометра при этом удлинилась на 2,5 см. Чему будет равно удлинение пружины, если масса груза увеличится втрое?

Решение

Согласно закону Гука:

$$F = k\Delta x,$$

где k – жесткость пружины, Δx – удлинение пружины.

Сила F равна силе тяжести груза:

$$F = mg,$$

где m – масса груза, g – ускорение свободного падения.

То есть

$$\Delta x = \frac{mg}{k}.$$

При увеличении массы груза m в три раза, удлинение также увеличится в три раза и составит 7,5 см.

Задача 3 Шарик массой $m = 1$ кг, находящийся на высоте $h_1 = 10$ м, из состояния покоя падает на поверхность, при этом выделяется количество теплоты $Q = 10$ Дж, отскакивает вверх на высоту h_2 . Найдите высоту подъема h_2 .

Решение

Так как тело падает из состояния покоя, то начальная скорость при падении равна 0. При движении вниз выполняется закон сохранения энергии.

$$E_{п1} = E_k \quad (1)$$

После соударения шарика об землю будет выполнено равенство (часть энергии переходит в тепло):

$$E_k = E_{п2} + Q \quad (2)$$

Подставим (1) в (2)

$$E_{п1} = E_{п2} + Q \quad E_{п1} = mgh_1 \quad E_{п2} = mgh_2 \quad \Rightarrow \quad mgh_1 = mgh_2 + Q$$

Выразим h_2 :

$$h_2 = \frac{mgh_1 - Q}{mg} = \frac{1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 10 \text{ м} - 10 \text{ Дж}}{1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}} = 9 \text{ м}$$

Задача 4 Какова скорость звуковых волн в среде v , если период $T = 0,025$ с, а длина волны $\lambda = 3$ м?

Решение

Формула для расчета частоты:

$$\nu = \frac{v}{\lambda}$$

где ν – частота колебаний.

Выразим скорость

$$v = \nu \cdot \lambda \quad (1)$$

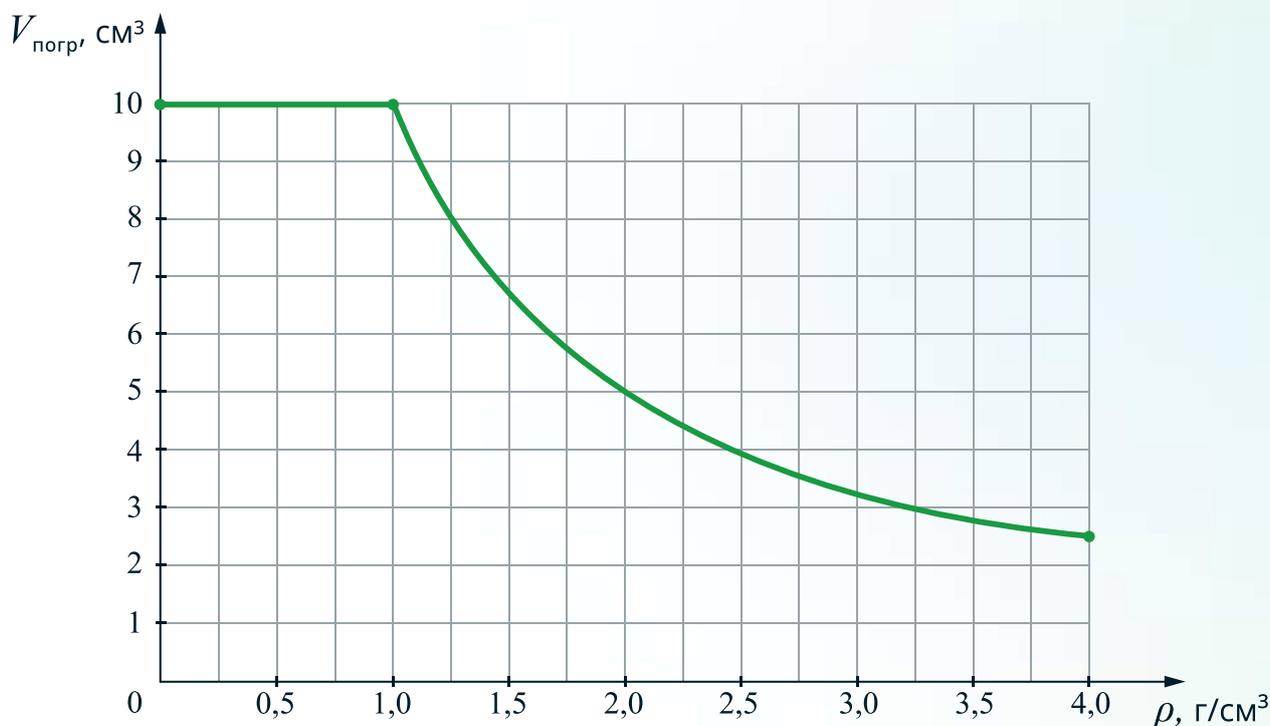
Частота и период связаны формулой:

$$\nu = \frac{1}{T} \quad (2)$$

Подставим (2) в (1)

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{3 \text{ м}}{0,025 \text{ с}} = 120 \text{ м/с}$$

Задача 5 Ученик помещал цилиндр, не удерживая его, в различные жидкости, плотности которых представлены в таблице, и измерял объем погруженной в жидкость части цилиндра $V_{\text{погр}}$. По результатам измерений он получил зависимость, представленную на графике объема погруженной части цилиндра $V_{\text{погр}}$ от плотности жидкости ρ . Объем цилиндра постоянен и равен $V = 10 \text{ см}^3$.



Жидкость	Бензин	Спирт	Вода	Глицерин	Хлороформ	Бромформ	Дийодметан
Плотность, ρ , г/см ³	0,71	0,79	1,0	1,26	1,49	2,89	3,25

На основании анализа приведённого графика выберите все верные утверждения и укажите в ответе их номера.

1. В бензине и спирте сила Архимеда, действующая на цилиндр, одинакова.
2. Цилиндр тонет в глицерине.
3. На цилиндр, погруженный в бромформ, действует выталкивающая сила 0,1 Н.
4. Цилиндр плавает во всех жидкостях, указанных в таблице.
5. При плавании цилиндра в хлороформе и дийодметане сила Архимеда, действующая на него, одинакова.

Решение

1) **Неверно**

В бензине и в спирте цилиндр погружен на одинаковый объем. В таком случае сила Архимеда равна

$$F_A = \rho g V_{\text{погр}},$$

где ρ – плотность жидкости, в которую погружено тело.

Но плотность спирта больше плотности бензина, а значит и сила Архимеда, действующая на цилиндр в спирте, больше силы Архимеда, действующей на цилиндр в бензине.

2) **Неверно**

Цилиндр тонет при плотности меньше, чем 1 г/см^3 , у глицерина плотность $1,26 \text{ г/см}^3$, значит, цилиндр плавает.

3) **Верно**

У бромформа плотность больше 1 г/см^3 , а значит сила Архимеда уравновешивает силу тяжести.

По графику видим, что цилиндр начинает плавать при плотности жидкости 1 г/см^3 , а значит именно такова плотность материала, из которого он сделан. Откуда сила Архимеда, действующая на цилиндр

$$F_A = mg = 1 \text{ г/см}^3 \cdot 10 \text{ см}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} = 100 \text{ мН}$$

4) **Неверно**

Нет, при плотности меньше 1 г/см^3 цилиндр не плавает.

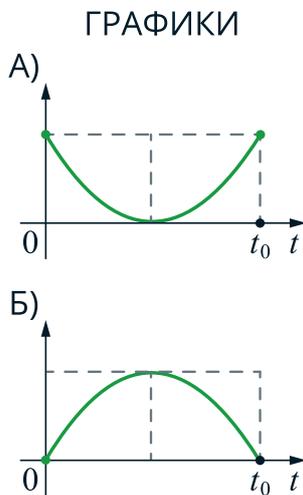
5) **Верно**

У хлороформа и дийодметана плотность больше 1 г/см^3 , значит, сила Архимеда уравновешивает силу тяжести и силы Архимеда одинаковы.

Задача 6 Шарик брошен вертикально вверх с начальной скоростью \vec{v}_0 (см. рис.).



Считая сопротивление воздуха малым, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять (t_0 — время полета). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) Проекция скорости шарика v_y
- 2) Проекция ускорения шарика a_y
- 3) Кинетическая энергия шарика
- 4) Потенциальная энергия шарика

Решение

Проекция скорости:

$$v_y = v_{0y} + a_y t,$$

где v_{0y} – проекция начальной скорости на ось Oy , a_y – проекция ускорения тела на Oy . Так как на тело действует только сила тяжести, то по второму закону Ньютона:

$$mg = ma \Rightarrow a = g = const$$

То есть на графиках не изображено ускорение.

Скорость:

$$v_y = v_{0y} - gt,$$

то есть на графиках не изображена скорость.

Кинетическая энергия тела равна:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

Это парабола с ветвями вверх А – 3.

Потенциальная энергия:

$$E = mgh$$

Уравнение движения по оси Oy :

$$h = y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2}$$

где v_{0y} – проекция начальной скорости на ось Oy , y_0 – начальная координата, a_y – проекция ускорения тела на Oy .

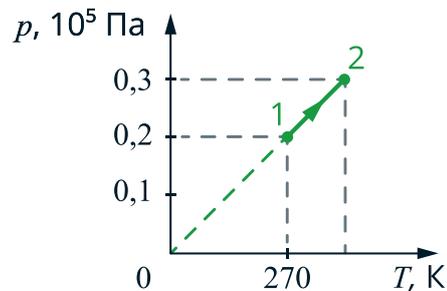
В нашем случае можно записать следующим образом:

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$E = mg \left(v_0 t - \frac{gt^2}{2} \right)$$

Так как это квадратное уравнение относительно t , то его график будет параболой, причём с ветвями вниз (так как перед t^2 стоит минус) Б – 4.

Задача 7 На рисунке показано изменение состояния идеального газа в количестве 4 моль. Какая температура соответствует состоянию 2?



Решение

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT$$

где p — давление газа, V — объём, ν — количество вещества, R — универсальная газовая постоянная, T — абсолютная температура.

Выразим отсюда V :

$$V = \nu R \frac{T}{p}$$

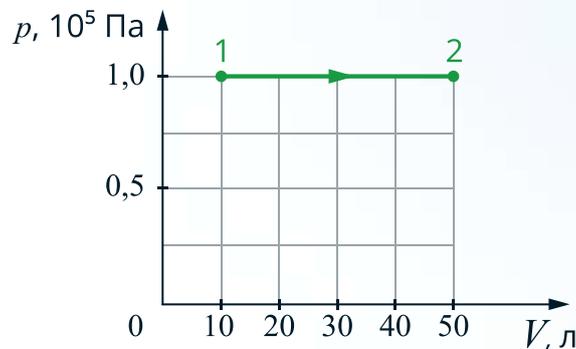
Так как зависимость между T и p линейная, то $T = \alpha p$, где α – некоторый постоянный коэффициент.

$$V = \nu R \frac{\alpha p}{p} = \alpha \nu R,$$

значит, объём газа постоянный и процесс изохорный. Отсюда по закону Шарля

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = T_1 \frac{p_2}{p_1} = 270 \text{ К} \cdot \frac{0,3 \cdot 10^5 \text{ Па}}{0,2 \cdot 10^5 \text{ Па}} = 405 \text{ К}$$

Задача 8 Идеальный газ участвует в процессе 1–2, график которого показан на рисунке. Какую работу совершил газ в этом процессе?



Решение

Работа газа в изобарном процессе равна:

$$A = p\Delta V,$$

где p – давление, ΔV – изменение объёма.

Отсюда

$$A = 10^5 \text{ Па} \cdot 40 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 4 \text{ кДж}$$

Задача 9 Объём сосуда, содержащего 1 моль неона, уменьшили вдвое и добавили в сосуд 1 моль аргона. Температура в сосуде поддерживается постоянной. Выберите из предложенного списка все утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта.

1. Концентрация атомов неона в 2 раза меньше, чем у аргона.
2. Парциальное давление неона увеличилось в 2 раза.
3. Внутренняя энергия неона уменьшилась.
4. Плотность газа в сосуде увеличилась.
5. Давление в сосуде увеличилось в 4 раза.

Решение

1) Неверно

Концентрация:

$$n = \frac{N}{V},$$

где N – количество молекул, V – объём сосуда.

Так как добавили 1 моль аргона, то и неона и аргона стало по 1 моль каждого, значит, их концентрации равны.

2) Верно

Так как процесс изотермический, то по закону Бойля-Мариотта:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_1}{V_1/2} = 2.$$

3) Неверно

При постоянстве массы газа его внутренняя энергия определяется только температурой. И, так как температура была постоянной, то внутренняя энергия оставалась неизменной.

4) Верно

Плотность газа равна:

$$\rho = \frac{m}{V},$$

где m – масса газа.

Так как масса газа увеличилась (в газ добавили 1 моль аргона), а объём уменьшили, то плотность увеличилась.

5) Верно

Давление газа можно найти из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT,$$

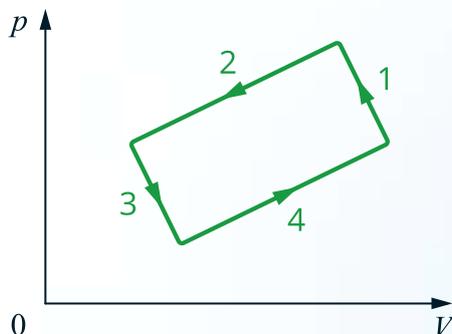
где p – давление, ν – количество вещества, T – температура.

Отсюда давление

$$p = \frac{\nu RT}{V},$$

так как количество вещества увеличилось в 2 раза, а объём уменьшился в 2 раза, то давление увеличилось в 4 раза.

Задача 10 На рисунке изображена диаграмма четырёх последовательных изменений состояния 2 моль идеального газа. Какие процессы связаны с наименьшими положительными значениями работ газа и работы внешних сил? Установите соответствие между такими процессами и номерами процессов на диаграмме.



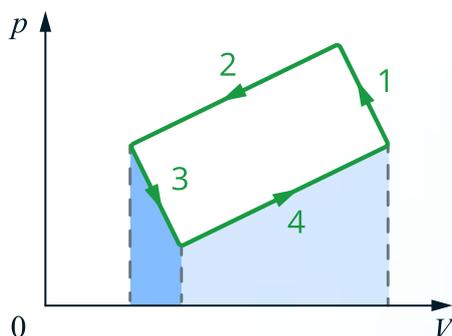
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ	ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
А) работа газа положительна и минимальна	1) 1
	2) 2
Б) работа внешних сил положительна и минимальна	3) 3
	4) 4

Решение

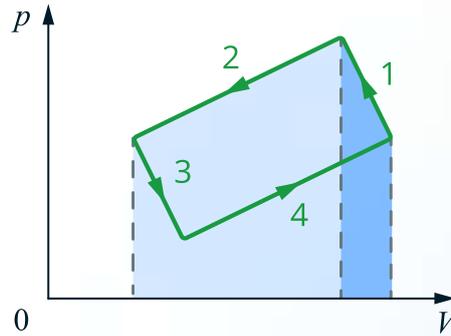
Работа газа положительна, когда объём увеличивается (процессы 3 и 4), работа внешних сил положительна, когда объём уменьшается (процессы 1 и 2). При этом модуль работы пропорционален площади под графиком $p - V$.

А) Изобразим площади под графиками процессами 3 и 4.



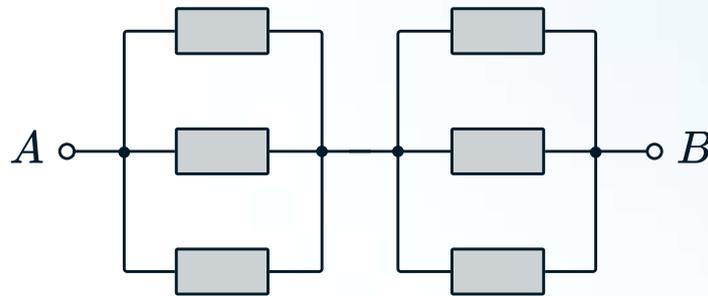
То есть ответ 3.

Б) Изобразим площади под графиками процессами 1 и 2.



То есть ответ 1.

Задача 11 На рисунке приведена схема участка цепи AB . Сопротивление каждого резистора равно 15 Ом. Каково сопротивление всего участка цепи AB ?



Решение

Общее сопротивление параллельного блока резисторов (и первого, и второго) равно

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_0 = \frac{R}{3}.$$

Тогда общее сопротивление участка AB равно

$$R_{AB} = R_0 + R_0 = 2R_0 = \frac{2R}{3} = \frac{2 \cdot 15 \text{ Ом}}{3} = 10 \text{ Ом}$$

Задача 12 За время $\Delta t = 4$ с магнитный поток через площадку, ограниченную проводочной рамкой, равномерно уменьшается от некоторого значения Φ до нуля. При этом в рамке генерируется ЭДС, равная 6 мВ. Определите начальный магнитный поток Φ через рамку.

Решение

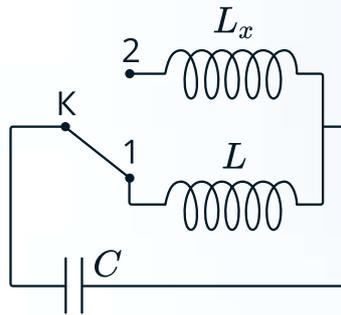
Модуль ЭДС индукции:

$$|\xi| = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{\Phi}{\Delta t}$$

Откуда начальный поток:

$$\Phi = \xi \cdot \Delta t = 6 \text{ мВ} \cdot 4 \text{ с} = 24 \text{ мВб}$$

Задача 13 В колебательном контуре (см. рисунок) индуктивность катушки $L = 12$ мГн. Какой должна быть индуктивность L_x второй катушки, чтобы при переводе ключа К из положения 1 в положение 2 период собственных электромагнитных колебаний в контуре уменьшился в $\sqrt{3}$ раз?



Решение

Период собственных колебаний находится по формуле:

$$T = 2\pi\sqrt{LC},$$

где L – индуктивность катушки, C – емкость конденсатора.

Тогда

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\sqrt{L_x}}{\sqrt{L}}$$

по условию $\frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{\sqrt{3}}$, то есть

$$\frac{\sqrt{L_x}}{\sqrt{L}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow L_x = \frac{L}{3} = \frac{12 \text{ мГн}}{3} = 4 \text{ мГн}$$

Задача 14 На рис. 1 приведена схема установки, с помощью которой исследовалась зависимость напряжения на реостате от величины протекающего тока при движении ползунка реостата справа налево.

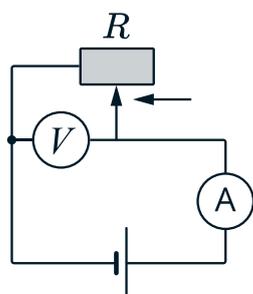


Рис. 1

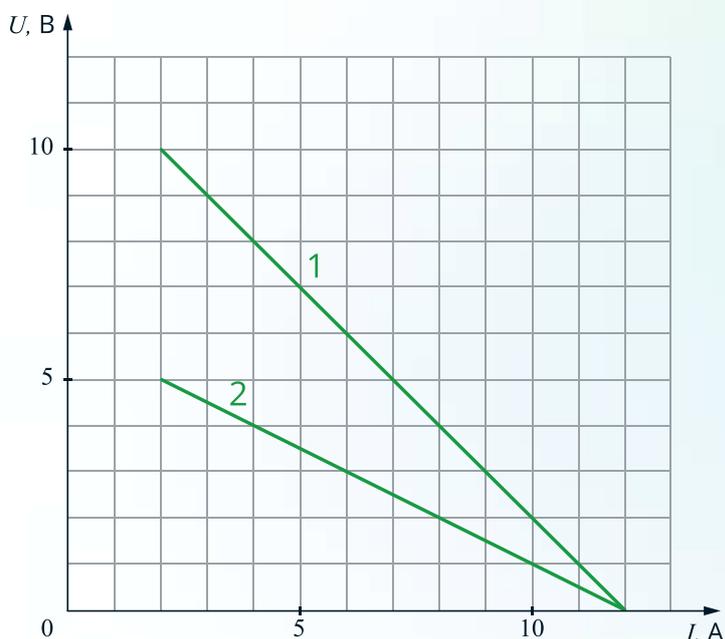


Рис. 2

На рис. 2 приведены графики, построенные по результатам измерений для двух разных источников напряжения.

Выберите **все** утверждения, соответствующих результатам этих опытов.

1. При силе тока 12 А вольтметр показывает значение ЭДС источника.
2. Ток короткого замыкания равен 12 А.
3. Во втором опыте сопротивление реостата уменьшалось с большей скоростью.
4. Во втором опыте ЭДС источника в 2 раза меньше, чем в первом.
5. В первом опыте ЭДС источника равна 5 В.

Решение

1) **Неверно**

Из графиков видно, что ток, равный 12 А, является током короткого замыкания, следовательно, напряжение на вольтметре будет равно 0.

2) **Верно**

Верно на основе предыдущего пункта

3) **Неверно**

На данном графике представлена лишь зависимость напряжения от тока, поэтому ничего нельзя сказать о скорости изменения сопротивления резистора.

4) **Верно**

В данной схеме верно данное уравнение: $U = \xi - Ir$, где U - падение напряжение на реостате, I - сила тока через контур, ξ - ЭДС источника, r - внутреннее сопротивление

источника.

Запишем данное уравнение для двух разных точек одного источника(одной прямой).
Рассмотрим сначала 1 источник:

$$\begin{cases} 10 = \xi_1 - 2r_1 & , \text{ точка}(2, 10) \\ 7 = \xi_1 - 5r_1 & , \text{ точка}(5, 7) \end{cases}$$

Решая данную систему, получим $r_1 = 1 \text{ Ом} \Rightarrow \xi_1 = 12 \text{ В}$

Аналогично делаем для 2 источника и получаем $r_2 = 0,5 \text{ Ом} \Rightarrow \xi_2 = 6 \text{ В}$

5) **Неверно**

В первом опыте ЭДС источника равно 12 В.

Задача 15 Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы между фокусным и двойным фокусным расстоянием от неё. Предмет начинают приближать к фокусу линзы. Как меняются при этом размер изображения и оптическая сила линзы?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Размер изображения	Оптическая сила линзы

Решение

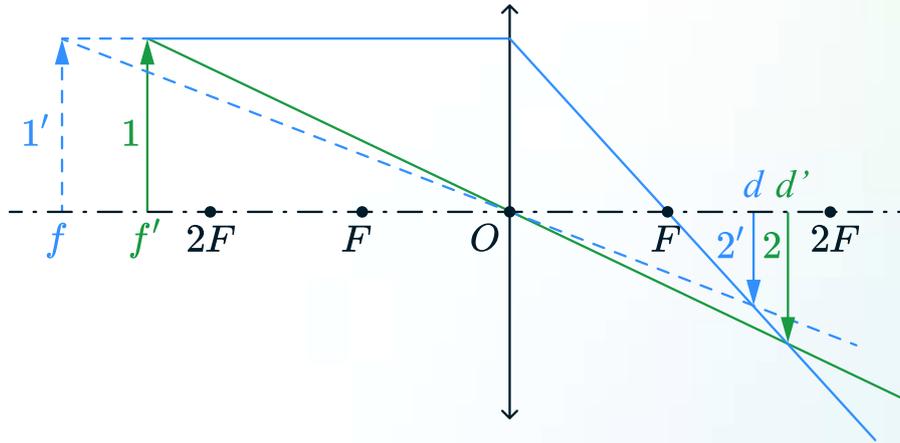
Верно соотношение:

$$\frac{f}{d} = \frac{h_2}{h_1}$$

где f - расстояние от линзы до изображения, d - расстояние от линзы до предмета, h_1 - высота предмета, h_2 - высота изображения.

$$h_2 = \frac{f \cdot h_1}{d}$$

Видно, что h_2 уменьшается.



Оптическая сила линзы не зависит от положения предмета.

Задача 16 Период полураспада изотопа европия ${}_{63}^{156}\text{Eu}$ равен 15 дням. Какая масса этого изотопа осталась через 60 дней в образце, содержащем первоначально 80 мг ${}_{63}^{156}\text{Eu}$?

Решение

Закон радиоактивного распада:

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}},$$

где N — количество оставшихся ядер, N_0 — начальное количество ядер, t — время, T — период полураспада.

Найдем массу нераспавшегося изотопа за время $t = 60$ дней:

$$N = 80 \cdot 2^{-\frac{60}{15}} = 5 \text{ мг}$$

Задача 17 На металлическую пластинку (катод) установки для исследования фотоэффекта направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно уменьшают, не меняя его длины волны. Как изменятся в результате этого модуль запирающего напряжения и максимальная скорость фотоэлектронов? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. не изменяется.

Модуль запирающего напряжения	Максимальная скорость фотоэлектронов

Решение

Запишем уравнение Эйнштейна:

$$E_{\phi} = A_{\text{вых}} + eU,$$

где $A_{\text{вых}}$ – работа выхода из металла, U – запирающее напряжение.

Энергию фотона найдем по формуле $E_{\phi} = \frac{hc}{\lambda}$. то есть интенсивность не влияет на данные показатели.

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. Импульсом тела называется величина, равная произведению массы тела на его ускорение.
2. Теплопередача путём теплопроводности происходит за счёт переноса вещества в струях и потоках.
3. Модуль сил взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел в вакууме прямо пропорционален квадрату расстояния между ними.
4. Электромагнитные колебания в контуре являются гармоническими, если заряд конденсатора с течением времени меняется по закону синуса или косинуса.
5. β -излучение представляет собой поток электронов или позитронов, возникающих при распаде ядер.

Решение

1) **Неверно**

Импульс – произведение массы тела на скорость.

2) **Неверно**

Нет, теплопроводность возникает за счет удара молекул (атомов) вещества друг о друга, сообщая им дополнительный импульс (скорость).

3) **Неверно**

Сила гравитационного взаимодействия равна:

$$F = G \frac{Mm}{R^2},$$

где G – гравитационная постоянная, M – масса первого тела, m – масса второго тела, R – расстояние между центрами тел.

То есть зависимость обратно пропорциональна расстоянию между центрами.

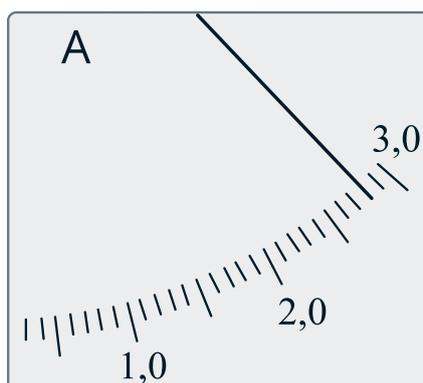
4) **Верно**

Электрический заряд и сила тока, при свободных колебаниях с течением времени изменяются по закону синуса или косинуса, то есть совершают гармонические колебания.

5) **Верно**

Да.

Задача 19 Определите показания амперметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.



Решение

Определим цену деления амперметра

$$\frac{2 \text{ A} - 1 \text{ A}}{10} = 0,1 \text{ A}$$

Стрелка прибора показывает 3 минус 2 деления, то есть:

$$3 \text{ A} - 2 \cdot 0,1 \text{ A} = 2,8 \text{ A}$$

То есть с учетом погрешности

$$2,8 \pm 0,1 \text{ A}$$

А в ответ:

$$2,80,1$$

Задача 20 Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость объёма газа, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, от температуры. У него имеются пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных значениях температуры и давления (см. таблицу).

№ сосуда	Давление, кПа	Температура газа в сосуде, °C	Масса газа, г
1	150	50	10
2	200	50	15
3	150	20	15
4	150	20	10
5	200	20	10

Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

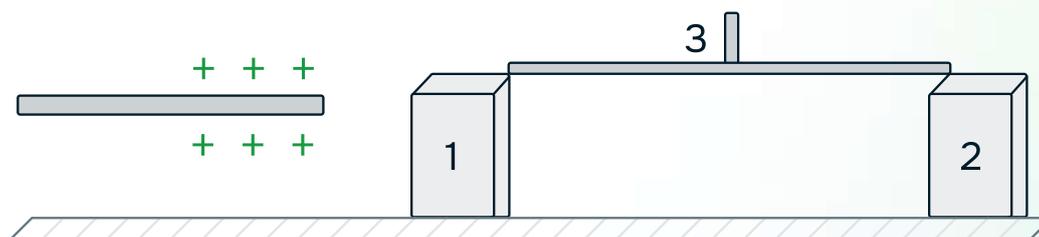
Решение

Объём можно найти по формуле:

$$V = \frac{mRT}{pM}$$

Для того чтобы установить зависимость объёма от температуры газа, необходимо, чтобы масса и давление газа в сосудах были одинаковыми, а температура - различным. Этим условиям подходят пункты 1 и 4.

Задача 21 Два металлических бруска (1) и (2), лежащие на деревянном столе, соединены металлическим стержнем с деревянной ручкой (3). К бруску 1 поднесли положительно заряженную палочку, не касаясь бруска. Затем, продолжая держать палочку возле первого бруска; стержень убрали, подняв его за ручку. Какими после этого будут заряды брусков? Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.



Решение

До того как к брускам поднесли заряженную палочку, они не были заряжены. Так как бруски и стержень сделаны из металла, то они являются проводниками. При поднесении палочки к брускам палочка создаёт электрическое поле, под действием которого произойдет перераспределение зарядов, до тех пор, пока потенциал на брусках не станет одинаковым, при этом электроны с бруска 2 переместятся на брусок 1, то есть заряд бруска станет отрицательным. Система из двух брусков является изолированной, значит, по

закону сохранения заряда, второй брусок будет заряжен положительно, при этом модули зарядов на брусках равны. Когда стержень убрали, держа его за деревянную ручку, распределение зарядов на брусках сохранилось, т.е. брусок 1 остался заряженным отрицательно, брусок 2 – положительно. Поскольку воздух является диэлектриком, то перетекания заряда по нему не происходит.

Задача 22 Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности Земли под углом 60° к горизонту, достиг максимальной высоты, равной 5 м. Сколько времени прошло от момента броска до того момента, когда скорость камня стала горизонтальной? Спротивлением воздуха пренебречь.

Решение

Момент, когда скорость камня становится горизонтальной, это момент времени, когда тело находится на максимальной высоте, т.к. в этот момент времени вертикальная составляющая скорость равняется нулю. Значит, нам необходимо найти время подъема тела.

Исходя из симметрии можем утверждать, что время падения равно времени подъема. Рассмотрим процесс движения из верхней точки в нижнюю и запишем уравнение координаты для вертикальной оси:

$$y = y_0 + v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}$$

Конечная координата $y = 0$ - т.к. тело упало на поверхность Земли, начальная координата $y_0 = h = 5$ м - т.к. тело движется из верхней точки траектории, начальная скорость по вертикали $v_{0y} = 0$ - т.к. скорость направлена горизонтально и вертикальная составляющая равна нулю. Тогда получим:

$$0 = h + 0 - \frac{gt^2}{2}$$

Откуда:

$$h = \frac{gt^2}{2}$$

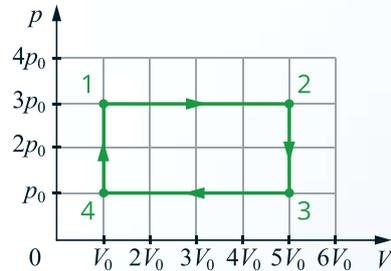
Откуда время падения t равно:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Получим время:

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 5}{10}} = 1 \text{ с}$$

Задача 23 На рисунке изображён циклический процесс, проведённый с неизвестным газом. При расширении на участке 1-2 газ совершает работу 1,2 кДж. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты, равное 3,3 кДж. Масса газа постоянна. Определите КПД цикла.



Решение

КПД цикла:

$$\eta = \frac{A}{Q},$$

где A – работа газа за цикл, Q – количество теплоты, полученное от нагревателя.

Работа газа в изобарном процессе:

$$A = p\Delta V,$$

где p – давление газа, ΔV – изменение объёма.

Работа газа в процессе 1-2

$$A_{12} = 3p_0(5V_0 - V_0) = 12p_0V_0 = 1,2 \text{ кДж}$$

Работа над газом в процессе 3-4:

$$A_{34} = p_0(5V_0 - V_0) = 4p_0V_0 = 0,4 \text{ кДж}$$

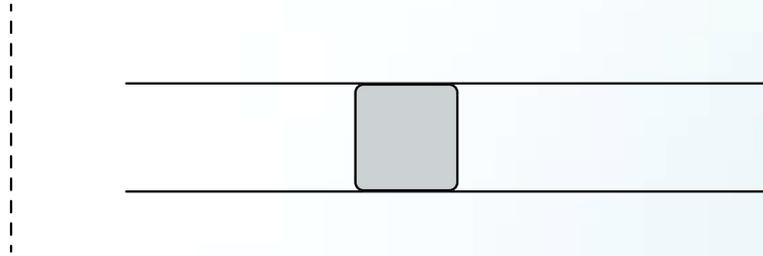
Тогда работа газа за цикл:

$$A = A_{12} - A_{34} = 1,2 \text{ кДж} - 0,4 \text{ кДж} = 0,8 \text{ кДж}$$

Тогда КПД цикла:

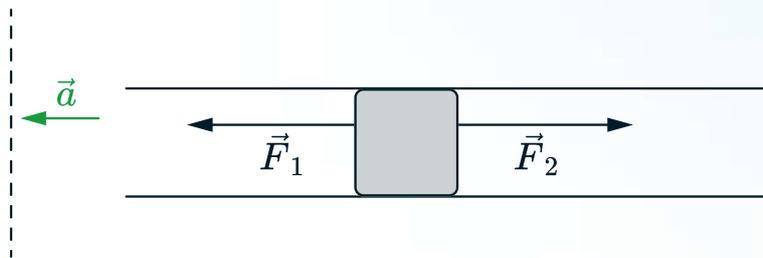
$$\eta = \frac{0,8 \text{ кДж}}{3,3 \text{ кДж}} \approx 0,24 = 24\%$$

Задача 24 Горизонтально закреплённая пробирка со столбиком ртути, длиной 1 см, вращается с угловой скоростью 10 с^{-1} . Во сколько раз нужно увеличить температуру внутри пробирки, чтобы столбик ртути не сдвинулся при увеличении угловой скорости в 4 раза. Начальная температура ртути 0°C . Расстояние от оси вращения до центра массы ртути 20 см. Давление снаружи пробирки считать атмосферным.



Решение

Пусть атмосферное давление равно p_0 , давление воздуха p_1 . Тогда сила атмосферного давления $F_2 = p_0 S$, сила давления воздуха $F_1 = p_1 S$, где S – площадь поршня (см. рис.)



Запишем второй закон Ньютона для столбика ртути:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = m\vec{a},$$

где m – масса ртути, a – центростремительное ускорение.

Спроецируем на ось x :

$$F_1 - F_2 = ma,$$

центростремительное ускорение равно:

$$a = \omega^2 R,$$

где ω – угловая скорость, R – расстояние от оси вращения до столбика.

Масса ртути же равна:

$$m = \rho V = \rho S l,$$

где ρ – плотность ртути, V – объём ртути, l – длина столбика ртути.

Тогда подставив все уравнения во второй закон Ньютона:

$$p_1 = p_0 + \rho l \omega^2 R.$$

Так как столбик ртути остался на месте после нагрева, то объём воздуха не изменился, по закону Шарля для воздуха:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2},$$

где p_2 – давление столбика после нагрева.

Из второго закона Ньютона для второго случая:

$$p_2 - p_0 = 16\rho l\omega^2 R$$

С учётом закона Шарля:

$$\frac{p_1 T_2}{T_1} - p_0 = 16\rho l\omega^2 R \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{p_0 + 16\rho l\omega^2 R}{p_1} = \frac{16p_0 + 16\rho l\omega^2 R - 15p_0}{p_1}.$$

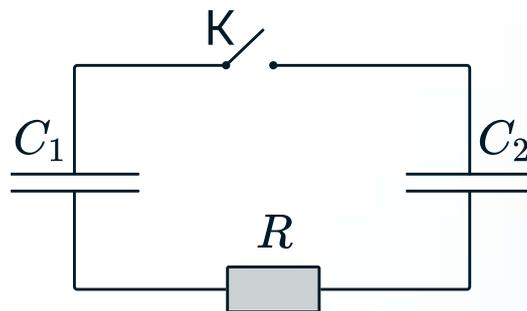
Тогда

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{16(p_0 + \rho l\omega^2 R) - 15p_0}{p_1} = \frac{16p_1}{p_1} - \frac{15p_0}{p_1} = 16 - 15\frac{p_0}{p_1}$$

Отсюда

$$\frac{T_2}{T_1} = 16 - \frac{15p_0}{p_1} = 16 - \frac{15 \cdot 10^5 \text{ Па}}{10^5 \text{ Па} + 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,01 \text{ м} \cdot 100 \text{ с}^{-2} \cdot 0,2 \text{ м}} \approx 1,4$$

Задача 25 Заряженный конденсатор $C_1 = 1$ мкФ включён в последовательную цепь из резистора $R = 300$ Ом, незаряженного конденсатора $C_2 = 2$ мкФ и разомкнутого ключа К (см. рисунок). После замыкания ключа в цепи выделяется количество теплоты $Q = 30$ мДж. Чему равно первоначальное напряжение на конденсаторе C_1 ?



Решение

1. Первоначальный заряд конденсатора $q = C_1 U$.
2. В результате перезарядки конденсаторов после замыкания ключа их заряды равны соответственно q_1 и q_2 , причём $q_1 + q_2 = C_1 U$ (1) (по закону сохранения электрического заряда).

3. В результате перезарядки на конденсаторах устанавливаются одинаковые напряжения, так как ток в цепи прекращается и напряжение на резисторе R становится равным нулю. Поэтому

$$\frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2}. \quad (2)$$

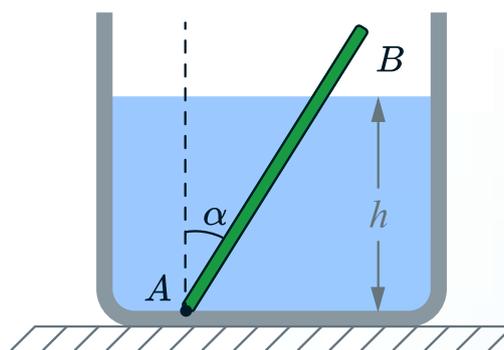
4. По закону сохранения энергии выделившееся в цепи количество теплоты равно разности значений энергии конденсаторов в начальном и конечном состояниях:

$$Q = \frac{C_1 U^2}{2} - \left(\frac{q_1^2}{2C_1} + \frac{q_2^2}{C_2} \right) \quad (3)$$

Решая систему уравнений (1)–(3), получаем:

$$U = \sqrt{\frac{2Q(C_1 + C_2)}{C_1 C_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 30 \cdot 10^{-3} (10^{-6} + 2 \cdot 10^{-6})}{10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}} = 300 \text{ В}$$

Задача 26 На дне кастрюли с водой неподвижно закреплен шарнир малых размеров. К шарниру прикреплен нижним концом тонкий однородный стержень АВ постоянного поперечного сечения $S = 0,25 \text{ см}^2$. Он может без трения поворачиваться на шарнире в плоскости рисунка. Толщина слоя воды $h = 20 \text{ см}$. В равновесии стержень образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$. Плотность воды $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$, плотность материала стержня $\rho_c = 600 \text{ кг/м}^3$. Найдите величину и направление силы \vec{F} , с которой стержень в равновесии действует на шарнир. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на стержень АВ. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



Обоснование

1. Выберем систему отсчета, неподвижно связанную с Землей, и будем считать эту систему отсчета инерциальной (ИСО).

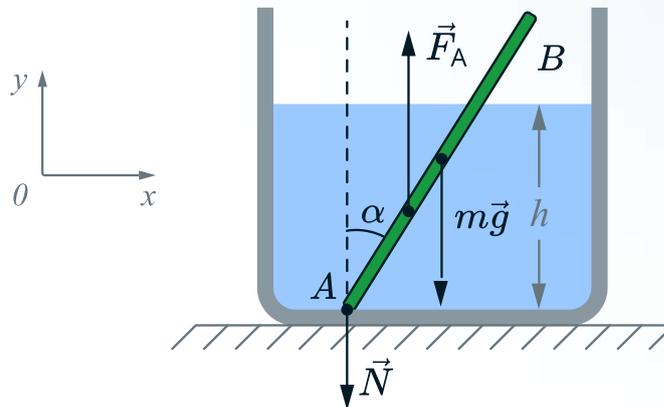
2. Стержень будем считать твердым телом с осью вращения, проходящей перпендикулярно плоскости рисунка через точку A. Условия равновесия твердого тела – равенство нулю суммы моментов сил, приложенных к телу, относительно этой оси и равенство нулю суммы сил, приложенных к телу.

3. На стержень действует три силы: сила тяжести $m\vec{g}$, сила Архимеда \vec{F}_A и сила реакции шарнира \vec{N} . Силы $m\vec{g}$ и \vec{F}_A направлены вертикально, поэтому из пункта 2 следует, что и сила \vec{N} направлена вертикально.

4. Силы \vec{F} и \vec{N} связаны третьим законом Ньютона: $\vec{F} = -\vec{N}$, поэтому сила тоже направлена \vec{F} по вертикали.

Решение

Рисунок с изображением сил сделан в обосновании. Сила $m\vec{g}$ приложена к центру стержня, а сила \vec{F}_A приложена к центру погруженной части.



Пусть длина стержня l . Найдем силу Архимеда, действующую на стержень. Стержень погружен в жидкость на $\frac{h}{\cos \alpha} S$, то есть

$$F_A = \rho_0 g \frac{h}{\cos \alpha} S$$

Запишем правило моментов, относительно оси, проходящей перпендикулярно рисунку через точку A. С учетом того, что момент силы находится произведением силы на плечо этой силы.

$$mg \cdot \frac{l}{2} \sin \alpha = F_A \cdot \frac{h}{2 \cos \alpha} \cdot \sin \alpha.$$

Масса стержня равна

$$m = \rho c l S$$

Тогда

$$\rho c l S g \cdot \frac{l}{2} = \rho_0 g \frac{h}{\cos \alpha} S \cdot \frac{h}{2 \cos \alpha}.$$

Выразим l :

$$l = \frac{h}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_c}}$$

Запишем второй закон Ньютона:

$$m\vec{g} + \vec{F}_A + \vec{N} = m\vec{a},$$

где a – ускорение тела.

Спроецируем второй закон Ньютона на вертикальную ось, с учётом, что стержень покоится:

$$mg + N - F_A = 0 \Rightarrow N = F_A - mg.$$

Тогда

$$N = \rho_0 g S \frac{h}{\cos \alpha} - \rho_c l S g = \rho_0 g S \frac{h}{\cos \alpha} - \rho_c \frac{h}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_c}} S g$$

Или

$$N = g S \frac{h}{\cos \alpha} (\rho_0 - \sqrt{\rho_0 \rho_c})$$

$$N = 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,25 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \frac{0,2 \text{ м}}{\cos 30^\circ} (1000 \text{ кг/м}^3 - \sqrt{1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 600 \text{ кг/м}^3}) \approx 0,01 \text{ Н}.$$



Курс по подготовке к ЕГЭ–2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

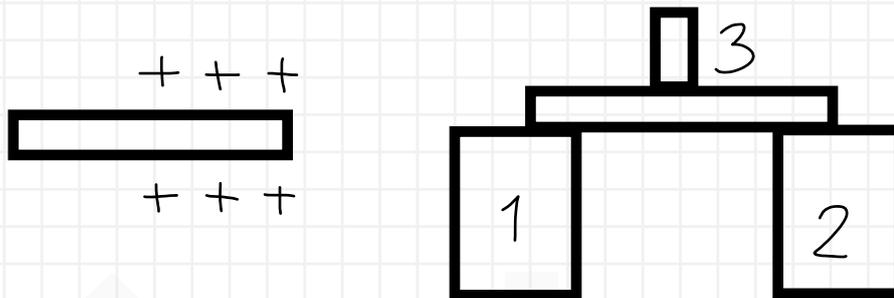
Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

Брусочки и стержень - проводники, т.к. сделаны из металла. До поднесения заряженной палочки, они не заряжены. При поднесении заряженной палочки она будет создавать электрическое поле, под действием которого происходит перераспределение заряда, пока потенциал на брусках не станет одинаковым. Воздух - диэлектрик, поэтому перетекания заряда по нему не будет. Электроны с бруска 2 переместятся на брусок 1, значит брусок 1 будет заряжен отрицательно, а по закону сохранения заряда, а система замкнута, брусок 2 будет заряжен положительно. Когда уберем стержень, держа за деревянную ручку, а дерево - диэлектрик, заряды брусков сохранятся. Брусок 1 заряжен отрицательно, а брусок 2 положительно.



Курс по подготовке к ЕГЭ–2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

Дано:

$$\alpha = 60^\circ$$

$$h = 5 \text{ м}$$

 $t = ?$

Решение:

Скорость камня становится горизонтальной в момент достижения максимальной высоты



Время подъема $t_{\text{под}}$ равно времени падения $t_{\text{пад}}$

$$t_{\text{под}} = t_{\text{пад}} = t$$

Рассмотрим процесс движения из верхней точки в нижнюю

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2}$$

В верхней точке скорость по вертикали $v_{0y} = 0$

$$0 = h + 0 - \frac{gt^2}{2}$$

$$h = \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5}{10}} = 1 \text{ с}$$

Ответ: 1 с



Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

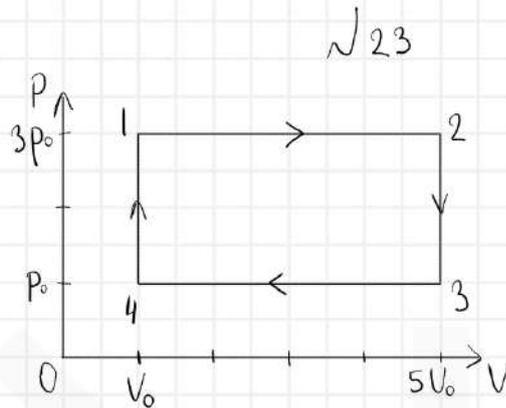
□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

Дано:
 $A_{12} = 1,2 \text{ кДж}$
 $Q_H = 3,3 \text{ кДж}$
 $\eta = ?$



Решение:

Модуль работы в процессе 3-4 (A_{34}) найдем как площадь под графиком 3-4 \Rightarrow
 $|A_{34}| = p_0 \cdot (5V_0 - V_0) = 4p_0V_0$

Аналогичным образом выразим работу в процессе 1-2:

$$A_{12} = 3p_0 \cdot (5V_0 - V_0) = 12p_0V_0$$

$$\text{найдём: } \frac{A_{12}}{|A_{34}|} = \frac{12p_0V_0}{4p_0V_0} = 3 \Rightarrow$$

$$|A_{34}| = \frac{A_{12}}{3} = \frac{1,2}{3} = 0,4 \text{ кДж.}$$

$\eta = \frac{A_{ц}}{Q_H}$, где $A_{ц}$ - работа цикла.

$$A_{ц} = A_{12} - |A_{34}|$$

$$\eta = \frac{A_{12} - |A_{34}|}{Q_H}$$

$$\eta = \frac{1,2 - 0,4}{3,3} \approx 0,24 = 24\%$$

Ответ: 24%



Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

№ 24

Дано:

$$L = 1 \text{ см}$$

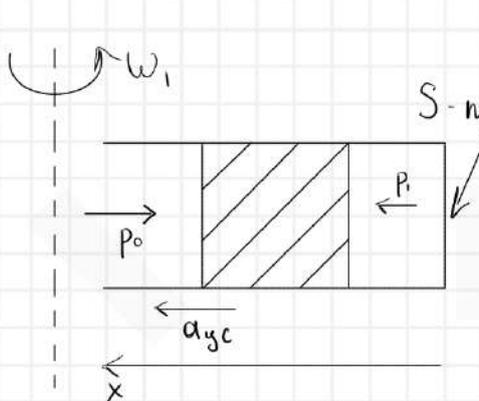
$$\omega_1 = 10 \text{ с}^{-1}$$

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = 4$$

$$T_1 = 273 \text{ К}$$

$$R = 20 \text{ см}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = ?$$



Решение:

по II закону Кирхгофа:

$$p_1 S - p_0 S = m a_{ус}$$

$$(p_1 - p_0) S = \rho V \cdot \omega_1^2 \cdot R$$

ρ - плотность ртути

V - объем ртути

$$(p_1 - p_0) S = \rho \cdot S \cdot L \cdot \omega_1^2 \cdot R$$

$$p_1 = p_0 + \rho \cdot L \cdot \omega_1^2 \cdot R$$

Столбик ртути не сдвигается $\Rightarrow V = \text{const}$, тогда

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1}, \quad p_2 - \text{давление воздуха при увеличении температуры до } T_2$$

по аналогии с первым случаем можно выразить p_2 :

$$p_2 = p_0 + \rho \cdot L \cdot \omega_2^2 \cdot R, \quad \omega_2 = 4\omega_1$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2}{p_1} = \frac{p_0 + 16\rho \cdot L \cdot \omega_1^2 \cdot R}{p_0 + \rho \cdot L \cdot \omega_1^2 \cdot R}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{10^5 + 16 \cdot 13600 \cdot 10^{-2} \cdot 10^2 \cdot 0,2}{10^5 + 13600 \cdot 10^{-2} \cdot 10^2 \cdot 0,2} \approx 1,4$$

Ответ: 1,4



Курс по подготовке к ЕГЭ-2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

№25.

Дано:

$$C_1 = 1 \text{ мкФ}$$

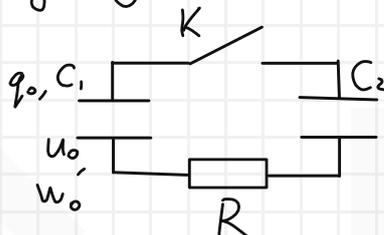
$$R = 300 \text{ Ом}$$

$$C_2 = 2 \text{ мкФ}$$

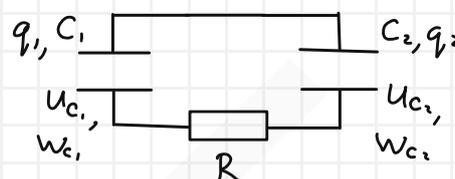
$$Q = 30 \text{ мДж}$$

Решение:

до замыкания ключа:



после зам. ключа:

 $U_0 = ?$ До замыкания ключа конденсатор C_2 былразряжен, а конденсатор C_1 был заряжен до напряжения U_0 , т.е. на нем был заряд $q_0 = C_1 U_0$ и энергия $W_0 = \frac{q_0^2}{2C_1}$.

После замыкания ключа заряд перераспределился и конденсаторы приобрели одинаковые напряжения U (т.к. в установившемся режиме ток через конденсаторы не идет \Rightarrow ток не идет через резистор ($I_R = 0$) \Rightarrow его напряжение $U_R = I_R \cdot R = 0$), т.е. $U_{C1} = U_{C2} = U$.

Тогда заряд на C_1 : $q_1 = C_1 U$ на C_2 : $q_2 = C_2 U$.Значит, для энергий на C_1 : $W_{C1} = \frac{q_1^2}{2C_1}$ на C_2 : $W_{C2} = \frac{q_2^2}{2C_2}$.

Тогда по 3-му сохр. заряда и по 3-му сохр. энергии:

$$q_0 = q_1 + q_2 \quad \Rightarrow \quad C_1 U_0 = (C_1 + C_2) U \quad (1)$$

$$W_0 = Q + W_{C1} + W_{C2} \quad \Rightarrow \quad \frac{q_0^2}{2C_1} = Q + \frac{q_1^2}{2C_1} + \frac{q_2^2}{2C_2} \quad (2)$$

$$\frac{C_1 U_0^2}{2} = Q + \frac{C_1 U^2}{2} + \frac{C_2 U^2}{2}$$



Курс по подготовке к ЕГЭ–2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

Выразим U из (1) и подставим во (2):

$$U = U_0 \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

$$\Rightarrow \frac{C_1 U_0^2}{2} = Q + U^2 \frac{C_1 + C_2}{2}$$

$$C_1 U_0^2 = 2Q + U_0^2 \frac{C_1^2}{C_1 + C_2}$$

$$U_0^2 \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = 2Q$$

$$\Rightarrow U_0 = \sqrt{\frac{2Q(C_1 + C_2)}{C_1 C_2}}$$

Значит,

$$U_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 30 \cdot 10^{-3} (1+2) \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-6}}} = 300 \text{ В}$$

Ответ: 300 В.



Курс по подготовке к ЕГЭ-2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

№26.

Дано:

$$S = 0,25 \text{ см}^2$$

$$h = 20 \text{ см}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$\rho = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_c = 600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

\vec{F} - ?

1. Будем решать задачу в инерциальной системе отсчета, связанной с Землей.

2. Стержень будем считать абсолютно твердым телом, т.к. расстояние между двумя любыми его точками постоянно.

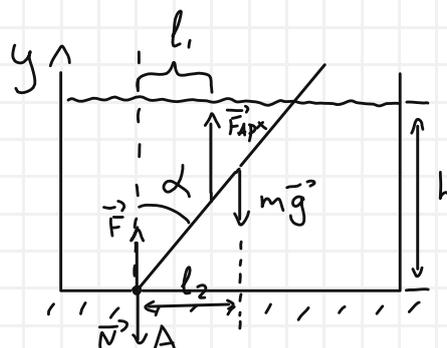
3. Тогда для стержня применимы условия равновесия: относительно вращ. движения: сумма моментов сил равна нулю $M_1 + M_2 + \dots = 0$ (1)

относительно поступательного: векторная сумма сил, действующих на тело, равна нулю $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = 0$ (2).

4. Т.к. стержень однородный, то сила тяжести приложена к его центру, а сила Архимеда к центру погруж. части.

5. Т.к. на тело действуют только 3 силы: сила тяжести $m\vec{g}$ и сила Архимеда $F_{\text{Арх}}$ (направлены вертикально), то сила \vec{N} из (2) также направлена вертикально.

6. Для перехода к силе \vec{F} воспользуемся 3^{им} законом Ньютона: $\vec{N} = -\vec{F}$, т.е. сила \vec{F} также направлена вертикально (вверх).



l - длина стержня
 $l_{\text{погр}}$ - длина погр. части стержня
 m - масса стержня



Курс по подготовке к ЕГЭ-2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

Из геом. соображений:

$$l_{\text{погр}} = \frac{h}{\cos \alpha}$$

$$l_1 = \frac{l_{\text{погр}}}{2} \cdot \sin \alpha = \frac{1}{2} \frac{h}{\cos \alpha} \sin \alpha$$

$$l_2 = \frac{l}{2} \cdot \sin \alpha$$

Запишем правило моментов сил (1) отн. точки А:

$$mg l_2 = F_{\text{Арх}} l_1$$

$$mg \frac{1}{2} l \sin \alpha = F_{\text{Арх}} \frac{1}{2} \frac{h}{\cos \alpha} \sin \alpha$$

$$\Rightarrow l = \frac{h}{\cos \alpha} \frac{F_{\text{Арх}}}{mg}$$

По ф-лам для силы Архимеда и для массы:

$$F_{\text{Арх}} = \rho g V_{\text{погр}} = \rho g S l_{\text{погр}}, \text{ где } V_{\text{погр}} = S \cdot l_{\text{погр}} - \text{объем погр. части}$$

$$m = \rho_c V = \rho_c S l, \text{ где } V = S l - \text{объем стержня}$$

Тогда

$$l = \frac{h}{\cos \alpha} \frac{\rho g S \frac{h}{\cos \alpha}}{\rho_c S l g}$$

$$\Rightarrow l = \frac{h}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{\rho}{\rho_c}}$$

Запишем 2-й закон Ньютона (2):

$$\text{оу: } F_{\text{Арх}} - N - mg = 0$$

$$\Rightarrow N = F_{\text{Арх}} - mg = \rho g S \frac{h}{\cos \alpha} - \rho_c S \frac{h}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{\rho}{\rho_c}} g = \frac{Sgh}{\cos \alpha} \left(\rho - \rho_c \sqrt{\frac{\rho}{\rho_c}} \right)$$

Используя 3-й закон Ньютона, получим:

$$F = N = \frac{h g S}{\cos \alpha} \left(\rho - \rho_c \sqrt{\frac{\rho}{\rho_c}} \right)$$

$$\text{Тогда } F = \frac{0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,25 \cdot 10^{-3}}{\cos 30^\circ} \left(10^3 - 600 \sqrt{\frac{10^3}{600}} \right) \approx 0,013 \text{ Н}$$

Ответ: $|\vec{F}| = 0,013 \text{ Н}$, \vec{F} напр. верт. вверх.

Вариант №5

Задача 1 На рисунке представлен график зависимости пути S , пройденного материальной точкой, от времени t . Определите скорость v точки на интервале времени от 5 с до 7 с.



Решение

Т.к. пройденный путь материальной точки на интервале времени от 5 с до 7 с линейно увеличивается, материальная точка на этом интервале движется равномерно и прямолинейно. По закону равномерного прямолинейного движения:

$$\Delta S = v\Delta t,$$

где $\Delta S = 25 \text{ м} - 15 \text{ м} = 10 \text{ м}$, а $\Delta t = 7 \text{ с} - 5 \text{ с} = 2 \text{ с}$. Выразим v :

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{10 \text{ м}}{2 \text{ с}} = 5 \text{ м/с}$$

Задача 2 Сила гравитационного притяжения между двумя шарами равна 16 нН, если расстояние между их центрами равно 4 м. Какова будет сила притяжения между этими шарами, если расстояние между их центрами уменьшить до 2 м?

Решение

По закону всемирного тяготения:

$$F = G \frac{M_1 M_2}{R^2}$$

где M_1 и M_2 – масса шаров, R – радиус между шарами.

Для первого случая:

$$F_1 = G \frac{M_1 M_2}{R_1^2}$$

Для второго случая:

$$F_2 = G \frac{M_1 M_2}{R_2^2} = G \frac{M_1 M_2}{R^2/4} = 4F_1 = 4 \cdot 16 \text{ нН} = 64 \text{ нН}$$

Задача 3 Автобус массой 6 т движется со скоростью 18 км/ч. Чему равна кинетическая энергия автобуса?

Решение

Переведём км/ч в м/с:

$$18 \text{ км/ч} = \frac{18 \cdot 1000}{3600} \text{ м/с} = 5 \text{ м/с}$$

Кинетическая энергия равна:

$$E = \frac{mv^2}{2},$$

где m – масса, v – скорость.

Тогда кинетическая энергия автобуса

$$E = \frac{6 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 5^2 \text{ (м/с)}^2}{2} = 75 \text{ кДж}$$

Задача 4 Период свободных колебаний пружинного маятника равен 0,5 с. Каким станет период свободных колебаний этого маятника, если массу груза маятника увеличить в 2 раза, а жёсткость пружины вдвое уменьшить?

Решение

Период равен:

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}},$$

где m – масса груза, k – жёсткость пружины.

Если массу груза маятника увеличить в 2 раза, а жёсткость пружины вдвое уменьшить, то период станет равным

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{4m}{k}} = 2T_0 = 1 \text{ с}$$

Задача 5 В лабораторных опытах по изучению закона Гука две пружины с различной жёсткостью прикрепили к штативу, поочерёдно подвешивали к ним грузы разной массы и измеряли линейкой удлинение пружин. Результаты опытов с учётом погрешностей представлены в таблице.

№ опыта	№ пружины	Масса груза m , г	Удлинение пружины Δl , см
1	пружина № 1	100	$1,9 \pm 0,1$
2	пружина № 1	200	$4,1 \pm 0,1$
3	пружина № 1	300	$6,0 \pm 0,1$
4	пружина № 2	200	$1,9 \pm 0,1$
5	пружина № 2	300	$2,9 \pm 0,1$
6	пружина № 2	400	$4,1 \pm 0,1$

Выберите все утверждения, соответствующих результатам этих опытов, и укажите их номера.

1. Закон Гука выполняется только для пружины № 1.
2. Жёсткость пружины № 1 в 2 раза меньше, чем у пружины № 2.
3. Жёсткость пружины № 1 равна 500 Н/м.
4. Жёсткость пружины № 2 равна 10 Н/м.
5. Если к пружине № 2 подвесить груз 500 г, то её удлинение составит $5,0 \pm 0,1$ см.

Решение

1) **Неверно**

Для пружины справедлива следующая запись:

$$F_{\text{упр}} = k\Delta x = mg$$

Из таблицы для 1-ой и 2-ой пружины видно, что с увеличением массы удлинение пружины увеличивается пропорционально (во столько же раз), следовательно закон Гука справедлив для двух пружин.

2) **Верно**

Закон Гука:

$$F_{\text{упр}} = k\Delta x = mg$$

$$k = \frac{mg}{\Delta x}$$

Для первой пружины:

$$k_1 = \frac{0,1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}}{0,02 \text{ м}} = 50 \text{ Н/м}$$

Для второй пружины:

$$k_2 = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}}{0,02 \text{ м}} = 100 \text{ Н/м}$$

3) Неверно

$$k_1 = \frac{0,1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}}{0,02 \text{ м}} = 50 \text{ Н/м}$$

4) Неверно

$$k_2 = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}}{0,02 \text{ м}} = 100 \text{ Н/м}$$

5) Верно

При жесткости второй пружины 100 Н/м и грузе $m = 0,5$ кг, удлинение будет равно 0,05.

Задача 6 На поверхности керосина плавает деревянный брусок, частично погружённый в жидкость. Как изменятся глубина погружения бруска и сила Архимеда, действующая на брусок, если он будет плавать в подсолнечном масле?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличилась;
2. уменьшилась;
3. изменилась.

Глубина погружения бруска	Сила Архимеда

Решение

1) Сила Архимеда находится по формуле: $F_{\text{арх}} = \rho g V_{\text{T}}$, где ρ — плотность жидкости, V_{T} — объем тела погруженного в жидкость. Так как $F_{\text{арх}}$ не изменилась, ρ увеличилось, а g постоянна, то V_{T} уменьшится, следовательно, высота части тела, погруженная в жидкость уменьшится. Ответ - 2.

2) Сила Архимеда находится по формуле: $F_{\text{арх}} = \rho g V_{\text{T}}$, где ρ — плотность жидкости, V_{T} — объем тела погруженного в жидкость.

Так как шарик плавает в жидкости, то сила Архимеда уравнивает силу тяжести, следовательно, сила Архимеда не изменилась. Ответ - 3.

Задача 7 С идеальным газом происходит изохорный процесс, в котором в результате увеличения абсолютной температуры газа в 2 раза его давление возросло на 75 кПа. Масса газа постоянна. Каково было первоначальное давление газа?

Решение

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT$$

где p — давление газа, V — объём, ν — количество вещества, R — универсальная газовая

постоянная, T — абсолютная температура.

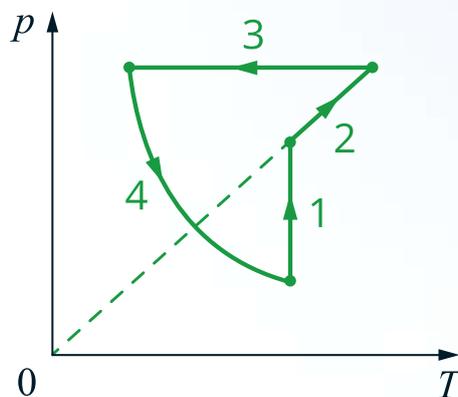
Так как процесс изохорный, то $V = const$. Отсюда отношение температур:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2}{p_1},$$

По условию $T_2 = 2T_1$ и $p_2 = p_1 + 75$ кПа, тогда

$$p_1 + 75 \text{ кПа} = 2p_1 \Rightarrow p_1 = 75 \text{ кПа}$$

Задача 8 На рисунке показан циклический процесс изменения состояния 1 моль одноатомного идеального газа. На каком участке цикла работа внешних сил над газом равна отданному газом количеству теплоты?



Решение

Первое начало термодинамики:

$$Q = \Delta U + A,$$

где Q — количество теплоты, ΔU — изменение внутренней энергии газа, A — работа газа.

То есть изменение внутренней энергии газа должно быть равно нулю, значит, температура постоянна.

Ответ — прямая линия под номером 1.

Задача 9 В цилиндрический сосуд, герметично закрытый подвижным поршнем, впрыснули некоторое количество воды, после чего сдвинули поршень и дождались установления в сосуде теплового равновесия.

Выберите **все** верные утверждения, описывающих этот процесс. Температура в сосуде поддерживается постоянной.

1. Если уменьшить объем в 3 раза, а давление увеличится в 2 раза, то пар станет насыщенным.
2. Если уменьшить объем в 3 раза, а давление увеличится в 2 раза, масса воды в воздухе уменьшится.
3. Если увеличить объем, то концентрация воды в воздухе увеличится.
4. Если увеличить объем в 4 раза, а давление уменьшится в 2 раза, то изначально относительная влажность была равна 50%.
5. Если уменьшить объем в 3 раза, а давление возрастет в 3 раза, то пар начнет конденсироваться.

Решение

1) Верно

Так как при уменьшении объема давление увеличивается только в 2 раза (а не в 3), значит в ходе процесса изменилось количество водяного пара, значит пар превращался в воду, что говорит о том, что влажность стала равной 100%, пар стал насыщенным.

2) Верно

Так как пар превращался в воду, значит количество водяного пара в воздухе уменьшалось.

3) Неверно

Концентрация рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{N}{V}$$

Количество молекул воды не изменилось, объем увеличился, значит концентрация уменьшилась.

4) Неверно

Так как при увеличении объема давление уменьшается только в 2 раза (а не в 4), значит в ходе процесса изменилось количество водяного пара, тогда вода превращалась в пар, что говорит о том, что начальная относительная влажность была равна 100%.

5) Неверно

Если давление увеличивается в том же количестве, как уменьшается объемом, то масса водяных паров не уменьшается, значит конденсации не происходит.

Задача 10 Кусок льда аккуратно опускают в калориметр с тёплой водой и отмечают уровень воды. Затем лёд полностью тает. Удельная теплоёмкость калориметра пренебрежимо мала. Как изменяются в ходе этого процесса следующие физические величины: температура воды в калориметре и уровень воды в калориметре по сравнению с отмеченным? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличится;
2. уменьшится;
3. не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура воды в калориметре	Уровень воды в калориметре по сравнению с отмеченным

Решение

Температура воды – 2.

1) В ходе процесса плавления льда температура воды будет понижаться, так как тепло идет от более горячего, к менее горячему.

Суммарная внутренняя энергия – 3.

Уровень воды – 3.

2) Так как плотность льда меньше плотности воды, то лед будет плавать на ее поверхности. По условию плавания тел, в этом случае сила тяжести уравнивается силой Архимеда:

$$m_{\text{л}}g = \rho_{\text{в}}gV \Rightarrow V = \frac{m_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}}}, \quad (1)$$

где m – масса льда, g – ускорение свободного падения, $\rho_{\text{в}}$ – плотность воды, V – объём воды, вытесненной льдом.

После того как лёд растает, он займёт объём:

$$V' = \frac{m_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}}} \quad (2)$$

Сравнив (1) и (2), можно заметить, что объём воды, вытесняемой льдом до таяния, равен объёму, который займет лед после таяния. То есть суммарный объём вещества не изменится. Следовательно, уровень воды в калориметре также не изменится.

Задача 11 Два одинаковых точечных заряда, модуль которых $q = 2 \cdot 10^{-8}$ Кл, расположены в вакууме на расстоянии 3 м друг от друга. Определите модуль силы, с которой первый заряд действует на второй.

Решение

Сила Кулона равна:

$$F = \frac{k \cdot |q_1| \cdot |q_2|}{r^2} = \frac{kq^2}{r^2}$$

где k — коэффициент пропорциональности, q_1 и q_2 — заряды, r — расстояние между зарядами.

По условию:

$$F = \frac{9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2 \cdot 4 \cdot 10^{-16} \text{ Кл}^2}{9 \text{ м}^2} = 0,4 \text{ мкН}$$

Задача 12 Прямолинейный проводник длиной L с током I помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции B . Во сколько раз уменьшится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину увеличить в 2 раза, а силу тока в проводнике уменьшить в 4 раза?

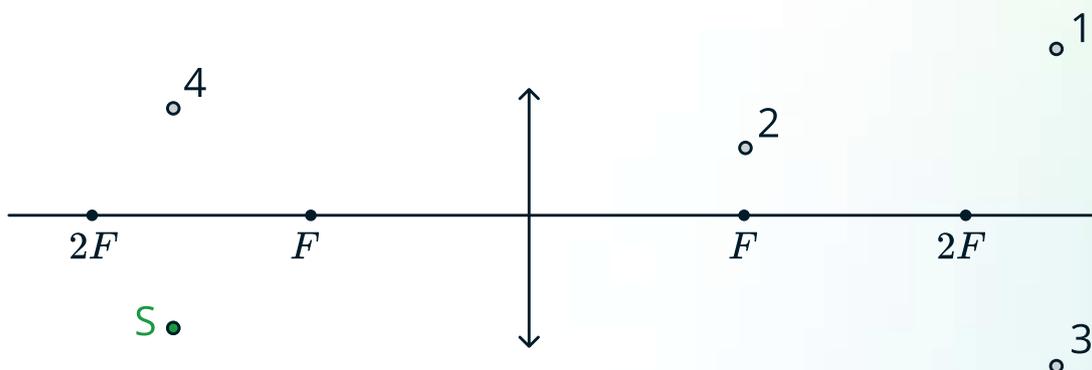
Решение

Сила Ампера:

$$F_a = BIl \sin \alpha,$$

где B — модуль вектора магнитной индукции, I — сила тока, l — длина проводника, α — угол между вектором магнитного поля и направлением тока в проводнике. Увеличивая длину проводника в 2 раза и уменьшая силу тока в 4 раза, сила Ампера уменьшится в 2 раза.

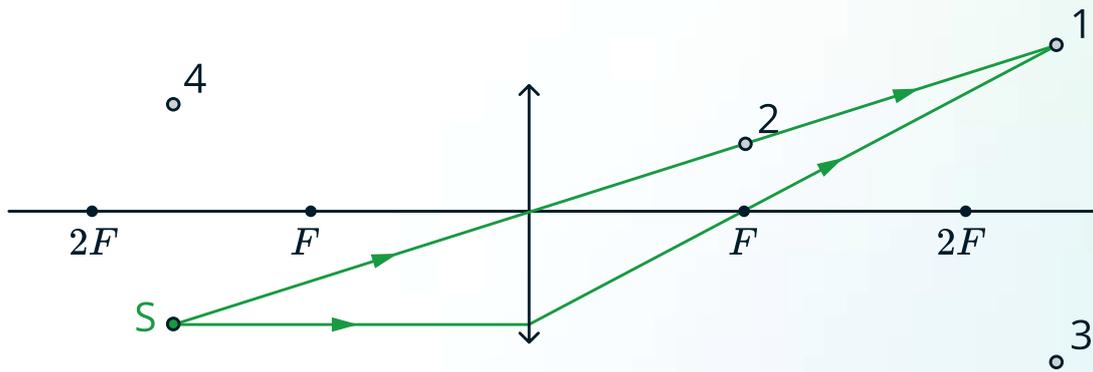
Задача 13 Какая из точек 1-4 является изображением точки S (см. рисунок), создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием F ?



Решение

Проведём первый луч параллельно главной оптической оси, после преломления он пройдёт через фокус. Вторым луч направим через центр линзы, он не преломляется. Пересе-

чение этих лучей и даст изображение источника.



В данном случае это точка 1.

Задача 14 По гладким параллельным рельсам, замкнутым на лампочку накаливания, перемещают лёгкий тонкий проводник. Контур находится в однородном магнитном поле с индукцией B (см. рис. а). При движении проводника площадь контура изменяется так, как указано на графике б.

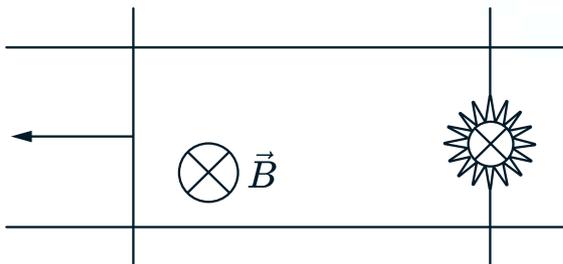


Рис. а

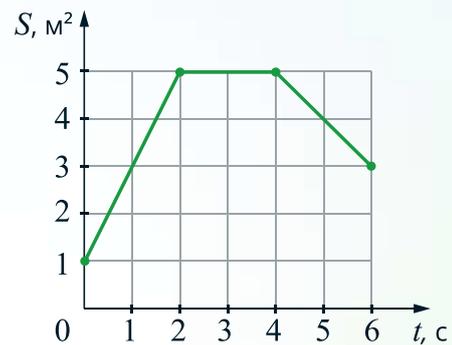


Рис. б

Выберите два верных утверждения, соответствующих приведённым данным и описанию опыта.

1. В момент времени $t = 3$ с сила Ампера, действующая на проводник, направлена вправо.
2. Сила, прикладываемая к проводнику для его перемещения, в первые 2 секунды максимальна.
3. В течение первых 6 секунд индукционный ток течёт через лампочку непрерывно.
4. В интервале времени от 4 до 6 с через лампочку протекает индукционный ток.
5. Индукционный ток течёт в контуре всё время в одном направлении.

Решение

При движении проводника происходит изменение магнитного потока, значит, по правилу Ленца в контуре будет возникает индукционный ток с таким направлением, чтобы препятствовать изменению магнитного потока контура, значит, при увеличении площади направление вектора \vec{B}_i (магнитное поле, создаваемое индукционным током) направ-

лено противоположно вектору магнитной индукции \vec{B} , а при уменьшении площади векторы \vec{B}_i и \vec{B} сонаправлены. Для определения тока в контуре воспользуемся правилом правой руки (буравчика), для этого направляем по вектору \vec{B}_i большой палец, а 4 согнутых пальца покажут направление индукционного тока.

1) **Неверно**

В момент $t = 3$ с не происходит изменение площади, а значит, что индукционный ток не возникает и сила Ампера отсутствует.

2) **Верно**

В первые 2 секунды произошло наибольшее изменение площади контура, следовательно, был индуцирован наибольший ток и сила Ампера, вычисляемая по формуле:

$$F_A = I_i B l,$$

где I_i – индукционный ток, l – длина проводника.

Максимальная, значит, чтобы сдвинуть проводник, необходимо также приложить максимальную силу.

3) **Неверно**

Нет, так как в интервале от 2 до 4 секунд площадь контура не менялась, а значит, не происходило изменения магнитного потока через него и индукционный ток не возникал.

4) **Верно**

Да, так как в это время происходило изменение площади рамки, и возникал индукционный ток.

5) **Неверно**

Нет, так как площадь сначала увеличивалась, потом не изменялась, а затем уменьшалась, то и направление тока менялось.

Задача 15 Неразветвленная электрическая цепь состоит из аккумулятора \mathcal{E} , r и резистора R . Как изменятся сила тока в аккумуляторе и напряжение на выводах аккумулятора, если в цепь параллельно включить ещё один такой же резистор R ?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в аккумуляторе	Напряжение на выводах аккумулятора

Решение

А) Из закона Ома для полной цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_0},$$

При последовательном подсоединении общее сопротивление цепи R_0 уменьшается

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_0 = \frac{R}{2}$$

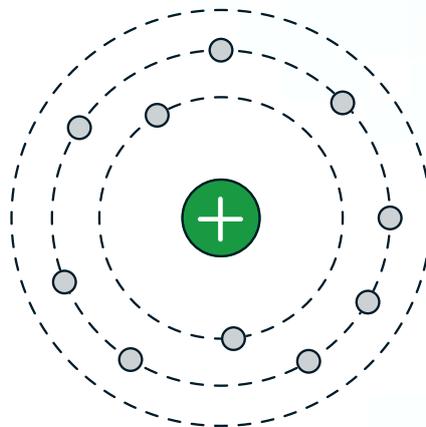
Значит, сила тока увеличивается.

Б) Напряжение на клеммах:

$$U = IR_0 = \frac{\mathcal{E}R_0}{R_0 + r} = \frac{\mathcal{E}R/2}{R/2 + r} = \frac{\mathcal{E}R}{R + 2r} < \frac{\mathcal{E}R}{R + r}$$

Напряжение на клеммах уменьшается.

Задача 16 На рисунке изображена схема иона магния ${}_{12}^{24}\text{Mg}$. Чёрными точками обозначены электроны. Чему равен заряд данного иона в единицах элементарного заряда?



Решение Чтобы найти заряд иона, необходимо из количества протонов в ядре (зарядовое число иона) вычесть количество электронов. В данном случае заряд иона равен $12 - 10 = 2$.

Задача 17 Как изменяются с увеличением массового числа изотопов одного и того же элемента число протонов и число нейтронов в ядре соответствующего нейтрального атома?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число протонов в ядре	Число нейтронов в ядре

Решение

Изотопы одного и того же элемента отличаются только количеством нейтронов в ядре. С увеличением массового числа число нейтронов в ядре увеличивается, число протонов в ядре атома не изменяется.

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. При увеличении длины нити математического маятника период его колебаний уменьшается.
2. Явление диффузии протекает в твёрдых телах значительно медленнее, чем в жидкостях.
3. Сила Лоренца отклоняет положительно и отрицательно заряженные частицы, влетающие под углом к линиям индукции однородного магнитного поля, в противоположные стороны.
4. Дифракция рентгеновских лучей невозможна.
5. В процессе фотоэффекта с поверхности вещества под действием падающего света вылетают электроны.

Решение

1) **Неверно**

Период равен:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}},$$

где l – длина волны, g – ускорение свободного падения.

То есть при увеличении длины нити период колебаний увеличивается.

2) **Верно**

Диффузия довольно быстро протекает в газах и немного медленнее в жидкостях. В твердых телах диффузия протекает очень медленно.

3) Верно

Направление силы Лоренца зависит от знака заряженной частицы, поэтому частицы противоположных знаков отклоняются силой Лоренца в противоположные стороны.

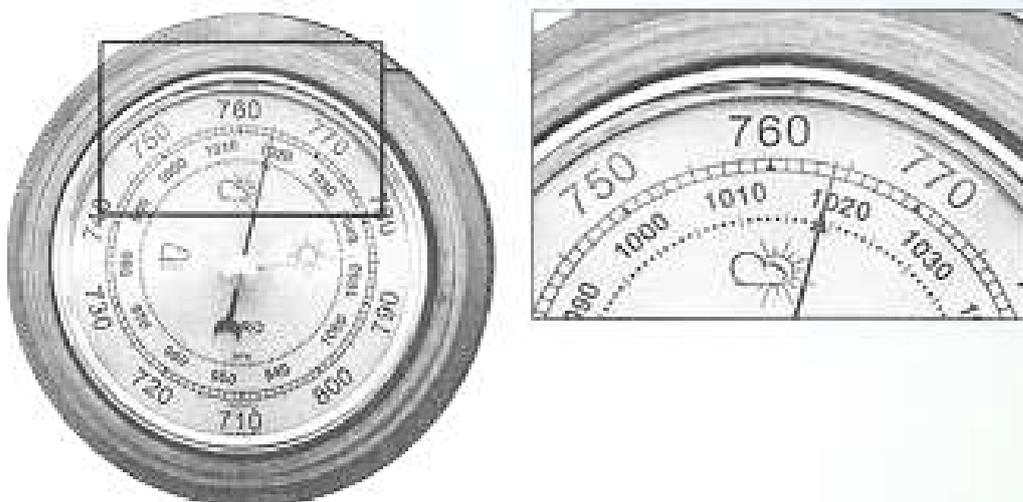
4) Неверно

Дифракция – возможна у всех видов волн.

5) Верно

Фотоэффект – это явление вырывания электронов с поверхности металла под действием света.

Задача 19 С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в мм рт. ст., а нижняя шкала – в гектопаскалях (гПа). Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра. Чему равно атмосферное давление по результатам этих измерений?



Запишите в ответ показания барометра с учётом погрешности измерений.

Решение

Найдём цену деления барометра:

$$n = \frac{1020 \text{ гПа} - 1010 \text{ гПа}}{10} = 1 \text{ гПа}$$

Следовательно, результат измерения можно записать в виде:

$$101,9 \pm 0,1 \text{ кПа}$$

Задача 20 Ученик изучает колебания пружинного маятника. В его распоряжении имеется пять маятников, характеристики которых указаны в таблице.

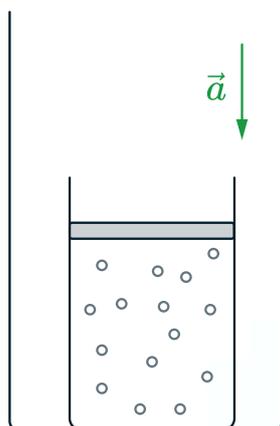
№	Масса груза, г	Жёсткость пружины, Н/м	Длина пружины, см
1	200	10	15
2	250	15	25
3	200	10	25
4	300	15	15
5	400	10	15

Какие два маятника необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость периода колебаний от массы груза?

Решение

Массы грузов должны меняться, а остальные показатели остаться неизменными. Ответ 15.

Задача 21 На полу неподвижного лифта стоит теплоизолированный сосуд, открытый сверху. В сосуде под тяжёлым подвижным поршнем находится одноатомный идеальный газ. Поршень находится в равновесии. Лифт начинает равноускоренно опускаться вниз. Куда сместится поршень относительно сосуда после начала движения лифта и как при этом изменится температура газа в сосуде? Трением между поршнем и стенками сосуда, а также утечкой газа из сосуда пренебречь. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



Решение

Поймем, что на поршень действуют следующие силы: сила тяжести поршня, сила атмосферного давления и сила давления газа под поршнем. Пусть p_1 — давление газа под поршнем в равновесии, а p_2 — давление газа под поршнем при движении с ускорением

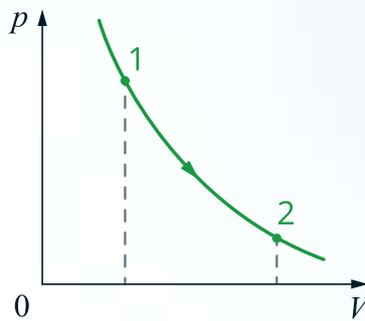
вниз. Тогда запишем второй закон Ньютона для первой ситуации:

$$p_1 S = mg + p_0 S$$

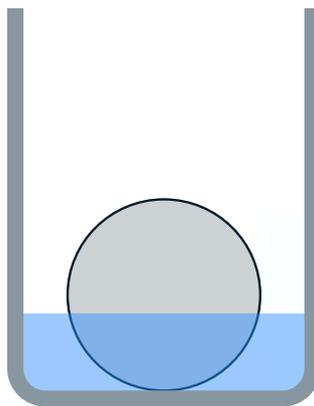
и для второй:

$$mg + p_0 S - p_2 S = ma \implies p_2 S = p_0 S + mg - ma$$

Откуда поймем, что $p_1 > p_2$. Так как процесс адиабатный при увеличении объема работа положительная, а изменение внутренней энергии отрицательное. Температура уменьшится. Также увеличение объема можно объяснить по-другому: зная график адиабатического процесса в координатах $p - V$ легко догадаться, что чтобы давление уменьшилось, объем должен был увеличиться.

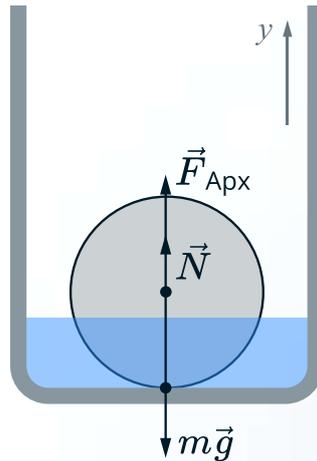


Задача 22 Однородный шар, сделанный из дуба с плотностью 800 кг/м^3 , лежит в сосуде с водой, касаясь дна (см. рисунок). При этом треть объема шара находится в воде. Определите модуль силы реакции дна сосуда, действующей на шар, если масса этого шара равна $1,2 \text{ кг}$.



Решение

На шар действует сила тяжести mg , сила Архимеда F_A и нормальная сила реакции опоры N .



Запишем второй закон Ньютона

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_A = m\vec{a},$$

где $a = 0$ - ускорение тела.

Спроецируем на ось Oy :

$$N + F_A - mg = 0 \Rightarrow N = mg - F_A. \quad (1)$$

Сила Архимеда равна

$$F_A = \rho_{\text{в}} g V_{\text{п}}, \quad (2)$$

где $\rho_{\text{в}}$ - плотность воды, $V_{\text{п}} = \frac{V}{3}$ - объём погруженной части.

Масса шара равна

$$m = \rho_{\text{д}} V,$$

где $\rho_{\text{д}}$ - плотность дуба, V - объём шара.

Отсюда

$$V = \frac{m}{\rho_{\text{д}}}. \quad (3)$$

Объединим (1) - (3)

$$N = mg - \rho_{\text{в}} g \frac{m}{3\rho_{\text{д}}} = mg \left(1 - \frac{\rho_{\text{в}}}{3\rho_{\text{д}}} \right)$$

Подставим числа из условия

$$N = 1,2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} \left(1 - \frac{1000 \text{ кг/м}^3}{3 \cdot 800 \text{ кг/м}^3} \right) = 7 \text{ Н}$$

Задача 23 Электрическая цепь состоит из аккумулятора с ЭДС 9 В и внутренним сопротивлением 2 Ом, лампочки, ключа и соединительных проводов. Какова сила тока в цепи, если напряжение на аккумуляторе равно 7,5 В? Сопротивлением проводов пренебречь.

Решение

Находим напряжение, теряющееся на внутреннем сопротивлении, т.к. когда ток течет по цепи, часть напряжения теряется на внутреннем сопротивлении аккумулятора:

$$U_{\text{вн}} = I \cdot r$$

где I - сила тока, r - внутреннее сопротивление аккумулятора.

Общее напряжение, которое мы получаем от аккумулятора, можно записать как:

$$\mathcal{E} - U_{\text{вн}} = U_{\text{л}}$$

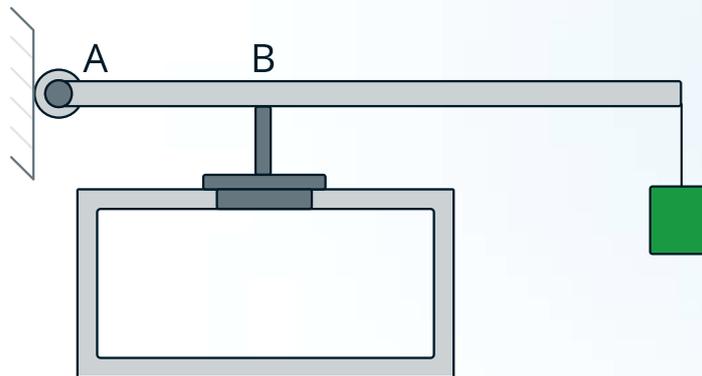
где $U_{\text{л}}$ - напряжение на лампочке и, соответственно, на выводах аккумулятора. Соединим две формулы:

$$\mathcal{E} - I \cdot r = U_{\text{л}}$$

Выразим силу тока, которую нам нужно найти:

$$I = \frac{\mathcal{E} - U_{\text{л}}}{r} = \frac{9 - 7,5}{2} = 0,75 \text{ А}$$

Задача 24 В цилиндр объемом $0,5 \text{ м}^3$ насосом закачивается воздух со скоростью $0,002 \text{ кг/с}$. В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке А (см. рис.). К свободному концу стержня подвешен груз массой 2 кг . Клапан открывается через 580 с работы насоса, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$, расстояние АВ равно $0,1 \text{ м}$. Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна 300 К . Определите длину стержня, если его считать невесомым.



Решение

Клапан откроется, когда избыточная сила F давления воздуха на клапан изнутри цилиндра сравняется с силой давления стержня на этот клапан. Если превышение давления воздуха в цилиндре над атмосферным Δp , а площадь клапана S , то $F = \Delta p S$. Сила действия стержня на клапан равна $\frac{L}{l} mg$, где m, L, l - соответственно масса груза, длина стержня и длина его участка АВ. Итак, должно выполняться условие $\Delta p S \geq \frac{L}{l} mg$.
 Дополнительное давление воздуха определяется увеличением массы воздуха в цилиндре. Согласно уравнению Клапейрона-Менделеева $\Delta p = \frac{\Delta m_B}{\mu V} RT$, где μ - молярная масса воздуха. Поэтому условие открытия клапана имеет вид:

$$\frac{S \Delta m_B}{\mu V} RT \geq \frac{L}{l} mg,$$

или в виде

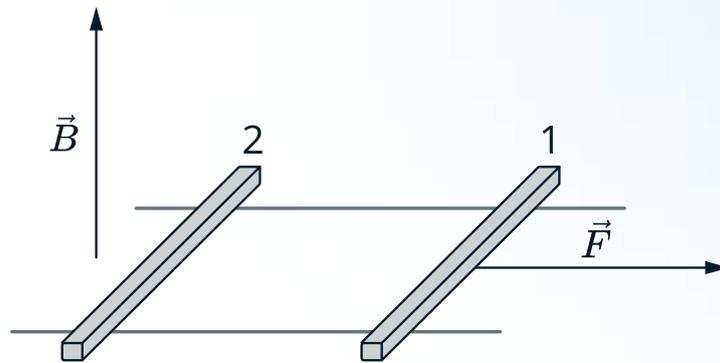
$$L \leq \frac{l S R T \Delta m_B}{m g \mu V}$$

Если насос закачивает каждую секунду ω кг воздуха, то массу Δm_B он закачает в цилиндр за время $t = \frac{\Delta m_B}{\omega}$. Следовательно, клапан откроется в момент, когда выполнится ра-

ВЕНСТВО

$$L = \frac{t l S R T \omega}{m g \mu V} \approx 0,5 \text{ м}$$

Задача 25 По горизонтально расположенным проводящим шероховатым рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением могут скользить два одинаковых стержня массой $m = 50 \text{ г}$ и сопротивлением $R = 0,3 \text{ Ом}$ каждый. Расстояние между рельсами $l = 15 \text{ см}$, а коэффициент трения между стержнями и рельсами $\mu = 0,15$. Рельсы со стержнями находятся в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 1 \text{ Тл}$ (см. рисунок). Под действием горизонтальной силы, действующей на первый стержень вдоль рельс, оба стержня движутся поступательно равномерно с разными скоростями. Какова скорость движения первого стержня относительно второго? Самоиндукцией контура пренебречь.



Решение

При движении стержней с разными скоростями изменение потока вектора магнитной индукции, пронизывающего контур, за промежуток времени Δt определяется по формуле:

$$\Delta \Phi = Bl(v_1 - v_2)\Delta t = Blv_{\text{отн}}\Delta t$$

ЭДС индукции, возникающая в контуре при движении стержней равна:

$$|\mathcal{E}| = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{B\Delta S}{\Delta t} = Blv_{\text{отн}},$$

где $\Delta \Phi$ – изменение потока за время Δt , S – площадь контура.

В соответствии с законом Ома для замкнутой цепи в контуре появился ток:

$$I = \frac{|\mathcal{E}|}{2R} = \frac{Blv_{\text{отн}}}{2R}$$

На проводники с током в магнитном поле действуют силы Ампера F_1 и F_2 , $F_1 = F_2 = IBl$. Кроме этих сил, на каждый стержень действует тормозящая сила трения:

$$F_{\text{тр}} = \mu mg$$

Так как стержни движутся равномерно, сумма сил, приложенных к каждому стержню, равна нулю.

На второй стержень действуют только сила Ампера F_2 и сила трения:

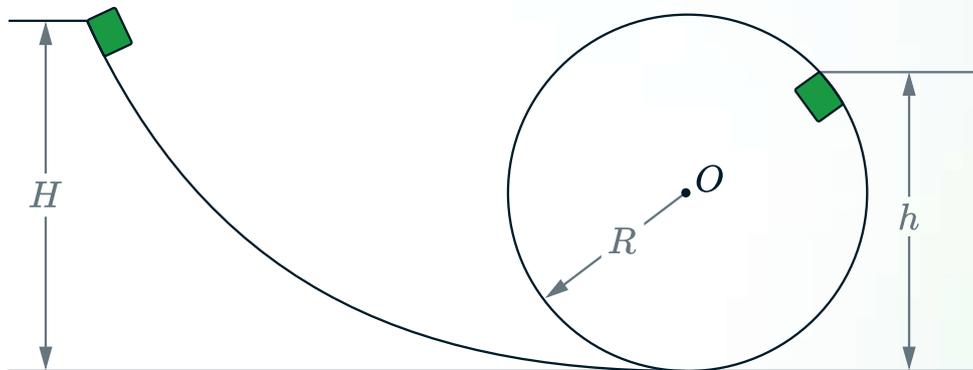
$$IBl = F_{\text{тр}}$$

$$\frac{(Bl)^2 v_{\text{отн}}}{2R} = \mu mg$$

Выразим нужную нам скорость:

$$v_{\text{отн}} = \frac{2\mu mgR}{(Bl)^2} = \frac{2 \cdot 0,15 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 0,3}{(1 \cdot 0,15)^2} = 2 \text{ м/с}$$

Задача 26 Небольшой кубик массой $m = 1,5 \text{ кг}$ начинает скользить с высоты $H = 2,45 \text{ м}$ с нулевой начальной скоростью по гладкой горке, переходящей в «мёртвую петлю» радиусом $R = 1,5 \text{ м}$ (см. рисунок). На какой высоте h от нижней точки петли сила давления кубика на стенку петли $F = 4 \text{ Н}$? Сделайте рисунок с указанием сил, поясняющий решение. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



Обоснование

1. Введем инерциальную систему отсчета (ИСО) связанную с Землей.
2. Кубик движется поступательно и имеет малые размеры по сравнению с мёртвой петлёй, поэтому его можно считать материальной точкой.
3. Так как груз является материальной точкой, то описывать его движение в ИСО будем, используя законы Ньютона.
4. Так как изменения механической энергии тела в ИСО равно работе всех непотенциальных сил, приложенных к телу, а в данном случае такой силой является только сила реакции опоры \vec{N} , (сопротивлением воздуха пренебрегаем, трения нет, поверхность гладкая),

при этом в любой точке траектории сила реакции опоры перпендикулярна скорости, поэтому работа этой силы равняется нулю и полная механическая энергия кубика при его движении сохраняется.

5. При движении по окружности тело будет обладать центростремительным ускорением, направленным к центру окружности вращения.

Решение

Запишем закон сохранения энергии

$$mgH = \frac{mv^2}{2} + mgh$$

где v – скорость бруска на высоте h .

Сделаем рисунок, с расставлением всех сил, действующих на брусок на высоте h .

По рисунку найдем $\cos \alpha$, он равен

$$\cos \alpha = \frac{h - R}{R} \quad (1)$$

Запишем второй закон Ньютона

$$mg \cos \alpha + N = ma \Rightarrow mg \frac{h - R}{R} + N = m \frac{v^2}{R}$$

где a – центростремительное ускорение.

По третьему закону Ньютона $N = F$, значит, скорость кубика на высоте h равна

$$v^2 = g(h - R) + \frac{FR}{m}$$

Подставив значение скорости в закон сохранения энергии, и выразив высоту получим

$$h = \frac{2gH + gR - \frac{FR}{m}}{3g} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 2,45 + 10 \cdot 1,5 - \frac{4 \cdot 1,5}{1,5}}{3 \cdot 10} = 2 \text{ м}$$



Курс по подготовке к ЕГЭ–2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

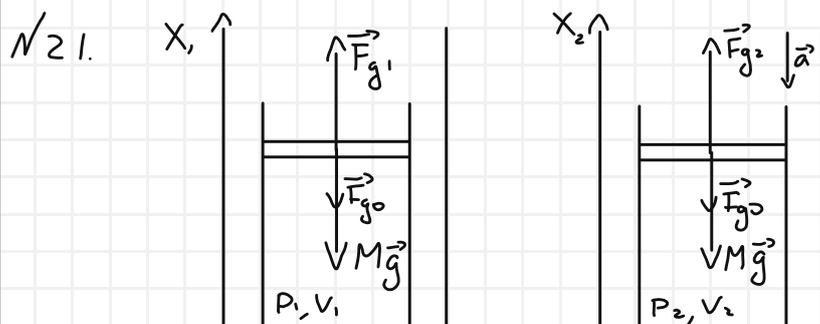
Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!



Пусть M – масса поршня
 S – его площадь

Т.к. поршень тяжелый, то на него будет действовать сила тяжести.

Запишем 2-й закон Ньютона для поршня в двух случаях:

$$\text{о}X_1: F_{g1} - Mg - F_{g0} = 0$$

$$\text{о}X_2: F_{g2} - Mg - F_{g0} = -Ma$$

Запишем формулы для сил давлений:

для силы давления газа в 1 случае $F_{g1} = p_1 S$

для силы давления газа во 2 случае $F_{g2} = p_2 S$

для силы атмосферного давления $F_{g0} = p_0 S$

Тогда

$$p_1 S - Mg - p_0 S = 0 \Rightarrow p_1 = p_0 + \frac{Mg}{S}$$

$$p_2 S - Mg - p_0 S = -Ma \Rightarrow p_2 = p_0 + \frac{Mg}{S} - \frac{Ma}{S} \quad | \Rightarrow p_1 > p_2.$$

Т.к. сосуд теплоизолированный, то наблюдается адиабатический процесс.

График для этого процесса:





Курс по подготовке к ЕГЭ–2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

Т.к. давление уменьшается ($p_2 < p_1$), то процесс происходит от точки 1 к точке 2.

Значит, объем газа увеличивается, а поршень двигается вверх.

Т.к. работа газа — площадь под графиком в коорд. PV , то работа газа положительна: $A > 0$.

По 1-ому началу термодинамики для газа (адиаб. процесс):

$$0 = A + \Delta U.$$

$$\text{Значит, } \Delta U = -A. \quad \left| \begin{array}{l} -A = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \\ A > 0 \end{array} \right. \Rightarrow \Delta T < 0$$

↓
температура уменьшается



Курс по подготовке к ЕГЭ–2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

№22.

Дано:

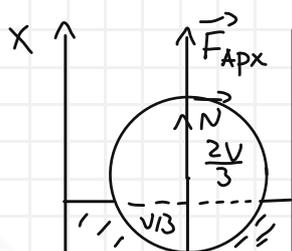
$$\rho_g = 800 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_v = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$V_{\text{п.ч.}} = \frac{V}{3}$$

$$m = 1,2 \text{ кг}$$

Решение:



По ф-ле для силы Архимеда:

$$F_{\text{Арх}} = \rho_v g V_{\text{п.ч.}} = \rho_v g \frac{V}{3}$$

Запишем 2-й закон Ньютона для

шара в проекции на ось x ,

учитывая, что шар покоится:

$$\text{ох: } F_{\text{Арх}} + N - mg = 0.$$

По ф-ле для массы:

$$m = \rho_g V$$

$$\text{Откуда } V = \frac{m}{\rho_g}.$$

Тогда

$$N = mg - F_{\text{Арх}}$$

$$N = mg - \rho_v g \frac{V}{3}$$

$$N = mg - \frac{1}{3} g m \frac{\rho_v}{\rho_g}$$

$$N = mg \frac{3\rho_g - \rho_v}{3\rho_g}$$

Подставим значения:

$$N = 1,2 \cdot 10 \cdot \frac{3 \cdot 800 - 1000}{3 \cdot 800} = 7 \text{ Н}$$

Ответ: 7 Н.



Курс по подготовке к ЕГЭ–2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

Дано:

$$\mathcal{E} = 9 \text{ В}$$

$$r = 2 \text{ Ом}$$

$$U_{\lambda} = 7,5 \text{ В}$$

$$I = ?$$

Решение:

 U_{λ} – напряжение на лампочке (на выводах аккумулятора) $U_{\text{вн}}$ – напряжение, теряющееся на внутреннем сопротивлении аккумулятора

$$U_{\text{вн}} = I \cdot r \quad (1)$$

Запишем общее напряжение, которое получаем от аккумулятора:

$$\mathcal{E} - U_{\text{вн}} = U_{\lambda} \quad (2)$$

подставим (1) в (2):

$$\mathcal{E} - I \cdot r = U_{\lambda}$$

$$I = \frac{\mathcal{E} - U_{\lambda}}{r}$$

$$I = \frac{9 - 7,5}{2} = 0,75 \text{ А}$$

Ответ: 0,75 А



Курс по подготовке к ЕГЭ-2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

Дано:

$$V = 0,5 \text{ м}^3$$

$$v = 0,002 \text{ м/с}$$

$$m = 2 \text{ кг}$$

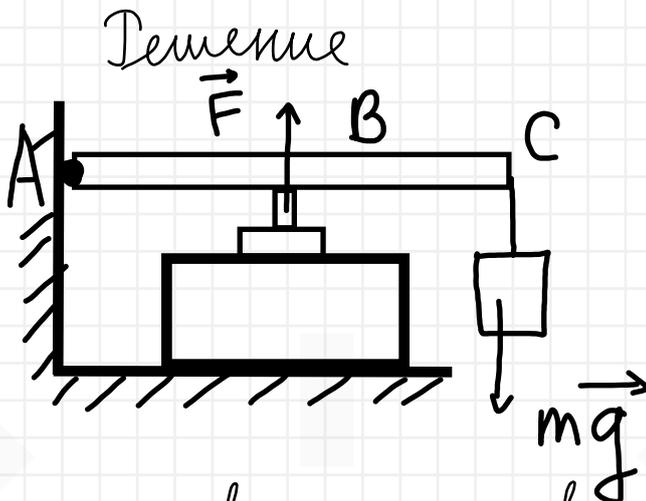
$$t = 580 \text{ с}$$

$$S = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$AB = 0,1 \text{ м}$$

$$T = 300 \text{ К}$$

$$AC = L - ?$$



Пусть превышение давления воздуха в цилиндре над атмосферным Δp , тогда сила давления $F = \Delta p \cdot S$. Клапан откроется, когда избыточная сила давления воздуха на клапан F сравняется с силой давления стержня на этот клапан $mg \frac{L}{AB}$

Клапан откроется в момент, когда выполнится равенство:

$$\Delta p \cdot S = mg \frac{L}{AB}$$

$$L = \frac{\Delta p \cdot S \cdot AB}{mg} \quad (1)$$

Дополнительное давление воздуха определяется увеличением массы воздуха Δm в цилиндре: запишем уравнение Менделеева-Клапейрона $\Delta p V = \frac{\Delta m}{\mu} R T$, где μ - молярная масса воздуха



Курс по подготовке к ЕГЭ–2025 по физике с Виталичем

Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

□ □

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

$$\Delta p = \frac{\Delta m R T}{\mu V} \quad (2)$$

подставим (2) в (1):

$$L = \frac{\Delta m \cdot R \cdot T \cdot S \cdot A B}{\mu \cdot V \cdot m g} \quad (3)$$

Насос закачивает каждую секунду ν м воздуха:

$$t = \frac{\Delta m}{\nu} \Rightarrow \Delta m = t \cdot \nu \quad (4)$$

подставим (4) в (3):

$$L = \frac{t \cdot \nu \cdot R \cdot T \cdot S \cdot A B}{\mu \cdot V \cdot m g}$$

$$L = \frac{580 \cdot 0,002 \cdot 8,31 \cdot 300 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1}{29 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot 2 \cdot 10} = 0,49 \approx 0,5 \text{ м}$$

Ответ: 0,5 м



Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□□□

□□.□□.□□

01

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

№25

Дано:

$$m = 50 \text{ г}$$

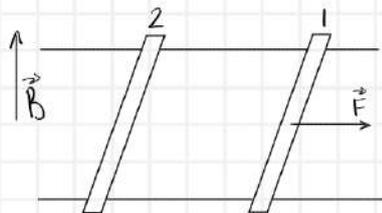
$$R = 0,3 \text{ Ом}$$

$$l = 15 \text{ см}$$

$$\mu = 0,15$$

$$B = 1 \text{ Тл}$$

$$v = ?$$



Решение:

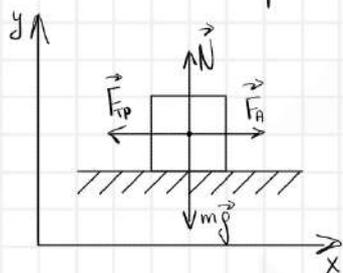
Стержень движется в магнитном поле \Rightarrow возбуждает ток по замкнутой контуре.

Перейдем в ω , связанную со 2 стержнем. По закону электромагнитной индукции для проводника 1, который движется равномерно $\perp B$.

$$\text{Найдём модуль ЭДС индукции: } |\mathcal{E}| = Bv l$$

то з. Ома: $I = \frac{|\mathcal{E}|}{2R} = \frac{Bv l}{2R}$, I — сила тока в замкнутом контуре.

Рассмотрим стержень 1 со стороны:



на тело действует сила Ампера (т.к. по проводнику течёт ток, а также он находится \perp магнитному полю B).

Горизонтальная сила, данная в задаче и есть сила Ампера:

$$F = F_A = I B l \cdot \sin \alpha, \quad \alpha = 90^\circ - \text{угол между } I \text{ и } B.$$

Тело движется равномерно \Rightarrow по II закону Ньютона:

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_A + \vec{F}_{\text{тр}} = 0$$

$$O_y: N = mg$$

$$O_x: F_{\text{тр}} = F_A$$



Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

0 2

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

$$\text{тело движется} \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$$

получаем:

$$\mu mg = IBl$$

$$\mu mg = \frac{B^2 l^2}{2R} \cdot v$$

$$v = \frac{2 \mu mg R}{(Bl)^2} \Rightarrow v = \frac{2 \cdot 0,15 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 0,3}{(1 \cdot 0,15)^2} = 2 \text{ м/с}$$

Ответ: 2 м/с



Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

0 1

ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

Дано:

$$m = 1,5 \text{ кг}$$

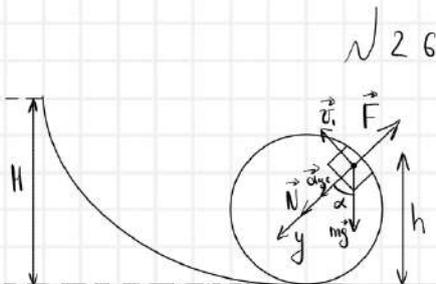
$$H = 2,45 \text{ м}$$

$$v_0 = 0 \text{ м/с}$$

$$R = 1,5 \text{ м}$$

$$F = 4 \text{ Н}$$

$$h = ?$$



точки и точки на высоте h ;

$$mgH = \frac{mv_1^2}{2} + mgh$$

II закон Ньютона для тела на высоте h в проекции на Oy :

$$ma_{yc} = N + mg \cdot \cos \alpha$$

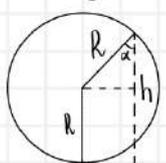
то III закону Ньютона: $N = F$

$$a_{yc} = \frac{v_1^2}{R}$$

$$\frac{mv_1^2}{R} = N + mg \cos \alpha$$

$$mv_1^2 = R(N + mg \cos \alpha)$$

Сделаем рисунок бублика:



$$\cos \alpha = \frac{h-R}{R}$$

тогда получим: $mv_1^2 = R \left(F + \frac{mg(h-R)}{R} \right)$

$$mv_1^2 = FR + mgh - mgr$$

подставим в ЗСЭ:

$$mgH = \frac{FR + mgh - mgr}{2} + mgh \Rightarrow h = \frac{mg(2H+R) - FR}{3mg}$$

$$h = \frac{1,5 \cdot 10 (2 \cdot 2,45 + 1,5) - 4 \cdot 1,5}{3 \cdot 1,5 \cdot 10} = 2 \text{ м}$$

Ответ: 2 м



Бланк ответов №2

Предмет

№ пробника

Дата пробника

Лист

Ф И З

□ □ □

□ □ . □ □ . □ □

0 2

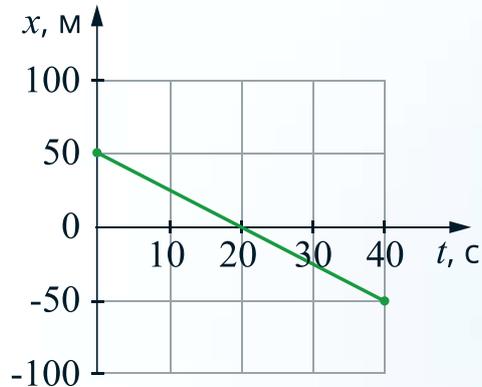
ВНИМАНИЕ Виталич постарался, сейчас вы кайфанете!

Обоснование:

- 1) Введём ИСО, связанную с Землёй.
- 2) Кубик движется поступательно и имеет малые размеры по сравнению с мертвой петлёй \Rightarrow считаем его материальной точкой.
- 3) Из 1 и 2 пунктов следует применимость законов Ньютона для нашего тела в ИСО.
- 4) Работа консервативных сил равна нулю, т.к. единственная такая сила \vec{N} , которая всегда направлена \perp движению, её работа равна нулю. Силы трения нет, т.к. поверхность гладкая, сопротивлением воздуха пренебрегаем. Тогда в данной задаче применим закон сохранения механической энергии. За уровень нулевой потенциальной энергии будем считать нижнюю точку петли.
- 5) Так как тело движется по окружности \Rightarrow будет центростремительное ускорение, направленное к центру петли.

Вариант №6

Задача 1 На рисунке приведён график зависимости координаты тела от времени при прямолинейном движении по оси Ox . Чему равна v_x проекция скорости тела на ось Ox ?



Решение

Т.к. пройденный путь тела линейно уменьшается, тело движется равномерно и прямолинейно, и скорость тела постоянна: $v_x = const$. По закону прямолинейного равномерного движения тела:

$$\Delta S = v_x \Delta t,$$

где $\Delta S = -50 \text{ м} - 50 \text{ м} = -100 \text{ м}$ — перемещение тела, а $\Delta t = 40 \text{ с}$ — время перемещения.

Отсюда выразим v_x :

$$v_x = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{-100 \text{ м}}{40 \text{ с}} = -2,5 \text{ м/с}$$

Задача 2 На тело массой 2 кг действует сила 60 Н. Найдите ускорение тела.

Решение

По второму закону Ньютона:

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{60 \text{ Н}}{2 \text{ кг}} = 30 \text{ м/с}^2$$

Задача 3 Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту. Масса грузовика $m = 4500 \text{ кг}$. Какова масса авто, если отношение значений потенциальной энергии грузовика и легкового автомобиля относительно уровня воды $\frac{E_{\text{гр}}}{E_{\text{легк. авт}}}$ равно 3?

Решение

Распишем потенциальную энергию:

$$E = mgh$$

$$\frac{E_{\text{гр}}}{E_{\text{легк. авт}}} = \frac{m_{\text{гр}}}{m_{\text{легк. авт}}} = 3$$

Выразим массу авто:

$$m_{\text{легк. авт}} = \frac{4500}{3} = 1500 \text{ кг}$$

Задача 4 Кирпич массой 6 кг лежит на горизонтальной кладке стены, покрытой раствором. Какое давление оказывает кирпич на стену, если площадь грани, на которой он лежит, равна 300 см^2 ?

Решение

Давление находится по формуле

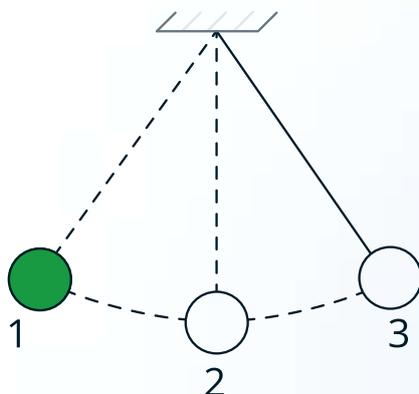
$$P = \frac{F}{S},$$

где $F = mg$ – сила давления, S – площадь грани, m – масса кирпича.

Тогда

$$P = \frac{6 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}}{300 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 2000 \text{ Па}$$

Задача 5 Математический маятник с частотой свободных колебаний 0,5 Гц отклонили на небольшой угол от положения равновесия в положение 1 и отпустили из состояния покоя (см. рисунок).



Соппротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия маятника отсчитывается от положения равновесия.

Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, описывающие процесс колебаний маятника.

1. Потенциальная энергия маятника в первый раз достигнет своего максимума через 2 с после начала движения.
2. Через 0,5 с маятник первый раз вернётся в положение 1.
3. При движении из положения 2 в положение 3 полная механическая энергия маятника остаётся неизменной.
4. Кинетическая энергия маятника в первый раз достигнет своего максимума через 0,5 с после начала движения.
5. При движении из положения 3 в положение 2 модуль силы натяжения нити увеличивается.

Решение

1) **Неверно**

Период колебаний обратно пропорционален частоте

$$T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{0,5 \text{ Гц}} = 2 \text{ с}$$

То есть через 1 секунду тело будет в положении 3, в котором потенциальная энергия максимальна.

2) **Неверно**

Время одного полного колебания (период) равен 2 с, то есть тело вернется в начальное положение через 2 секунды.

3) **Верно**

Да, при движении выполняется закон сохранения энергии.

4) **Верно**

Через 0,5 с тело будет в положении 2, где кинетическая энергия маятника максимальна.
5) **Верно** Да, сила натяжения нити увеличивается.

Задача 6 В результате перехода искусственного спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода высота орбиты спутника и период его обращения вокруг Земли? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличилась;
2. уменьшилась;
3. изменилась.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Высота орбиты спутника	Период обращения спутника вокруг Земли

Решение

Из второго закона Ньютона:

$$G \frac{Mm}{R^2} = ma,$$

где M – масса планеты, R – радиус обращения спутника, a – центростремительное ускорение.

Отсюда

$$R = \sqrt{\frac{GM}{a}}$$

то есть радиус орбиты увеличивается.

Б) Период обращения:

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi GM}{v^3}$$

Также, если выразить из ускорения радиус R :

$$R = \frac{v^2}{a}$$

И подставить во второй закон Ньютона

$$G \frac{a^2 M}{v^4} = a \Rightarrow v = \sqrt[4]{aGM}$$

Получаем

$$T = \frac{2\pi GM}{\sqrt[4]{(aGM)^3}}$$

Значит, период увеличивается.

Задача 7 Во сколько раз увеличится давление разреженного одноатомного газа, если при увеличении концентрации молекул газа в 3 раза его абсолютная температура увеличится в 2 раза?

Решение

Давление газа можно найти по формуле:

$$p = nkT$$

где n — концентрация вещества, k — постоянная Больцмана, T — температура газа. Если концентрация увеличивается в 3 раза, а температура в 2 раза, то давление увеличивается в 6 раз.

Задача 8 Рабочее тело тепловой машины за цикл совершает работу 45 Дж. Какое количество теплоты отдаёт холодильнику рабочее тело, если КПД тепловой машины равен 15%?

Решение

КПД тепловой машины можно найти по формуле:

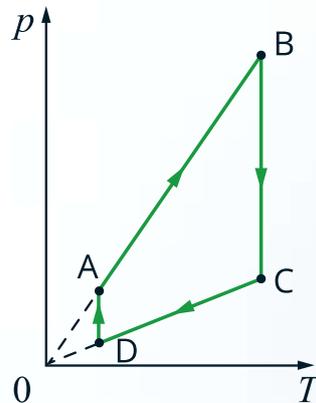
$$\eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{A}{A + Q_X},$$

где A — работа газа, Q_H — количество теплоты, полученное от нагревателя, Q_X — количество теплоты, отданное рабочим телом.

Отсюда

$$Q_X = \frac{A}{\eta} - A = \frac{45 \text{ Дж}}{0,15} - 45 \text{ Дж} = 255 \text{ Дж}$$

Задача 9 На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах $p - T$, где p – давление газа, T – абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.



Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения по поводу этой ситуации.

1. Газ за цикл совершает отрицательную работу.
2. В процессе AB газ получает положительное количество теплоты.
3. В процессе BC внутренняя энергия газа не изменяется
4. В процессе CD над газом совершают работу внешние силы.
5. В процессе DA газ изотермически расширяется.

Решение

1) **Неверно**

Процессы AB и CD являются изохорными, работа на этих участках не совершается. Процесс BC – изотермическое расширение, процесс DA – изотермическое сжатие. Поскольку расширение идёт при большей температуре, а границы изменения объёма в этих процессах одинаковы, то совершаемая газом работа в процессе BC больше, чем совершаемая над газом работа в процессе DA . Таким образом, газ за цикл совершает положительную работу.

2) **Верно**

В процессе AB температура газа и его внутренняя энергия увеличиваются, работу газ не совершает, значит, он получает положительное количество теплоты.

3) **Верно**

В процессе BC температура и внутренняя энергия газа не изменяются.

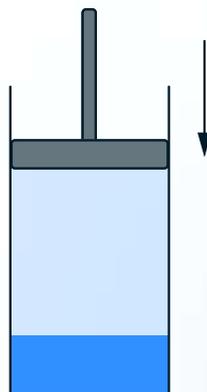
4) **Неверно**

В процессе CD работа не совершается.

5) **Неверно**

В процессе DA газ изотермически сжимается.

Задача 10 В цилиндре под поршнем находятся жидкость и её насыщенный пар (см. рисунок).



Как изменятся масса пара и давление пара при медленном перемещении поршня вниз при постоянной температуре, пока поршень не коснётся поверхности жидкости?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличится;
2. уменьшится;
3. не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

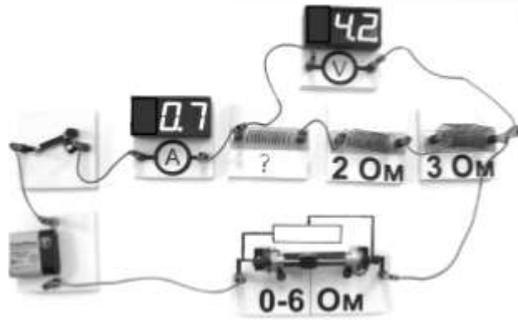
Масса пара	Давление пара

Решение

При медленном уменьшении объема (перемещение поршня вниз) при постоянной температуре пар остается насыщенным. Давление насыщенного пара зависит только от температуры и не изменяется, пока температура остается постоянной.

Уменьшение объема вызывает конденсацию части пара, чтобы поддерживать равновесие между жидкостью и насыщенным паром при постоянном давлении. Таким образом, масса пара уменьшается.

Задача 11 На фотографии представлена электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах, амперметра – в амперах.



Чему равно сопротивление неизвестного резистора? Вольтметр и амперметр считать идеальными.

Решение

Сила тока в цепи равна $I = 0,7$ А (показания амперметра). Вольтметр показывает напряжение на участке цепи (трех резисторов). Показания вольтметра

$$U = I(R_1 + 2 + 3),$$

где R_1 – искомое сопротивление.

Отсюда

$$R_1 = \frac{U}{I} - R_2 - R_3 = \frac{4,2 \text{ В}}{0,7 \text{ А}} - 2 - 3 \text{ Ом} = 1 \text{ Ом}$$

Задача 12 Какова сила тока в катушке катушки индуктивностью 0,8 Гн, если энергия магнитного поля в ней равна 0,9 Дж?

Решение

Энергия на катушке равна:

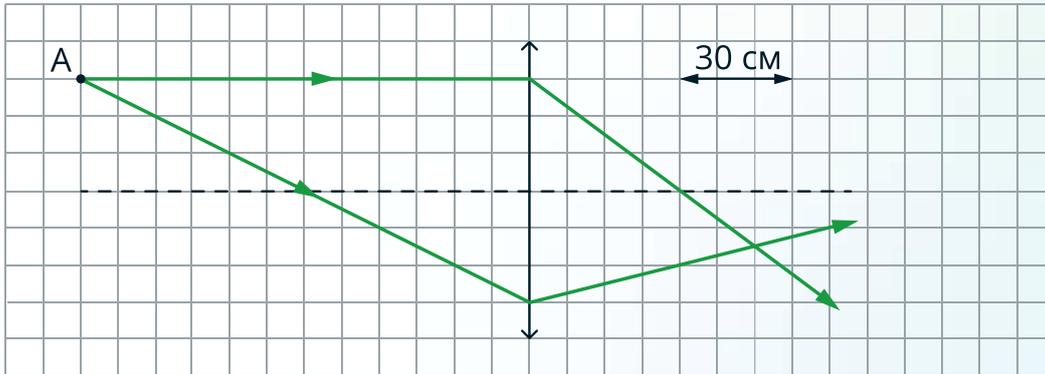
$$W = \frac{LI^2}{2},$$

где L – индуктивность контура, I – сила тока в контуре.

Отсюда

$$I = \sqrt{\frac{2W}{L}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,9 \text{ Дж}}{0,8 \text{ Гн}}} = 1,5 \text{ А}$$

Задача 13 На рисунке показан ход двух лучей от точечного источника света A через тонкую линзу.

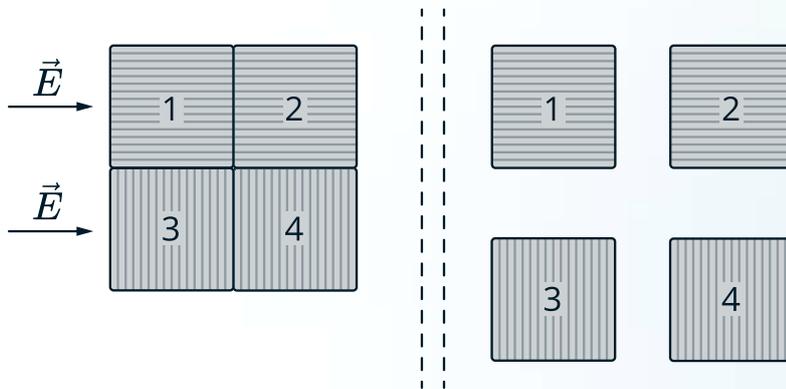


Каково фокусное расстояние этой линзы?

Решение

Найдем фокусное расстояние линзы из рисунка. Для того, чтобы луч после преломления в тонкой линзе шел параллельно главной оптической оси, он должен проходить через фокус линзы, в данном случае луч пересекает главную оптическую ось на расстоянии 4 клетки от линзы, то есть 40 см.

Задача 14 Два незаряженных алюминиевых кубика 1 и 2 сблизил в плотную и поместили в однородное электрическое поле, напряжённость которого направлена горизонтально вправо, как показано в левой части рисунка. То же самое проделали с двумя незаряженными эбонитовыми кубиками 3 и 4. Затем кубики быстро раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (правая часть рисунка).



Выберите из предложенного перечня **все** верные утверждения относительно этой ситуации, и укажите их номера.

1. После разделения кубик 3 имеет отрицательный заряд.
2. В электрическом поле кубики 1 и 2 приобретают суммарный отрицательный заряд.
3. При помещении алюминиевых кубиков в электрическое поле в них происходит перераспределение свободных электронов.
4. В электрическом поле кубики 3 и 4 приобретают суммарный отрицательный заряд.
5. После разделения кубик 2 имеет положительный заряд.

Решение

1) **Неверно**

Нет, так как эбонитовые кубики 3 и 4 являются диэлектриками. При помещении их в однородное электростатическое поле в них происходит поляризация.

2) **Неверно**

Нет, кубик 1 приобретает отрицательный заряд, а кубик 2 приобретает положительный заряд, так как в нём будет недостаток электронов. Суммарный же заряд остаётся неизменным и равным нулю.

3) **Верно**

Да, кубики 1 и 2 металлические. В них происходит перераспределение электронов – электризация. При этом электроны смещаются против силовой линии, то есть влево.

4) **Неверно**

Нет, кубики не приобретают никакого заряда и после отключения поля возвращаются в исходное состояние, оставаясь незаряженными.

5) **Верно**

Да, т.к. электроны смещаются против силовой линии, то есть влево. Поэтому кубик 1 приобретает отрицательный заряд, а 2 - положительный.

Задача 15 Ион натрия движется по окружности в однородном магнитном поле. Как изменятся сила, действующая на ион в магнитном поле, и частота его обращения, если уменьшить модуль вектора магнитной индукции магнитного поля? Скорость иона остаётся неизменной.

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила, действующая на ион в магнитном поле	Частота обращения иона

Решение

На ион действует сила Лоренца, которая равна

$$F_L = qvB,$$

где B – модуль вектора магнитной индукции, v – скорость заряда, q – заряд, α – угол между вектором магнитного поля и скоростью движения частицы.

То есть, сила Лоренца уменьшится.

Частота равна

$$\nu = \frac{v}{2\pi R}$$

Второй закон Ньютона:

$$F_L = ma_{цс}$$

Распишем центростремительное ускорение, как $\frac{v^2}{R}$

$$Bvq = \frac{mv^2}{R}$$

Выразим радиус вращения

$$R = \frac{mv}{Bq}$$

Тогда

$$\nu = \frac{Bq}{2\pi m}$$

то есть, частота уменьшится.

Задача 16 Сколько нейтронов содержится в ядре изотопа висмута ${}_{83}^{208}\text{Bi}$?

Решение Количество нейтронов равно разности массового и зарядового числа

$$n = 208 - 83 = 125$$

Задача 17 Как изменятся при β^- -распаде массовое число ядра и число протонов в ядре? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Число протонов в ядре

Решение

При бета-распаде ядро испускает электрон и антинейтрино. Следовательно, массовое число ядра не изменится, а его заряд увеличится и увеличится число протонов в ядре.

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. При вынужденных механических колебаниях в колебательной системе резонанс возникает в том случае, если собственная частота колебаний системы превышает частоту изменения внешней силы.
2. В процессе изохорного нагревания постоянной массы газа давление газа увеличивается.
3. Поверхность проводника, находящегося в электростатическом поле, не является эквипотенциальной.
4. При преломлении света при переходе из одной среды в другую изменяются скорость волны и частота, а длина её волны остаётся неизменной.
5. Энергия связи ядра равна той энергии, которую необходимо затратить для того, чтобы разделить это ядро на отдельные протоны и нейтроны.

Решение

1) **Неверно**

Нет, совпадение частоты вынуждающей силы и собственной частоты вызывает резонанс и резкое увеличение амплитуды колебаний.

2) **Верно**

При изохорном нагревании

$$\frac{p}{T} = const,$$

где p – давление газа, T – температура газа.

То есть, если температура увеличивается, то и давление увеличивается.

3) **Неверно**

Поверхность проводника, находящегося в электростатическом поле, является эквипотенциальной.

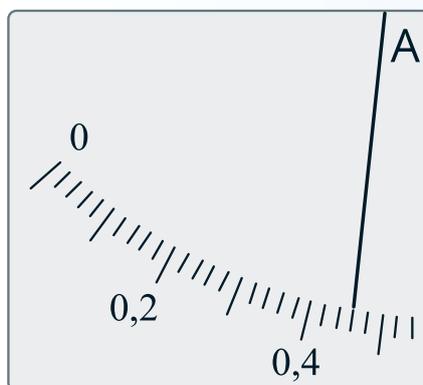
4) **Неверно**

Нет, при переходе не изменяется частота, а скорость и длина волны изменяются.

5) **Верно**

Когда ядро распадается, то выделяется энергия, равная энергии связей его составляющих.

Задача 19 Определите показания амперметра (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.



Решение

Определим цену деления амперметра

$$\frac{0,4 \text{ A} - 0,2 \text{ A}}{10} = 0,02 \text{ A}$$

Показание равно

$$0,46 \text{ A}$$

То есть с учетом погрешности

$$0,46 \pm 0,02 \text{ A}$$

А в ответ:

$$0,460,02$$

Задача 20 Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость объёма газа, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, от внешнего давления. У него имеются пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных значениях температуры и давления (см. таблицу).

№ сосуда	Давление, кПа	Температура газа в сосуде, °C	Масса газа, г
1	150	50	10
2	200	50	15
3	150	20	15
4	150	20	10
5	200	20	10

Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

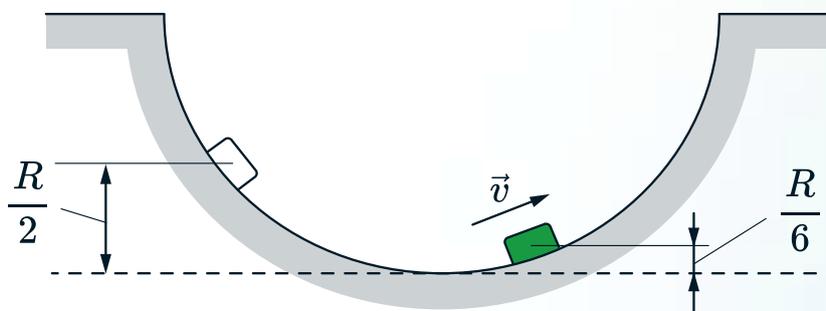
Решение

Объём можно найти по формуле:

$$V = \frac{mRT}{pM}$$

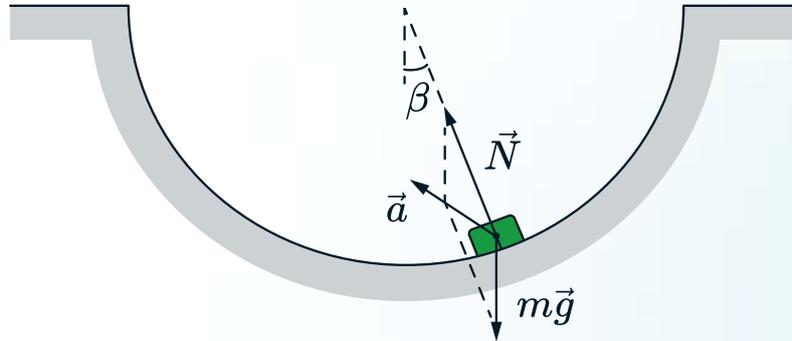
Для того чтобы установить зависимость объёма от давления газа, необходимо, чтобы масса и температура газа в сосудах была одинаковой, а давление - различным. Этим условиям подходят пункты 4 и 5.

Задача 21 Маленькая шайба движется из состояния покоя по неподвижной гладкой сферической поверхности радиусом R . Начальное положение шайбы находится на высоте $\frac{R}{2}$ относительно нижней точки поверхности. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шайбу в момент, когда она движется вправо-вверх, находясь на высоте $\frac{R}{6}$ над нижней точкой поверхности (см. рис). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шайбы (по радиусу поверхности, по касательной к поверхности, внутрь поверхности, наружу от поверхности). Соппротивление воздуха не учитывать.



Решение

К шайбе приложены сила тяжести mg , направленная вертикально вниз, и сила реакции поверхности N , направленная по радиусу вверх. Ускорение шайбы a направлено внутрь траектории левее направления силы N (см. рисунок).



В точке $R/6$ скорость шайбы не равна 0, значит, у шайбы есть центростремительное ускорение a_n , направленное в центр окружности траектории движения.

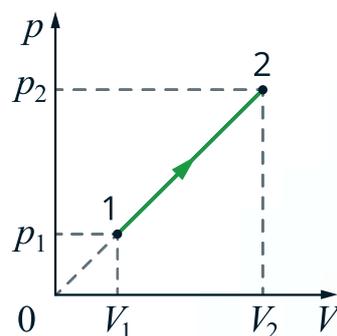
Также у шайбы есть ускорение на касательную к траектории, которое равно $g \sin \beta$, то есть тангенциальное ускорение a_τ , не равное нулю и направленное влево в нижнюю точку сферы.

Общее ускорение будет равно

$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_\tau,$$

которое будет направляться внутрь поверхности.

Задача 22 На рисунке изображён процесс, происходящий с 1 моль гелия. Минимальное давление газа $p_1 = 100$ кПа, минимальный объём $V_1 = 10$ л, а максимальный $V_2 = 30$ л. Какую работу совершает гелий при переходе из состояния 1 в состояние 2?



Решение

Работа, совершенная газом, равна площади под графиком pV - диаграммы. Так как имеется линейная зависимость между p и V , исходящая из нулевой точки, то процесс происходит с зависимостью вида

$$p = \alpha V$$

откуда коэффициент зависимости (α)

$$\alpha = \frac{p_1}{V_1} = 10^7$$

Найдем конечное давление

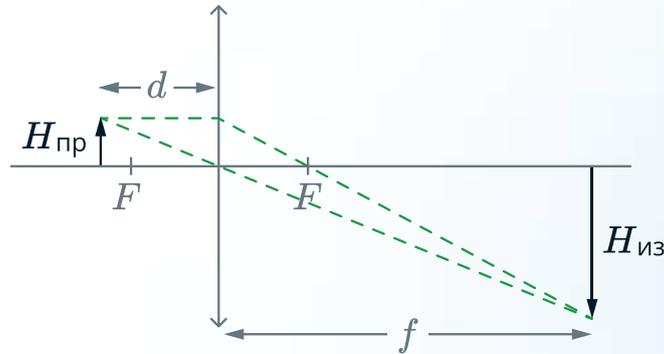
$$p_2 = \alpha V_2 = 10^7 \cdot 30 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 300 \text{ кПа}$$

Работа газа же равна

$$A = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{300 \text{ кПа} + 100 \text{ кПа}}{2} (30 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 - 10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3) = 4 \text{ кДж}$$

Задача 23 Тонкая линза с фокусным расстоянием $F = 20$ см даёт действительное, увеличенное в 5 раз изображение предмета. На каком расстоянии от линзы находится предмет? Постройте изображение предмета в линзе.

Решение



Запишем формулу тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f},$$

где d – расстояние от линзы до предмета, f – расстояние от линзы до изображения.

Увеличение равно:

$$\Gamma = \frac{H_{\text{из}}}{H_{\text{пр}}} = \frac{f}{d},$$

где $H_{\text{из}}$ – высота изображения, $H_{\text{пр}}$ – высота предмета.

Сделаем рисунок. Проведём луч, параллельно главной оптической оси, после преломления он должен пройти через фокус линзы (см. рис.). Также проведём луч через центр линзы, при этом он не преломляется (см. рис.).

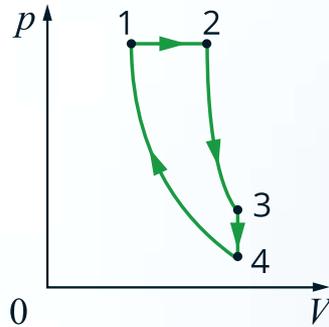
По условию $\Gamma = 5$. Тогда

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{\Gamma d} \Rightarrow d = \frac{F(\Gamma + 1)}{\Gamma}.$$

Подставим числа из условия

$$d = \frac{F(\Gamma + 1)}{\Gamma} = \frac{20 \text{ см}(5 + 1)}{5} = 24 \text{ см}$$

Задача 24 Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображен на $p - V$ диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры и изобары. Зная, что КПД этого цикла $\eta = 15\%$, а минимальная и максимальная температуры газа при изохорном процессе $t_{min} = 37^\circ C$ и $t_{max} = 302^\circ C$ определите количество теплоты, получаемое газом за цикл.



Решение

При изобарном расширении на участке 1-2 газ получает от нагревателя количество теплоты Q_{12} а на участке 3-4 отдаёт холодильнику в изохорном процессе количество теплоты Q_{34} . На других участках теплообмен отсутствует. В соответствии с первым началом термодинамики работа газа за цикл A равна разности количества теплоты, полученной от нагревателя и отданной холодильнику: $A = Q_{12} - Q_{34}$.

По определению КПД теплового двигателя $\eta = \frac{A}{Q_{12}} = 1 - \frac{Q_{34}}{Q_{12}}$, что позволяет найти

теплоту, полученную от нагревателя: $Q_{12} = \frac{Q_{34}}{1 - \eta}$, если известно Q_{34} .

Количество теплоты Q_{34} , отданное при изохорном охлаждении на участке 3-4, равно уменьшению внутренней энергии газа этом участке: $Q_{34} = |\Delta U_{34}|$. Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна абсолютной температуре, и для 1 моль одноатомного газа $U = \frac{3}{2}\nu RT$, а модуль её изменения на участке 3-4

$$|\Delta U_{34}| = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_4) = \frac{3}{2}\nu R(t_3 - t_4).$$

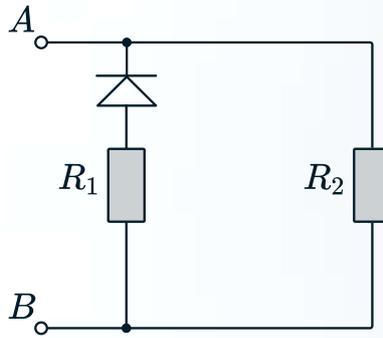
В итоге получим:

$$Q_{12} = \frac{Q_{34}}{1 - \eta} = \frac{3\nu R(t_{max} - t_{min})}{2(1 - \eta)}$$

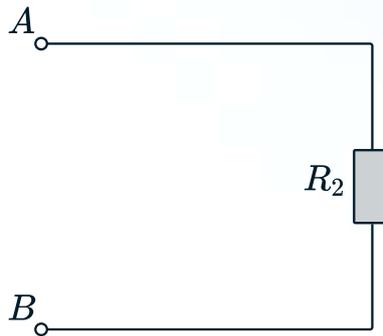
Подставляя значения физических величин, получим:

$$Q_{12} = \frac{3 \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}) \cdot 265 \text{ К}}{2 \cdot 0,85} \approx 3886 \text{ Дж}$$

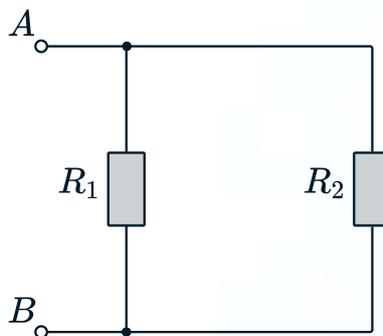
Задача 25 В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке А положительного полюса, а к точке В отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением потребляемая мощность равна 14,4 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая мощность оказалась равной 21,6 Вт. Укажите, как течёт ток через диод и резисторы в обоих случаях, и определите сопротивления резисторов в этой цепи.



Решение



1. Если при подключении батареи потенциал точки А оказывается выше, чем потенциал точки В, $\varphi_A > \varphi_B$, то ток через диод не течёт, и эквивалентная схема цепи имеет вид, изображённый на рис. 1. Потребляемая мощность $P_1 = \frac{\mathcal{E}^2}{R_2}$.



2. При изменении полярности подключения батареи $\varphi_A < \varphi_B$, диод открывается и подключает резистор R_1 параллельно резистору R_2 . Эквивалентная схема цепи в этом случае изображена на рис. 2. При этом потребляемая мощность увеличивается:

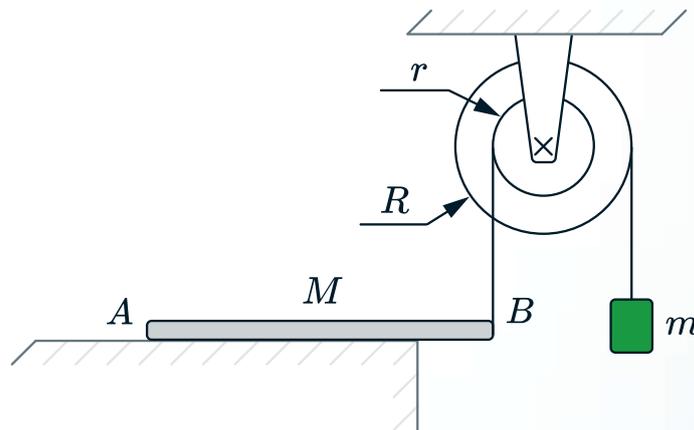
$$P_2 = \frac{\mathcal{E}^2}{R_1} + \frac{\mathcal{E}^2}{R_2} > P_1.$$

3. Из этих уравнений:

$$R_2 = \frac{\mathcal{E}^2}{P_1} \quad R_1 = \frac{\mathcal{E}^2}{P_2 - P_1}.$$

4. Подставляя значения физических величин, указанные в условии, получаем: $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 10$ Ом

Задача 26 Однородный брусок AB массой M постоянного прямоугольного сечения лежит на гладкой горизонтальной поверхности стола, свешиваясь с него менее чем наполовину (см. рисунок). К правому концу бруска прикреплена лёгкая нерастяжимая нить. Другой конец нити закреплён на меньшем из двух дисков идеального составного блока. На большем диске этого блока закреплена другая лёгкая нерастяжимая нить, на которой висит груз массой $m = 1$ кг. Диски скреплены друг с другом, образуя единое целое. $R = 10$ см, $r = 5$ см. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на брусок M , блок и груз m . Найдите минимальное значение M , при котором система тел остаётся неподвижной. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



Обоснование

1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной (ИСО).
2. Брусок перед отрывом его правого края от поверхности стола будем считать твёрдым телом с осью вращения, проходящей перпендикулярно плоскости рисунка через точку А. Условие равновесия относительно вращения твёрдого тела на оси – равенство нулю суммы моментов сил, приложенных к телу, относительно этой оси. 3. Нити нерастяжимы,

поэтому, если покоится брусок, то покоятся и все остальные тела системы.

4. Нити лёгкие, поэтому величина силы натяжения каждой нити в любой её точке одна и та же. В том числе: $T_1 = T_3$, $T_2 = T_4$ (см. рисунок в решении).

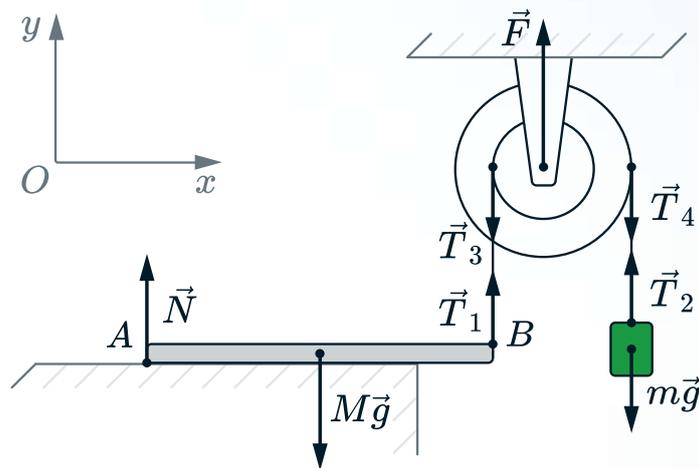
5. Блок идеальный (трения в осях нет, масса блока пренебрежимо мала). Поэтому условие равновесия блока – равенство нулю суммы моментов сил натяжения нитей относительно оси блока.

6. Груз может двигаться только поступательно вдоль вертикальной оси Oy , лежащей в плоскости рисунка. Поэтому для груза используем модель материальной точки и применим второй закон Ньютона. Вследствие этого условие равновесия – сумма приложенных к грузу сил равна нулю.

Решение

Брусок начнёт отрываться от поверхности стола, когда сила реакции опоры со стороны стола станет равна нулю. Рассмотрим случай минимальности груза. Брусок ещё покоится на столе, но касается стола только в точке A , тогда сила реакции опоры приложена в точке A и направлена вертикально вверх.

Расставим силы, действующие на брусок M , блок и груз m .



Запишем уравнение моментов относительно оси, проходящей перпендикулярно рисунку в точке A :

$$T_1 \cdot AB - Mg \cdot \frac{AB}{2} = 0.$$

Отсюда

$$T_1 = \frac{Mg}{2}. \quad (1)$$

Запишем второй закон Ньютона для груза m

$$\vec{T}_2 + m\vec{g} = m\vec{a},$$

где a – ускорение груза.

Так как система покоится, то $a = 0$. Спроецируем второй закон Ньютона на оси Oy :

$$T_2 - mg = 0 \Rightarrow T_2 = mg. \quad (2)$$

Аналогично правило моментов для блока, относительно оси, проходящей через его центр:

$$T_3 \cdot r = T_4 \cdot R$$

Из условия лёгкости нити $T_1 = T_3, T_2 = T_4$, тогда

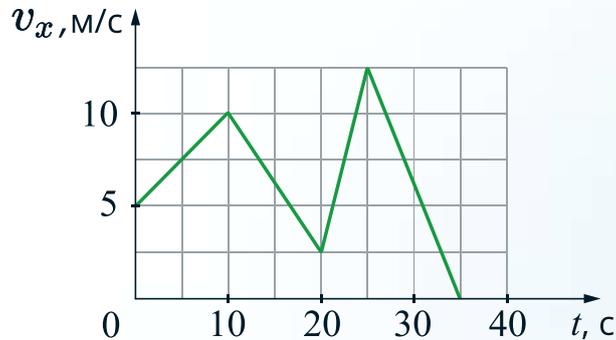
$$T_1 \cdot r = T_2 \cdot R \quad (3)$$

Подставим (1) и (2) в (3)

$$\frac{Mg}{2} \cdot r = mg \cdot R \Rightarrow M = 2m \cdot \frac{R}{r} = 2 \cdot 1 \text{ кг} \cdot \frac{0,1 \text{ м}}{0,05 \text{ м}} = 4 \text{ кг}$$

Вариант №7

Задача 1 На рисунке приведён график зависимости проекции скорости v_x от времени t для тела, движущегося прямолинейно вдоль оси Ox .



Определите проекцию a_x ускорения тела в интервале времени от 20 до 25 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.

Решение

Рассмотрим промежуток от 20 до 25 с, это наклонная прямая, поэтому тело двигалось равноускоренно и ускорение на этом участке определяется тангенсом угла наклона этой прямой. Найдем явный вид этой прямой. Пусть эта прямая подчиняется закону $v_x = at + b$. Из графика имеем систему

$$\begin{cases} 2,5 = 20t + b, \\ 12,5 = 25t + b. \end{cases}$$

Решая эту систему, получим, что скорость подчиняется уравнению ниже на участке от 20 до 25 с

$$v_x = 2t - 37,5.$$

Производная по t даст нам проекцию(с учетом знака). То есть, $a_x = 2 \text{ м/с}^2$ на участке от 20 до 25 с.

Задача 2 Два одинаковых маленьких шарика массой m каждый, расстояние между центрами которых равно r , притягиваются друг к другу с гравитационными силами, равными по модулю 2 нН. Каков модуль сил гравитационного притяжения двух других шариков, если масса одного $2m$, масса другого $\frac{m}{4}$, а расстояние между их центрами $\frac{r}{3}$?

Решение

Сила взаимодействия шариков:

$$F = G \frac{m \cdot m}{r^2}$$

Во втором случае:

$$F = G \frac{2m \cdot \frac{m}{4}}{\frac{r^2}{9}} = G \frac{9m^2}{2r^2}$$

То есть в 4,5 раз больше. Значит 9 нН.

Задача 3 В инерциальной системе отсчёта тело движется по прямой в одном направлении под действием постоянной силы, равной по модулю 6 Н. Определите промежуток времени, в течение которого действовала эта сила, если за это время импульс тела изменился на 48 кг·м/с.

Решение

Запишем закон об изменении импульса

$$\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$$

Спроецируем данное уравнение на ось x:

$$\Delta p = F \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{\Delta p}{F} = \frac{48}{6} = 8 \text{ с}$$

Задача 4 Скорость звука в глицерине 1900 м/с. Определите длину звуковой волны, которая создаётся источником звука с частотой колебаний 500 Гц.

Решение

Запишем связь между длиной волны и скоростью волны

$$\lambda = vT = \frac{v}{\nu} = \frac{1900}{500} = 3,8 \text{ м.}$$

Задача 5 Свинцовый брусок массой $m_1 = 500$ г покоится на гладкой горизонтальной поверхности. На него налетает свинцовый шарик массой $m_2 = 100$ г, скользящий по поверхности со скоростью 0,3 м/с. В результате абсолютно неупругого удара тела слипаются и движутся как единое целое.

Выберите **все** утверждения о результатах этого соударения.

1. Суммарный импульс тел после удара равен 0,03 кг·м/с.
2. Скорость тел после соударения равна 0,5 м/с.
3. В результате соударения общая кинетическая энергия системы тел «брусок+шарик» не изменилась.

4. В результате соударения выделилось количество теплоты, равное 3,75 мДж.

5. Кинетическая энергия свинцового бруска после соударения равна 0,25 мДж.

Решение

1) Верно

Пусть $v = 0,3$ м/с. Запишем закон сохранения импульса и найдем скорость, с которой будут двигаться тела после соударения

$$m_2 v = (m_1 + m_2) u,$$

$$u = \frac{m_2 v}{m_1 + m_2} = \frac{0,1 \cdot 0,3}{0,1 + 0,5} = 0,05 \text{ м/с.}$$

Суммарный импульс системы после соударения:

$$p' = (m_1 + m_2) \cdot u$$

$$p' = 0,6 \cdot 0,05 = 0,03 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$$

2) Неверно

См. пункт 1.

3) Неверно

Найдем изменение кинетической энергии системы

$$\Delta E_k = \frac{m_2 v^2}{2} - \frac{(m_1 + m_2) u^2}{2},$$

$$\Delta E_k = \frac{0,1 \cdot 0,3^2}{2} - \frac{0,6 \cdot 0,05^2}{2} = 3,75 \text{ мДж.}$$

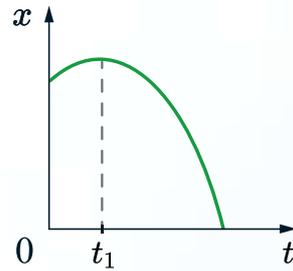
4) Верно

Выделившееся количество теплоты можно посчитать из изменения кинетической энергии (См. пункт 3).

5) Неверно

$$E_{k.св.} = \frac{m_1 u^2}{2} = \frac{0,5 \cdot 0,05^2}{2} = 0,625 \text{ мДж.}$$

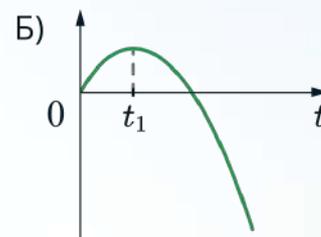
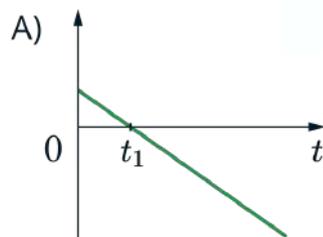
Задача 6 На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси x , от времени t (парабола).



Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени t .

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1. проекция перемещения тела на ось x
2. модуль скорости тела
3. кинетическая энергия тела
4. проекция импульса тела на ось x

Решение

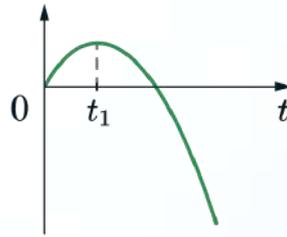
Из графика изменения координаты тела от времени можно понять, что движения тела равноускоренное с некоторым ускорением a , причем ускорение направлено против движения тела (парабола с ветвями вниз). Пусть начальная скорость тела v_0 и начальная координата тела h . Тогда явная зависимость координаты тела от времени будет выглядеть следующим образом

$$x(t) = h + v_0 t - \frac{at^2}{2}.$$

Проекция перемещения - это разница конечной и начальной координат. Тогда **физическая величина 1** будет описываться следующей зависимостью

$$S(t) = x(t) - h = v_0 t - \frac{at^2}{2}.$$

Этой зависимости соответствует следующий график

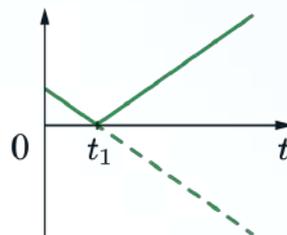


Как мы знаем, что скорость это производная от координаты по времени. Тогда закон изменения скорости выглядит так

$$v_x(t) = v_0 - at. \quad (1)$$

Физическая величина 2 - модуль этой величины (на графике нужно просто зеркально отобразить ветвь, находящуюся в отрицательной области).

Этой зависимости соответствует следующий график



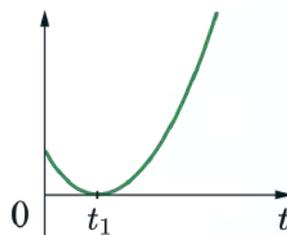
Физическая величина 3 - кинетическая энергия тела равна

$$E_k = \frac{mv^2}{2}. \quad (2)$$

Подставив (1) во (2) получим явную зависимость кинетической энергии тела от времени

$$E_k(t) = \frac{m}{2} \cdot (v_0 - at)^2 = \frac{m}{2}(v_0^2 - 2v_0at + (at)^2).$$

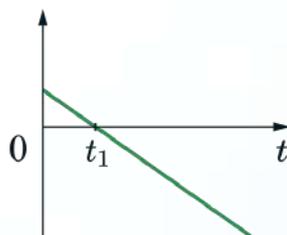
Этой зависимости соответствует следующий график



Физическая величина 4 - проекция импульса тела на ось x выражается следующей формулой

$$p_x = mv_x = m \cdot (v_0 - at).$$

Этой зависимости соответствует следующий график



Из выше представленных рассуждений получаем, что А-4, Б-1.

Задача 7 В результате изохорного перехода 1 моль идеального газа из начального состояния в конечное его давление уменьшилось в 2 раза, а температура оказалось равной 420 К. Какова начальная температура газа?

Решение

Поскольку процесс изохорный, то верно данное соотношение

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2},$$
$$T_1 = \frac{p_1 T_2}{p_2} = \frac{p_1}{p_2} T_2 = 2 \cdot 420 = 840 \text{ К.}$$

Задача 8 Конденсация 3 кг паров некоторого вещества при температуре его кипения, равной 103°C , сопровождается выделением количества теплоты, равного $6,9 \cdot 10^6$ Дж. Какова удельная теплота парообразования этого вещества?

Решение

Вспомним формулу, описывающую какое количество теплоты должно выделиться при испарении m вещества с удельной теплотой парообразования L

$$Q = Lm,$$
$$L = \frac{Q}{m} = \frac{6,9 \cdot 10^6}{3} = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} = 2300 \text{ кДж/кг.}$$

Задача 9 С 1 моль гелия происходят два циклических процесса, показанные на рисунках 1 и 2 в переменных $p - V$ (p - давление гелия, V - его объём). Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения, характеризующие изменение состояния гелия в этих процессах.

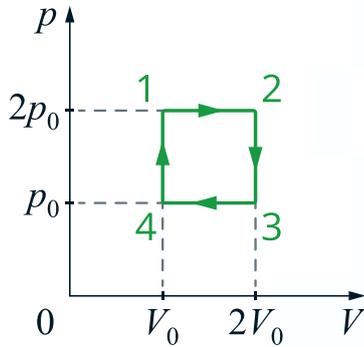


Рис. 1

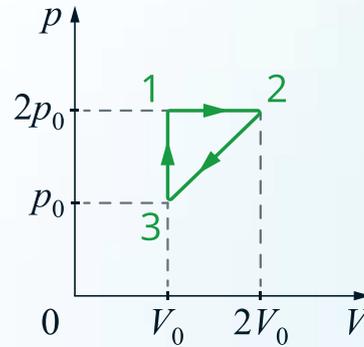


Рис. 2

Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения по поводу этой ситуации.

1. В процессе 1-2 на рисунке 1 температура гелия увеличивается в 2 раза.
2. В процессе 2-3 на рисунке 2 внутренняя энергия гелия уменьшается в 2 раза.
3. Работа гелия за цикл на рисунках 1 и 2 одинакова.
4. В процессе 2-3 на рисунке 2 гелий не участвует в теплообмене с окружающими телами.
5. В процессе 4-1 на рисунке 1 концентрация гелия остаётся неизменной.

Решение

1) **Верно**

Процесс 1-2 характеризуется постоянным объёмом, поэтому это изохорный процесс. Запишем соотношение, которое характерно для этого процесса

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2},$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2}{p_1} = \frac{2p_0}{p_0} = 2.$$

2) **Неверно**

Процесс 2-3 это пропорциональность. Изменение внутренней энергии определяется следующим образом

$$\Delta U = \frac{3}{2}R\Delta T.$$

То есть, во сколько раз изменилась температура, во столько раз изменилась внутренняя энергия.

Найдем изменение температуры в этом процессе. Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона

$$pV = \nu RT,$$

Т.к. в этом процессе не меняется количество вещества, то верно соотношение

$$\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{T_3},$$

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{p_2 V_2}{p_3 V_3} = \frac{2p_0 2V_0}{p_0 V_0} = 4.$$

Поэтому внутренняя энергия гелия уменьшилась в 4 раза.

3) **Неверно**

Работа равна площади цикла. Найдем их

$$A_1 = 2p_0 2V_0 = 4p_0 V_0.$$

$$A_2 = \frac{1}{2} p_0 V_0.$$

Значит работы гелия в этих процессах не равны.

4) **Неверно**

Нет, т.к. в этом процессе совершается отрицательная работа и также внутренняя энергия уменьшается, поэтому теплообмен есть.

5) **Верно**

Концентрация выражается формулой

$$n = \frac{N}{V}.$$

Т.к. число молекул в процессе не изменилось, а объём оставался неизменным, то концентрация гелия остаётся неизменной.

Задача 10 Тонкая, упругая и мягкая оболочка герметичного воздушного шара наполнена водородом. Как изменяется с высотой при быстром подъёме объём водорода и средняя кинетическая энергия теплового движения молекул водорода? Оболочку считать теплоизолирующей.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилось
- 2) уменьшилось
- 3) не изменилось

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём водорода	Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул водорода

Решение

Процесс адиабатический (быстрый). При увеличении высоты, атмосфера становится все более разреженной, ее внешнее давление уменьшается, поэтому **оболочка шара в объеме будет увеличиваться**, а внутренне давление уменьшаться.

Средняя кинетическая энергия молекул

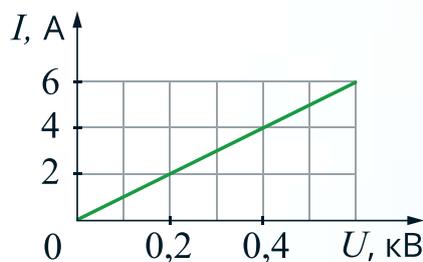
$$\bar{E}_k = \frac{3}{2}kT.$$

Т.к. процесс адиабатический и объём увеличивается, то значит и внутренняя энергия уменьшается, а, значит, и температура уменьшается.

$$0 = \Delta U + A.$$

Поэтому и средняя кинетическая энергия теплового движения молекул уменьшается.

Задача 11 На рисунке изображён график зависимости силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?



Решение

Вспомним закон Ома для проводника, через который протекает ток I и между концами которого приложено напряжение U

$$R = \frac{U}{I}.$$

Найдем удобную точку на графике для вычисления сопротивления проводника. Возьмем $I = 4$ А и $U = 0,4$ кВ. Тогда

$$R = \frac{0,4 \cdot 10^3}{4} = 100 \text{ Ом.}$$

Задача 12 Чему равна индуктивность витка проволоки, если при силе тока в витке, равной 4 А, магнитный поток через площадь, ограниченную витком, равен 12 мВб?

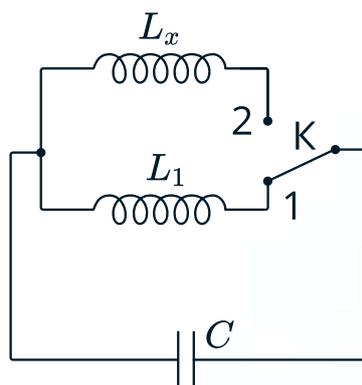
Решение

Величина магнитного потока Φ , вызывающая в витке проволоки с индуктивностью L силу тока I , определяется выражением

$$\Phi = LI,$$

$$L = \frac{\Phi}{I} = \frac{12 \cdot 10^{-3}}{4} = 3 \text{ мГн.}$$

Задача 13 При переводе ключа К из положения 1 в положение 2 частота свободных электромагнитных колебаний в контуре увеличилась в 3 раза. Во сколько раз индуктивность L_1 катушки в контуре (см. рисунок) больше L_x .

**Решение**

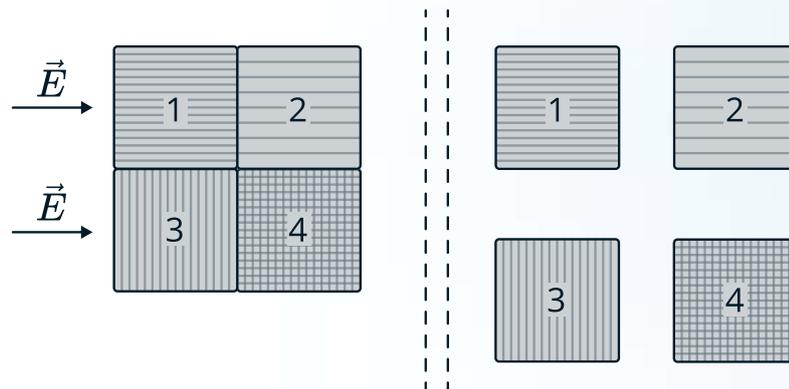
Период собственных колебаний находится по формуле:

$$T = 2\pi\sqrt{LC},$$

где L – индуктивность катушки, C – емкость конденсатора.

Частота обратна периоду, то есть, чтобы частота увеличилась в 3 раза, индуктивность должна уменьшиться в 9 раз.

Задача 14 Стекланные незаряженные кубики 1 и 2 и медные незаряженные кубики 3 и 4 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряженность которого направлена горизонтально вправо, как показано в левой части рисунка. Затем кубики раздвинули и уже после этого выключили электрическое поле (правая часть рисунка).



Выберите **все** верные утверждения, описывающие данный процесс.

1. В электрическом поле (левая часть рисунка) электроны из кубика 3 перемещаются в кубик 4.
2. На правой части рисунка кубик 1 имеет положительный заряд.
3. В электрическом поле (левая часть рисунка) левая грань кубика 1 заряжена отрицательно.
4. На правой части рисунка кубика 3 имеет отрицательный заряд.
5. В электрическом поле (левая часть рисунка) разность потенциалов между левой и правой гранями кубика 3 равна нулю.

Решение

1) **Неверно**

В медных кубиках будет наблюдаться сосредоточение отрицательного заряда в кубике 3 и положительного в кубике 4, так как свободные электроны в металлах перемещаются в противоположную сторону вектора напряженности электрического поля.

2) **Неверно**

Стекло относится к диэлектрикам, в которых возникающая во внешнем электрическом поле поляризация вызывается в основном ориентацией полярных молекул или появлением наведённой поляризации у неполярных молекул, а не за счёт перемещения подвижных зарядов (электронов). При наложении электрического поля молекулы соориентируются по полю и на левой части кубика 1 будут отрицательные заряды, а на правой части кубика 2 положительные заряды.

Поэтому после того, как кубики раздвинули, (полные) заряды обоих кубиков стали равными нулю за счёт того, что молекулы без действия электрического поля не имеют определенной ориентации.

3) Верно

См. пункт 2.

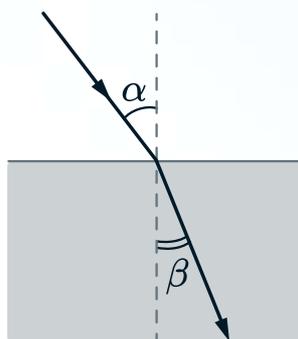
4) Верно

См. пункт 1.

5) Верно

В проводнике, помещенном в электростатическое поле, заряды будут распределяться до тех пор, пока напряженность поля не станет равной нулю. Поэтому разность потенциалов между любыми двумя точками проводника равна нулю.

Задача 15 Плоская световая волна переходит из воздуха в глицерин (см. рисунок). Что происходит при этом переходе с периодом электромагнитных колебаний в световой волне и скоростью её распространения?



Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период электромагнитных колебаний	Скорость распространения волны

Решение

При переходе из одной среды в другую частота света остается неизменной, при этом изменяется скорость и длина волны.

При этом длина волны определяется формулой:

$$\lambda = \frac{v}{\nu},$$

где ν – частота, v – скорость распространения волны.

При этом показатель преломления равен:

$$n = \frac{c}{v},$$

где c – скорость света вакууме.

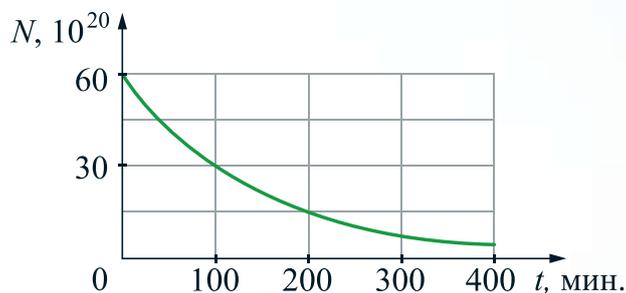
Значит, при увеличении показателя преломления скорость распространения волны в среде уменьшается, при уменьшении скорости распространения уменьшается и длина волны λ .

При этом период равен:

$$T = \frac{1}{\nu},$$

так как частота неизменна, то период тоже неизменен.

Задача 16 На рисунке приведён график зависимости числа нераспавшихся ядер америция ${}_{95}^{238}\text{Am}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа америция?

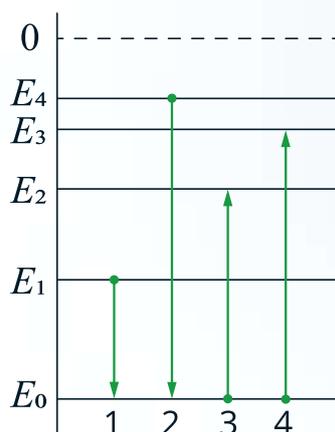


Решение Период полураспада характеризуется изменением количества ядер в 2 раза. Из графика видно, что период полураспада равен 100 мин.

Задача 17 На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями.

Установите соответствие между процессами поглощения света наименьшей частоты и излучения света наибольшей энергии и энергией соответствующего фотона.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕССЫ

А) поглощение света наименьшей частоты

Б) излучение света наибольшей энергии

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

1) $E_1 - E_0$

2) $E_2 - E_0$

3) $E_3 - E_0$

4) $E_4 - E_0$

Решение

По второму постулату Бора энергия перехода равна:

$$E = E_i - E_j,$$

где E_i – энергия на начальном уровне, E_j – энергия на конечном уровне.

Энергия перехода можно также найти по формуле:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}, \quad (1)$$

где ν – частота, λ – длина волны.

А) Поглощение – переход с более низкого уровня на более высокие, при этом так как частота минимальна, то

$$h\nu = E_i - E_j,$$

энергия поглощенного фотона минимальна, значит, уровни должны находится ближе друг к другу - этому условию соответствует переход $E_2 - E_0$ (2).

Б) Излучение с наибольшей энергией от более высокого, к более низкому. Этому условию соответствует переход $E_4 - E_0$ (4).

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. При равномерном движении по окружности ускорение тела направлено по радиусу к центру окружности.
2. В ходе процесса кипения жидкости её температура не меняется, а внутренняя энергия системы «жидкость и её пар» уменьшается.
3. Напряжённость электростатического поля равна отношению силы, с которой поле действует на точечный заряд, к величине этого заряда.
4. Для электромагнитных волн можно наблюдать явления их отражения, преломления и поляризации.
5. α -излучение представляет собой поток ядер атома водорода.

Решение

1) Верно

Равномерное движение по окружности — это движение, при котором материальная точка за любые равные промежутки времени описывает одинаковые дуги (поворачивает на одинаковые углы за равные промежутки времени). Этот процесс характеризует постоянной скоростью и тем, что центростремительное ускорение направлено по радиусу окружности.

2) Неверно

Нет, т.к. в газе молекулы находятся на дальних расстояниях и у них наоборот потенциальная энергия взаимодействия больше, чем у жидкости.

3) Верно

Да, это описывается формулой

$$E = \frac{F}{q},$$

где q - пробный заряд.

4) Верно

Да, первые два явления — это следствия волновой природы электромагнитной волны, а поляризация обусловлена тем, что электромагнитная волна представляет собой колебания электрического и магнитного полей.

5) Неверно

Нет, т.к. α -излучение это поток атомов гелия (${}^4_2\text{He}$).

Задача 19 В журнале 200 листов. Измеренная с помощью линейки толщина журнала составляет 2,4 см. Чему равна толщина одного листа по результатам этих измерений, если абсолютная погрешность линейки равна 1 мм?

Решение

2,4 см это 24 мм. Толщина одного листа равна:

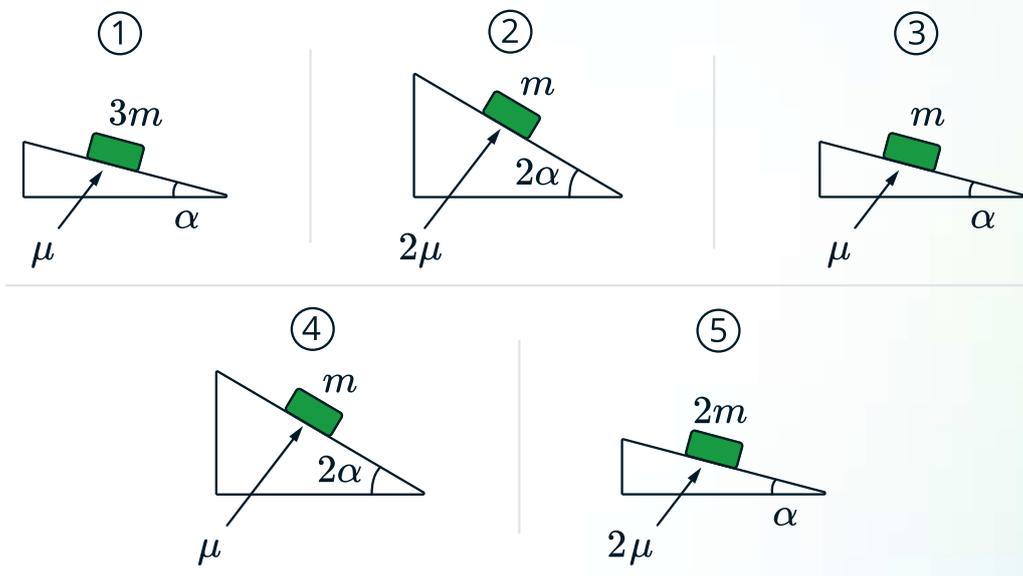
$$\frac{24 \text{ мм}}{200} = 0,12 \text{ мм}$$

Погрешность измерения равна:

$$\frac{1 \text{ мм}}{200} = 0,005 \text{ мм}$$

Тогда ответ: 0,1200,005.

Задача 20 Необходимо экспериментально изучить зависимость ускорения тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от коэффициента трения между телом и поверхностью наклонной плоскости. На рисунках представлены установки для изучения движения тела по наклонной плоскости, различающиеся массой тел, углом наклона плоскости к горизонту и коэффициентом трения.



Какие **две** установки, изображённые ниже, следует выбрать, чтобы провести такое исследование?

Решение

Нужно выбрать установки со всеми одинаковыми компонентами кроме коэффициентов трения, такие установки под номером 2 и 4.

Задача 21 На столе установили два незаряженных электрометра и соединили их алюминиевым стержнем с изолирующей ручкой (рис. а). Затем к первому электрометру поднесли, не касаясь шара, положительно заряженную палочку (рис. б). Не убирая палочки, убрали стержень, а затем убрали палочку.

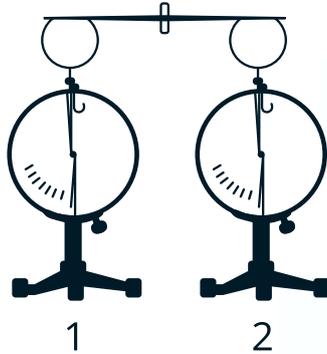


Рис. 1

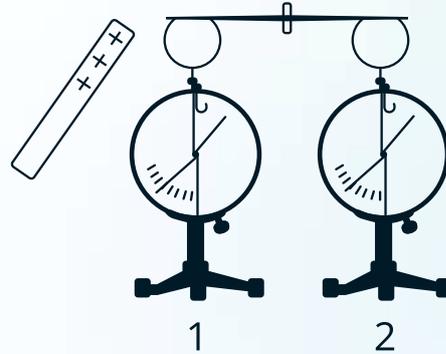


Рис. 2

Ссылаясь на известные Вам законы и явления, объясните, почему электрометры оказались заряженными, и определите знаки заряда каждого из электрометров после того, как палочку убрали.

Решение

Так как электрометр является проводником, то при поднесении положительно заряженной палочки к электрометру палочка создаёт электрическое поле, под действием которого произойдет перераспределение зарядов, до тех пор, пока потенциал на электрометрах не станет одинаковым, при этом электроны с дальнего электрометра переместятся на ближний, то есть заряд ближнего электрометра станет отрицательным. Система из двух электрометров и палочки является изолированной, значит, по закону сохранения заряда, дальний электрометр будет заряжен положительно, при этом модули зарядов на электрометрах равны. Так как сначала удаляют соединяющий стержень, то электрометры в конце концов сохраняют свои заряды, то есть ближний к палочке будет заряжен отрицательно, дальний – положительно.

Задача 22 Закреплённый пружинный пистолет стреляет вертикально вверх, в результате него пуля поднимается на высоту $H = 100$ м. Кинетическая энергия E_k пули на высоте $h = 50$ м равна 1 Дж. Чему равна жёсткость пружины k , если деформация пружины перед выстрелом $\Delta l = 5$ см? Трением и массой пружины пренебречь; считать $\Delta l \ll h$.

Решение

Сразу же уточним для чего дано условие $\Delta l \ll h$ - чтобы не учитывать, потенциальную энергию, возникающую за счёт того, что пуля изначально находилась на высоте l , поэтому $mg(h + l) \approx mgh$.

Начальная механическая энергия системы при условии $\Delta l \ll h$ равна

$$E_1 = \frac{k\Delta l^2}{2}.$$

Второе состояние - пуля поднялась на высоту $h = 50$ м

$$E_2 = mgh + E_k.$$

Третье состояние тело поднялось на максимальную высоту $H = 100$ м, на которой ее скорость равна нулю

$$E_3 = mgH.$$

Найдем неизвестную массу пули из закона сохранения для состояний 2 и 3

$$E_2 = E_3,$$

$$mgH = mgh + E_k,$$

$$m = \frac{E_k}{g(H-h)} = \frac{1}{10 \cdot 50} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг}.$$

Теперь приравняем состояния 1 и 3

$$E_1 = E_3,$$

$$\frac{k\Delta l^2}{2} = mgH,$$

$$k = \frac{2mgH}{\Delta l^2} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 100}{0,05^2} = 1600 \text{ Н/м}.$$

Задача 23 Какое количество атомов содержится в алюминиевом бруске с размерами $10 \times 15 \times 20$ см? Молярная масса алюминия равна $27 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

Решение

Плотность алюминия из справочных данных $\rho_{\text{ал.}} = 2700 \text{ кг/м}^3$. Найдем объём вещества $V = 10 \cdot 15 \cdot 20 = 3000 \text{ см}^3 = 0,003 \text{ м}^3$.

Количество атомов вещества выражается формулой

$$N = \frac{m}{m_0},$$

$$m_0 = \frac{\mu}{N_A},$$

где $\mu = 27 \cdot 10^{-3}$ кг/моль - молярная масса алюминия, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ 1/моль, $m = \rho V$ - масса вещества.

Тогда

$$N = \frac{\rho \cdot V \cdot N_A}{\mu} = \frac{2700 \cdot 0,003 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{27 \cdot 10^{-3}} \approx 1,8 \cdot 10^{26}.$$

Задача 24 С идеальном одноатомным газом, который находится в сосуде с поршнем, провели два опыта. В первом опыте, закрепив поршень, газу сообщили некоторое количество теплоты Q_1 , в результате чего его температура повысилась на ΔT . Во втором опыте, предоставив газу возможность изобарно расширяться, сообщили ему некоторое количество теплоты Q_2 , в результате чего его температура повысилась, как и в первом случае, на ΔT . Определите отношение $\frac{Q_1}{Q_2}$.

Решение

Запишем первое начало термодинамики:

$$Q = A + \Delta U$$

где A — работа газа, ΔU — изменение внутренней энергии газа.

Изменение внутренней энергии равно:

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T.$$

где i — количество степеней свободы газа, ν — количество вещества.

В первом случае объём поршня постоянен, значит, работа газа равна нулю и

$$Q_1 = \Delta U. \quad (1)$$

Во втором опыте давление постоянно и работа газа равна $A = p\Delta V$, где p — давление газа, ΔV — изменение объёма. Тогда

$$Q_2 = \Delta U + p\Delta V. \quad (2)$$

Вычтем из (2) (1):

$$Q_2 - Q_1 = p\Delta V. \quad (3)$$

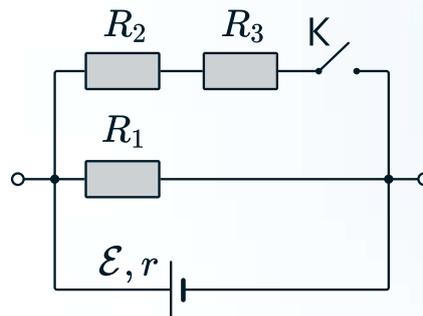
Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$p\Delta V = \nu R \Delta T. \quad (4)$$

Т.к. газ одноатомный, то $i = 3$. Тогда

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\frac{3}{2}\nu R\Delta T}{\frac{5}{2}\nu R\Delta T} = \frac{3}{5}.$$

Задача 25 Во сколько раз уменьшится мощность тока, выделяемая на резисторе R_1 , при замыкании ключа К (см. рисунок), если $R_1 = R_2 = R_3 = 1 \text{ Ом}$, $r = 0,5 \text{ Ом}$?



Решение

Пусть $R_1 = R_2 = R_3 = R$.

Найдем мощность тока, выделяемая на резисторе R_1 , при разомкнутом ключе К.

Найдем общий ток, протекающий в цепи

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + r} = \frac{\mathcal{E}}{R + r}.$$

Тогда мощность тока, выделяемая на резисторе R_1 , вычисляется по формуле

$$P_1 = I_0^2 R_1 = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(R + r)^2}.$$

Найдем мощность тока, выделяемая на резисторе R_1 , при замкнутом ключе К.

Найдем общее сопротивление цепи, т.к. резисторы 2 и 3 соединены последовательно, а также они соединены параллельно с резистором 1, то

$$\begin{aligned} R_{23} &= R_2 + R_3, \\ \frac{1}{R_0} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{23}}, \\ R_0 &= \frac{R_{23} \cdot R_1}{R_{23} + R_1} = \frac{2R}{3}. \end{aligned}$$

Тогда общий ток во втором случае будет равен

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_0 + r}.$$

Найдем ток, протекающий по резистору 1 во втором случае. Пусть через резистор 1 течет некий ток I_2 , а через резисторы 2 и 3 I_3

$$\begin{cases} I_2 R_1 = I_3 (R_2 + R_3) \\ I_1 = I_2 + I_3. \end{cases}$$

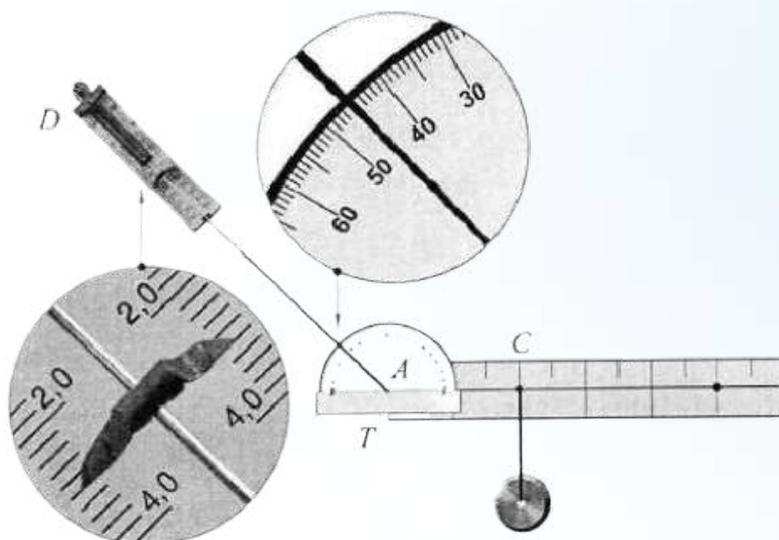
Тогда $I_2 = \frac{2}{3} I_1$. Тогда мощность тока, выделяемая на резисторе R_1 , в случае замкнутого ключа К вычисляется по формуле

$$P_2 = I_2^2 R_1 = \frac{4}{9} \frac{\mathcal{E}^2 R}{(R_0 + r)^2}.$$

Тогда

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{9 \cdot \mathcal{E}^2 R \cdot (R_0 + r)^2}{4 \cdot (R + r)^2 \cdot \mathcal{E}^2 R} = \frac{9 \left(0,5 + \frac{2}{3}\right)^2}{4 (0,5 + 1)^2} \approx 1,4.$$

Задача 26 Однородный стержень AB может вращаться без трения вокруг неподвижной оси O . К левому концу рычага в точке A прикреплена нить, за которую с помощью динамометра D рычаг неподвижно удерживается в горизонтальном положении. Нить составляет с вертикалью угол, который можно измерить с помощью транспортира T . Показания динамометра (в ньютонах) и транспортира (в градусах) видны на фотографии. К точке C подвешен стальной диск (см. фотографию). Рычаг, диск, нить и динамометр расположены в вертикальной плоскости. Массами транспортира и нитей пренебречь.



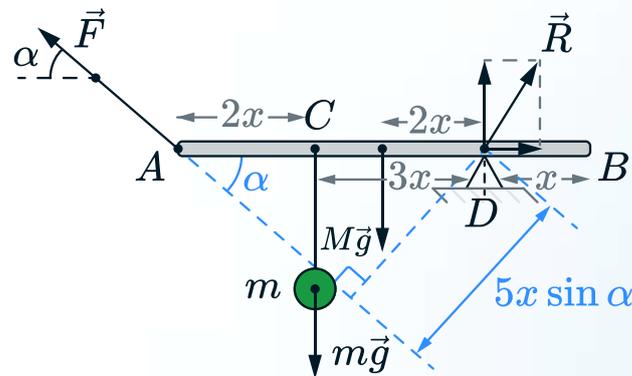
Определите массу рычага, если стальной диск имеет массу 250 г. Сделайте рисунок, на котором укажите все силы, действующие на рычаг и диск. **Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.**

Обоснование

1. Введем инерциальную систему отсчета (ИСО) связанную с Землей
2. Стержень будем считать абсолютно твёрдым телом - его форма и размеры неизменны, расстояние между любыми двумя точками остаются неизменным. Движение абсолютно твердого тела можно описать совокупностью движений - поступательного и вращательного. Поскольку стержень однородный, то сила тяжести приложена к его центру
3. Поскольку вращательное движение отсутствует сумма моментов всех сил относительно любой точки равна нулю (условие отсутствия вращательного движения).
4. Нить, за которую диск прикреплен к стержню, невесома, а значит сила натяжения нити вдоль нее одинакова.
5. Диск массой m будем рассматривать моделью материальной точки, так как его размерами в условиях данной задачи можно пренебречь.
6. Нить, связывающая динамометр и стержень невесома, а значит сила натяжения нити в каждой её точке одинакова. Её значение численно равно показаниям динамометра.

Решение

Нарисуем схематически условие задачи с расстановкой всех сил, действующих на систему.



где F - сила, с которой действуют на динамометр, $M\vec{g}$ - сила тяжести рычага, R - сила реакции опоры, $m\vec{g}$ - сила тяжести диска.

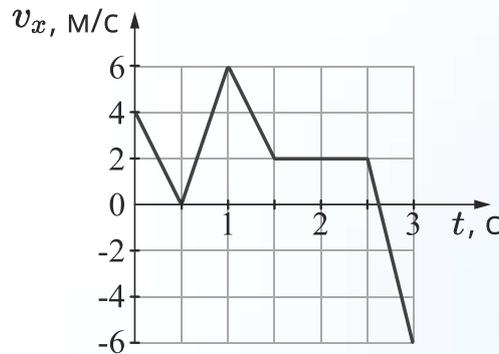
Рассмотрим вращение относительно точки D . Запишем уравнение моментов.

$$Mg \cdot 2x + mg \cdot 3x - F \cdot 5x \cdot \sin\alpha = 0,$$

$$M = \frac{5F \sin\alpha - 3mg}{2g} = \frac{5 \cdot 3 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - 3 \cdot 0,25 \cdot 10}{2 \cdot 10} = 0,16 \text{ кг.}$$

Вариант №8

Задача 1 На рисунке показан график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t . Какова проекция a_x ускорения этого тела в момент времени 2 с?



Решение

В промежутке времени от 1,5 с до 2,5 с скорость тела постоянная, значит, ускорение равно нулю.

Задача 2 В инерциальной системе отсчёта сила, равная по модулю 16 Н, сообщает телу массой m ускорение \vec{a} . Чему равен модуль силы, под действием которой тело массой $\frac{m}{2}$ будет иметь в этой системе отсчёта ускорение $\frac{\vec{a}}{4}$?

Решение

Согласно второму закону Ньютона, в инерциальной системе отсчета сила, действующая на тело, ускорение, сообщаемое этой силой, и масса тела связаны соотношением:

$$F = ma,$$

где m – масса тела, а a – его ускорение.

Для первого случая:

$$F_1 = ma$$

Запишем 2 закон Ньютона для второго случая:

$$F_2 = \frac{m}{2} \cdot \frac{a}{4} = \frac{ma}{8} = \frac{F}{8} = 2 \text{ Н}$$

Задача 3 Отношение импульса легкового автомобиля к импульсу мотоцикла $\frac{p_1}{p_2} = 5$. Каково отношение их скоростей $\frac{v_1}{v_2}$, если отношение массы легкового автомобиля к массе мотоцикла $\frac{m_1}{m_2} = 2,5$?

Решение

Импульс равен массе, умноженной на скорость:

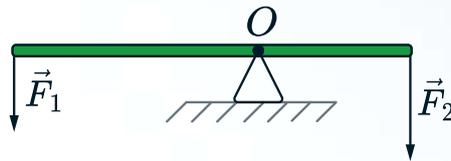
$$p = mv$$

$$p_1 = m_1v_1, p_2 = m_2v_2$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{m_1v_1}{m_2v_2}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{p_1m_2}{p_2m_1} = 5 \cdot \frac{1}{2,5} = 2$$

Задача 4 Невесомый рычаг находится в равновесии (см. рисунок). Модуль силы $F_2 = 12$ Н, её плечо равно 10 см. Каков модуль силы \vec{F}_1 , если её плечо равно 15 см?

**Решение**

Пусть M_1 – момент силы, приложенной к рычагу справа, а M_2 – слева. Чтобы рычаг находился в равновесии, моменты сил, действующих на него слева и справа, должны быть равны:

$$M_1 = M_2$$

В то же время момент силы M по определению равен произведению силы на ее плечо:

$$M = F \cdot l,$$

где F – величина силы, приложенной слева; l – длина плеча слева. Исходя из этого получаем, что:

$$F_1l_1 = F_2l_2 \Rightarrow F_1 = F_2 \frac{l_2}{l_1} = 12 \text{ Н} \frac{0,1 \text{ м}}{0,15 \text{ м}} = 8 \text{ Н}$$

Задача 5 В лаборатории исследовали прямолинейное движение тела массой $m = 300$ г из состояния покоя. В таблице приведена экспериментально полученная зависимость пути, пройденного телом, от времени.

t, с	0	1	2	3	4	5	6	7
L, м	0	1	4	9	16	25	36	49

Какие выводы соответствуют результатам эксперимента?

1. Тело двигалось равноускоренно.
2. Скорость тела в момент времени 4 с равнялась 8 м/с.
3. Кинетическая энергия тела в момент времени 5 с равна 25 Дж.
4. Равнодействующая сил, действующих на тело, всё время возрастала.
5. За первые 3 с работа равнодействующей сил, действующих на тело, была равна 5,4 Дж.

Решение

1) Верно

Узнаем скорость тела в моменты времени $t = 4$ с:

$$v_x = v_{0x} + at$$

Для того, чтобы узнать скорость, нам понадобится ускорение, воспользуемся одной формулой для двух моментов времени:

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$a_{x1} = \frac{2x}{t^2} = \frac{2 \cdot 1 \text{ м}}{1^2 \text{ с}^2} = 2 \text{ м/с}^2$$

$$a_{x2} = \frac{2x}{t^2} = \frac{2 \cdot 4 \text{ м}}{2^2 \text{ с}^2} = 2 \text{ м/с}^2$$

Выходит, что в течение всего движения ускорение не изменялось, тело двигалось равноускоренно.

$$v_x = 2 \text{ м/с}^2 \cdot 4 \text{ с} = 8 \text{ м/с}$$

2) Верно

Да, см. пункт 1.

3) Неверно

Сначала узнаем скорость на 5 с:

$$v_x = v_{0x} + at = 2 \text{ м/с}^2 \cdot 5 \text{ с} = 10 \text{ м/с}$$

Теперь воспользуемся формулой для $E_{\text{кин}}$:

$$E_{\text{кин}} = \frac{mv_x^2}{2} = \frac{0,3 \text{ кг} \cdot 10^2 \text{ (м/с)}^2}{2} = 15 \text{ Дж}$$

4) Неверно

В течение всего движения ускорение не изменялось, тело двигалось равноускоренно. Теперь воспользуемся вторым законом Ньютона:

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Так как ускорение было неизменно, значит и $F = \text{const}$.

5) Верно

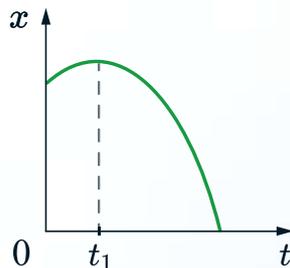
Работа в данном случае вычисляется по формуле:

$$A = FS$$

где F – равнодействующая всех сил, действующих на тело, S – путь, пройденный телом за 3 с.

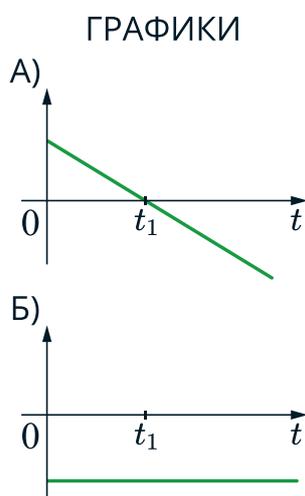
$$F = ma \Rightarrow A = maS = 0,3 \text{ кг} \cdot 2 \text{ м/с}^2 \cdot 9 \text{ м} = 5,4 \text{ Дж}$$

Задача 6 На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси x , от времени t (парабола).



Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени t .

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) Модуль скорости тела
- 2) Проекция импульса тела на ось x
- 3) Проекция ускорения тела на ось x
- 4) Модуль равнодействующей сил, действующих на тело

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Решение

Скорость тела — это производная от зависимости координаты от времени. График движения — парабола, следовательно, скорость тела — линейная функция. Заметим, что тело сначала движется в направлении оси Ox , затем в другую сторону, следовательно, проекция скорости тела сначала положительна, затем отрицательна. А т.к. импульс тела пропорционален скорости, то получаем, что проекция импульса тела на ось x представлена графиком А).

Заметим, что второй график представляет собой горизонтальную линию в нижней плоскости графика, значит, величина постоянная и отрицательная, то есть это проекция ускорения.

Задача 7 При увеличении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул гелия увеличилась в 2 раза. Конечная температура газа равна 400 К. Какова начальная температура газа?

Решение

Кинетическая энергия движения молекул газа:

$$E_k = \frac{3}{2}kT$$

где k — постоянная Больцмана, T — температура газа в кельвинах.

Тогда искомая начальная температура в 2 раза меньше конечной температуры и составляет 200 К.

Задача 8 Тепловая машина за цикл получает от нагревателя количество теплоты, равное 50 кДж, и совершает работу 20 кДж. Чему равен КПД тепловой машины?

Решение

КПД цикла можно найти по формуле:

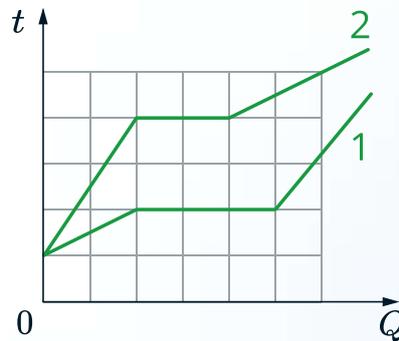
$$\eta = \frac{A}{Q_H}$$

где A — работа за цикл, Q_H — количество теплоты, полученное от нагревателя.

Тогда

$$\eta = \frac{20}{50} = 0,4 = 40\%$$

Задача 9 На рисунке представлены графики зависимости температуры t двух тел одинаковой массой от сообщённого им количества теплоты Q . Каждое тело находится в сосуде под поршнем. Первоначально тела находились в жидком агрегатном состоянии.



Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня **все** верные утверждения.

1. Температура кипения первого тела в 2 раза меньше, чем температура кипения второго тела.
2. Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в газообразном состоянии.
3. Удельная теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии у второго тела в 3 раза меньше, чем у первого.
4. Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту парообразования.
5. Для первого тела удельная теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии меньше удельной теплоёмкости в газообразном состоянии.

Решение

1) **Верно**

Да, первоначально тела находились в жидком состоянии, горизонтальный участок - участок кипения, для первого тела температура кипения 2 клетки, а для второго 4, значит температуры отличаются в 2 раза.

2) **Неверно**

Для процесса нагрева справедлива формула:

$$Q = cm\Delta t$$

где c — удельная теплоемкость вещества, m — масса тела, Δt — изменение температуры. То есть

$$c = \frac{Q}{m\Delta t},$$

Для того, чтобы теплоёмкость веществ была одинаковой, необходимо, чтобы наклоны прямых были одинаковы, а они разные, значит, удельная теплоёмкость тел разные.

3) **Верно**

Для процесса нагрева справедлива формула:

$$Q = cm\Delta t$$

где c — удельная теплоемкость вещества, m — масса тела, Δt — изменение температуры.
То есть

$$c = \frac{Q}{m\Delta t},$$

Тогда:

$$\frac{c_2}{c_1} = \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{3}{1}.$$

4) **Неверно**

Количество теплоты, которое требуется для кипения:

$$Q = Lm$$

Выразим удельную теплоту парообразования:

$$L = \frac{Q}{m}$$

По условию массы тел одинаковы, но они получили разное кол-во теплоты, значит и L разные.

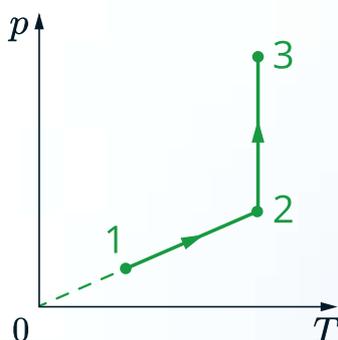
5) **Неверно**

Удельная теплоёмкость

$$c = \frac{Q}{m\Delta t}$$

то есть чтобы удельная теплоёмкость в жидком состоянии была меньше удельной теплоёмкости в газообразном состоянии угол наклона в жидком состоянии должен быть больше, а на графике наоборот.

Задача 10 Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1 – 2 – 3, график которого изображён на рисунке в координатах $p - T$, где p – давление газа, T – абсолютная температура газа.



Как изменяются объём газа V в ходе процесса 1-2 и плотность газа ρ в ходе процесса 2-3? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличится;
2. уменьшится;
3. не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём газа в ходе процесса 1-2	Плотность газа в ходе процесса 2-3

Решение

1) Из графика 1-2

$$p = \alpha T,$$

где α – некоторый коэффициент.

По уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT,$$

где ν – количество вещества.

$$\alpha TV = \nu RT \Rightarrow V = \frac{\nu R}{\alpha} = const$$

То есть объём в процессе 1-2 постоянен.

2) Плотность газа:

$$\rho = \frac{m}{V},$$

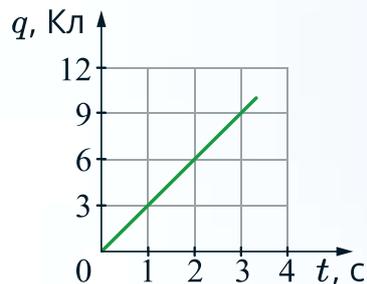
где m — масса газа.

Из уравнения Менделеева-Клапейрона

$$V = \frac{\nu RT}{p}$$

объём уменьшается, значит, плотность увеличивается.

Задача 11 По проводнику течёт постоянный электрический ток. Заряд, прошедший по проводнику, растёт с течением времени согласно представленному графику (см. рисунок). Определите силу тока в проводнике.



Решение

Сила тока по определению равна:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t},$$

где Δq — заряд, прошедший за время Δt .

Тогда

$$I = \frac{6 \text{ Кл}}{2 \text{ с}} = 3 \text{ А}$$

Задача 12 Прямолинейный проводник длиной L , по которому протекает ток I , помещён в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции \vec{B} . Во сколько раз увеличится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину увеличить в 4 раза, а индукцию магнитного поля уменьшить в 2 раза? (Сила тока, взаимное расположение проводника с током и линий индукции магнитного поля остаются неизменными.)

Решение

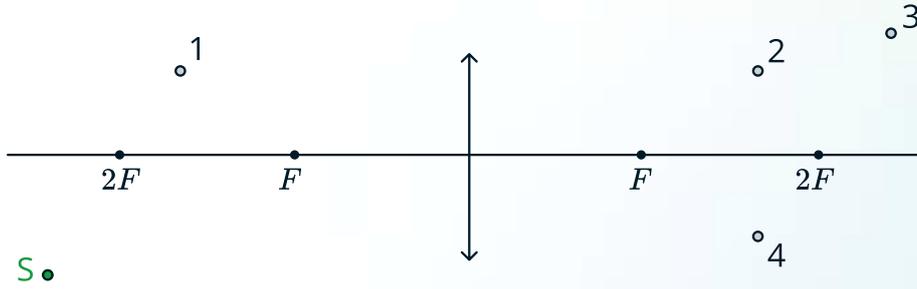
Сила Ампера:

$$F_a = BIL \sin \alpha,$$

где B — модуль вектора магнитной индукции, I — сила тока, l — длина проводника, α — угол между вектором магнитного поля и направлением тока в проводнике.

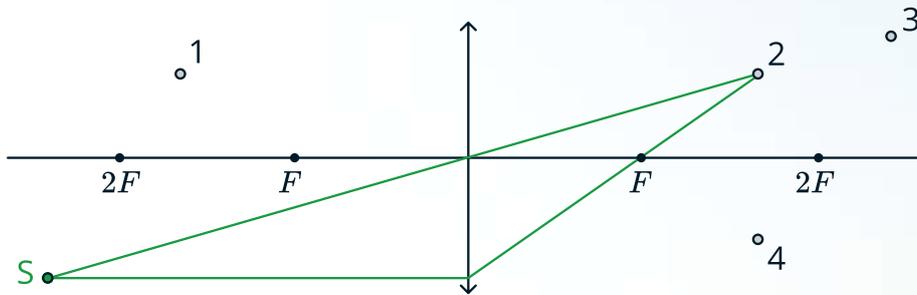
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{B/2 \cdot I \cdot 4L}{BIL} = 2$$

Задача 13 Какая точка является изображением точки S (см. рисунок), создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием F ?

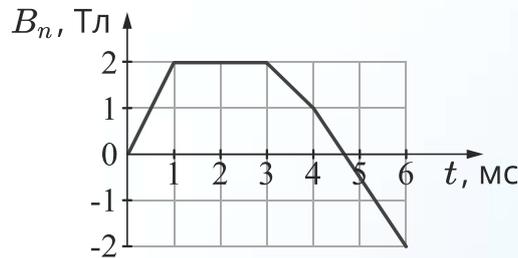


Решение

Проведём первый луч параллельно главной оптической оси, после преломления он пройдёт через фокус. Вторым луч направим через центр линзы, он не преломляется. Пересечение этих лучей и даст изображение источника. В данном случае это точка 2.



Задача 14 Проволочная рамка площадью 30 см^2 помещена в однородное магнитное поле. Проекция B_n индукции магнитного поля на нормаль к плоскости рамки изменяется во времени t согласно графику на рисунке.



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения о процессах, происходящих в рамке, и укажите их номера.

1. Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке максимален в интервале времени от 0 до 1 мс.
2. Магнитный поток через рамку в интервале времени от 1 до 3 мс равен 2 мВб.
3. Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке минимален в интервале времени от 0 до 1 мс.
4. Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке в интервале времени от 3 до 4 мс равен 3 В.
5. Скорость изменения магнитного потока через рамку максимальна в интервале времени от 4 до 6 мс.

Решение

1) **Верно**

Модуль ЭДС индукции равен:

$$|\mathcal{E}_i| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t},$$

где $\Delta\Phi$ – изменение магнитного потока за время Δt .

Магнитный поток равен:

$$\Phi = B_n S,$$

где S – площадь рамки.

То есть чем больше изменение B_n за время, тем больше ЭДС индукции. Максимальное изменение в интервале от 0 до 1 мс.

2) **Неверно**

Магнитный поток равен:

$$\Phi = B_n S,$$

где S – площадь рамки.

Тогда

$$\Phi = 2 \text{ Тл} \cdot 30 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 6 \text{ мВб}$$

3) Неверно

Модуль ЭДС индукции равен:

$$|\mathcal{E}_i| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t},$$

где $\Delta\Phi$ – изменение магнитного потока за время Δt .

То есть чем меньше изменение B_n за время, тем меньше ЭДС индукции. Минимальное изменение равно нулю в интервале от 1 до 3 с.

4) Верно

Модуль ЭДС индукции равен:

$$|\mathcal{E}_i| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t},$$

где $\Delta\Phi$ – изменение магнитного потока за время Δt .

В данном случае:

$$|\mathcal{E}_i| = \frac{\Delta B_n \cdot S}{\Delta t} = \frac{1 \text{ Тл} \cdot 30 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2}{1 \text{ мс}} = 3 \text{ В}$$

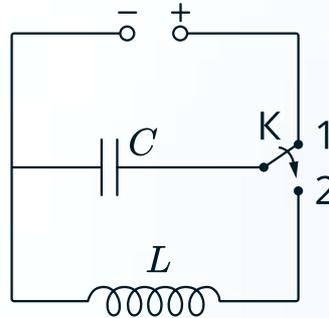
5) Неверно

Скорость изменения магнитного потока равна

$$\Phi' = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B_n S}{\Delta t},$$

значит, чем больше изменение индукции, тем быстрее изменяется магнитный поток. В данном случае от 0 до 1 мс – 2 Тл/мс, от 1 до 3 мс – 0 Тл/мс, от 3 до 4 мс – 1 Тл/мс, от 4 до 6 мс – 1,5 Тл/мс.

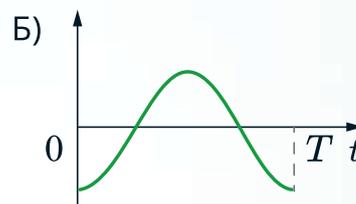
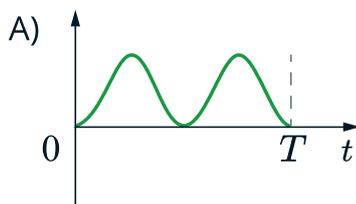
Задача 15 Конденсатор идеального колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б отображают изменения физических величин, характеризующих возникшие после этого электромагнитные колебания в контуре (T – период колебаний).



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут отображать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) энергия магнитного поля катушки
- 2) модуль напряжения на конденсаторе
- 3) заряд левой обкладки конденсатора
- 4) энергия электрического поля конденсатора

Решение

Первый график не уходит в отрицательные значения. Заметим также, что

$$U = \frac{q}{C}$$

Частотность напряжения меньше, чем частотность энергии (см. формулы ниже) и на графике около нулевых значений график плавный, значит, зависимость квадратичная, а не модульная.

При этом энергия катушки:

$$W_L = \frac{LI^2}{2},$$

где L – индуктивность, I – сила тока.

Энергия конденсатора

$$W_C = \frac{CU^2}{2},$$

где C – ёмкость конденсатора, U – напряжение на нём.

Так как первоначально конденсатор заряжен, то напряжение на нем максимально, значит энергия магнитного поля минимальна А – 1.

Единственная величина, которая может быть отрицательной это заряд, значит, Б – 3.

Задача 16 Период полураспада T изотопа селена ${}_{34}^{81}\text{Se}$ равен 18 мин. Какая масса этого изотопа осталась в образце, содержащем первоначально 120 мг ${}_{34}^{81}\text{Se}$, через 54 мин.?

Решение Закон радиоактивного распада:

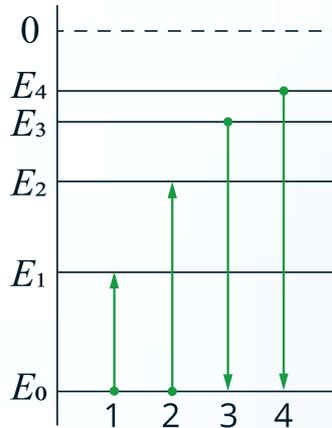
$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}},$$

где N – количество оставшихся ядер, N_0 – начальное количество ядер, t – время, T – период полураспада.

Найдем массу нераспавшегося изотопа за время $t = 54$ минуты:

$$N = 120 \cdot 2^{-\frac{54}{18}} = 15 \text{ мг}$$

Задача 17 На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями.



Какие из этих четырёх переходов связаны с поглощением света с наименьшей частотой и излучением света с наименьшей энергией фотонов?

Установите соответствие между процессами поглощения света наименьшей длины волны и излучения света наименьшей частоты и энергией соответствующего фотона.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ	ЭНЕРГИЯ ФОТОНА
А) поглощение света наибольшей длины волны	1) $E_0 \rightarrow E_1$
Б) излучение света наименьшей длины волны	2) $E_0 \rightarrow E_2$
	3) $E_3 \rightarrow E_0$
	4) $E_4 \rightarrow E_0$

Решение

По второму постулату Бора энергия перехода равна:

$$E = E_i - E_j,$$

где E_i – энергия на начальном уровне, E_j – энергия на конечном уровне.

Энергия перехода можно также найти по формуле:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}, \quad (1)$$

где ν – частота, λ – длина волны.

А) Поглощение – переход с более низкого уровня на более высокие, при этом так как энергия минимальна из-за максимальной длины волны, то наиболее близких уровней,

то есть 1.

Б) Излучение – переход от более высокого уровня, к более низкому, при этом энергия максимальна из-за минимальности длины волны, то есть расстояние между уровнями максимально. Ответ – 4.

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. Модуль сил гравитационного взаимодействия двух тел прямо пропорционален квадрату расстояния между этими телами.
2. Теплопередача путём конвекции происходит за счёт переноса энергии струями и потоками жидкости или газа.
3. Модуль сил взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел не зависит от свойств среды между ними.
4. Период свободных колебаний в идеальном колебательном контуре увеличивается прямо пропорционально увеличению индуктивности катушки.
5. При α -распаде масса ядра уменьшается примерно на четыре атомных единицы массы.

Решение

1) **Неверно**

Сила гравитационного взаимодействия равна:

$$F = G \frac{Mm}{R^2},$$

где G – гравитационная постоянная, M – масса первого тела, m – масса второго тела, R – расстояние между центрами тел.

То есть зависимость обратно пропорциональна расстоянию между центрами.

2) **Верно**

Да, теплопередача путём конвекции происходит за счёт переноса энергии струями и потоками жидкости или газа.

3) **Неверно**

Нет, модуль сил взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел зависит от свойств среды между ними.

4) **Неверно**

Период находится по формуле:

$$T = 2\pi\sqrt{LC},$$

где L – индуктивность катушки, C – ёмкость конденсатора.

Зависимость не прямая.

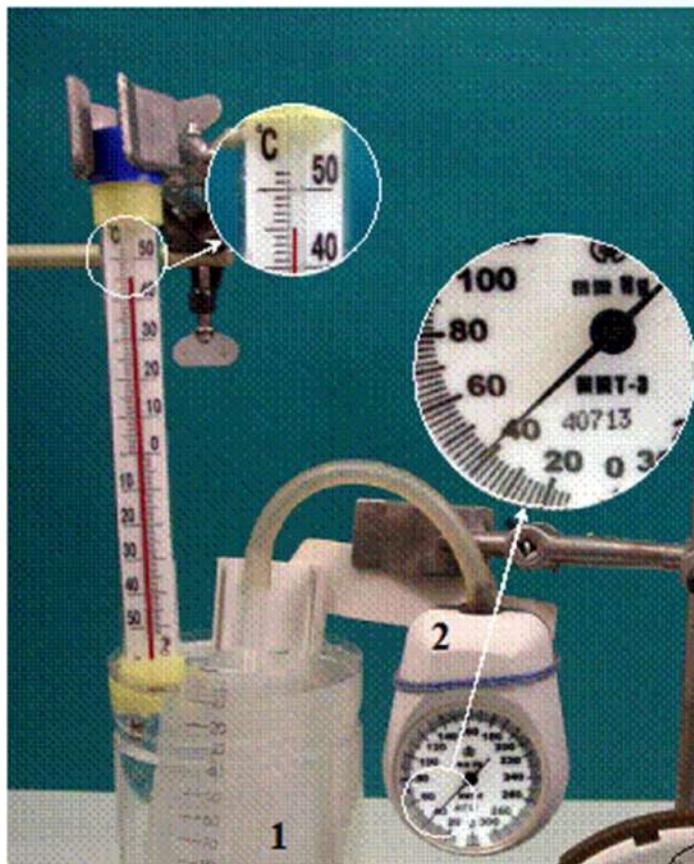
5) **Верно**

Реакция α -распада:



то есть масса ядра уменьшается на 4 атомные единицы массы.

Задача 19 При исследовании зависимости давления в газе от температуры ученик измерял температуру в сосуде с газом с помощью термометра. Погрешность измерений температуры равна цене деления шкалы термометра. Чему равна температура газа по результатам этих измерений?



Решение

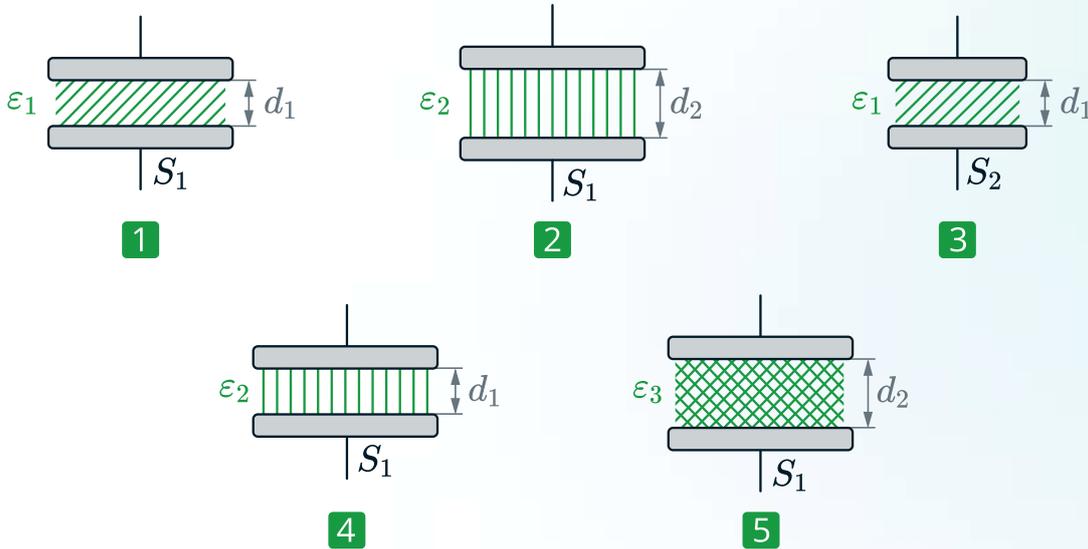
Найдём цену деления термометра:

$$n = \frac{50 - 40}{10} = 1C^{\circ}$$

Следовательно, результат измерения можно записать в виде:

$$45 \pm 1C^{\circ}$$

Задача 20 Необходимо экспериментально изучить зависимость электроёмкости плоского конденсатора от площади его пластин. На всех представленных ниже рисунках S – площадь пластин конденсатора, d – расстояние между пластинами конденсатора, ε – диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами.



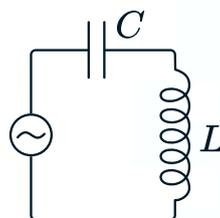
Какие два конденсатора следует использовать для проведения такого исследования?

Решение

Необходимо выбрать все показатели одинаковыми, кроме площади пластин. То есть 1 и 3.

Задача 21 К колебательному контуру подсоединили источник тока, на клеммах которого напряжение гармонически меняется с циклической частотой $\omega_{и} = 2 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$ (см. рисунок). Ёмкость C конденсатора колебательного контура можно плавно менять в пределах от 2,5 нФ до 1 мкФ, а индуктивность его катушки $L = 0,04 \text{ Гн}$.

Ученик постепенно уменьшал ёмкость конденсатора от максимального значения до минимального и обнаружил, что амплитуда силы тока в контуре сперва возрастала, достигала некоего максимального значения и затем уменьшалась. Какое явление наблюдал ученик? Опираясь на свои знания по электродинамике, объясните наблюдения ученика.



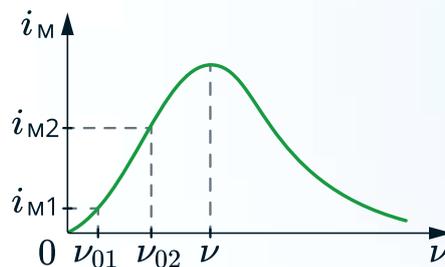
Решение

В описанном опыте колебания в контуре являются вынужденными, они совершаются с частотой ν , задаваемой источником тока. Но колебательный контур имеет собственную

частоту колебаний ν_0 , и амплитуда колебаний тока в нём зависит от разности значений этих частот: по мере уменьшения она увеличивается (резонансная кривая), достигая максимального значения при (явление резонанса). Найдем собственную частоту колебаний в контуре исходя из формулы Томсона и формулы связи частоты с циклической частотой:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\nu_0 = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$



При приближении частоты собственных колебаний, к частоте внешних (ν) амплитуда колебаний будет расти и достигнет своего пика при $\nu_0 = \nu$

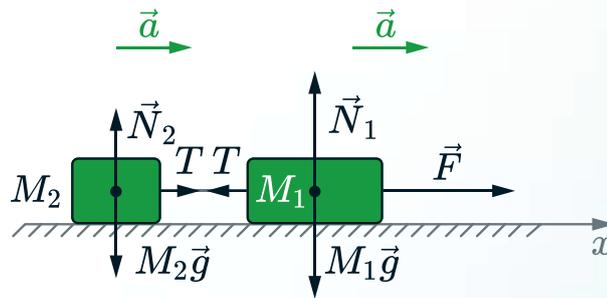
В нашем случае ученик изменяет частоту колебаний от $\nu_{0min} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{max}}}$ до $\nu_{0max} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{min}}}$. При этом сначала амплитуда возрастала $\nu_0 < \nu$, затем в точке максимального значения амплитуды $\nu_0 = \nu$, а по мере уменьшения амплитуды $\nu_0 > \nu$.

Задача 22 Два груза, связанных нерастяжимой и невесомой нитью, движутся по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы \vec{F} , приложенной к грузу массой $M_1 = 2$ кг (см. рисунок). Максимальная сила F , при которой нить ещё не обрывается, равна 18 Н. Известно, что нить может выдержать нагрузку не более 10 Н. Чему равна масса второго груза?



Решение

Грузы связаны нерастяжимой нитью, следовательно, то грузы движутся с одинаковыми ускорениями, а так как грузы связаны невесомой нитью, то силы натяжения нити одинаковы. Поверхность гладкая, значит, силой трения можно пренебречь.



Запишем для каждого груза второй закон Ньютона в проекциях на горизонтальную ось, направленную в сторону движения грузов:

$$\begin{cases} F - T = M_1 a \\ T = M_2 a \end{cases}$$

Сложим два уравнения системы и выразим ускорение грузов:

$$F = (M_1 + M_2)a \Rightarrow a = \frac{F}{M_1 + M_2}$$

Из второго уравнения системы выразим силу натяжения нити с учетом выражения для ускорения грузов:

$$T = aM_2 = \frac{FM_2}{M_1 + M_2}$$

Выразим массу второго груза:

$$M_2 = \frac{T}{F - T}M_1 = \frac{10 \text{ Н}}{18 \text{ Н} - 10 \text{ Н}} \cdot 2 \text{ кг} = 2,5 \text{ кг}$$

Задача 23 В стакан калориметра, содержащего 450 г воды, опустили кусок льда при температуре 0°C . Начальная температура калориметра с водой 45°C . Когда наступило тепловое равновесие, температура калориметра с водой стала равной 5°C . Определите массу куска льда. Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Решение

1. Так как потери энергии по условию отсутствуют, то всё количество теплоты, отданное водой при охлаждении от начальной температуры t_1 до $t_2 = 5^\circ\text{C}$, пошло на плавление льда, имеющего температуру плавления, и на нагрев этой воды до $t_2 = 5^\circ\text{C}$. Запишем уравнение теплового баланса:

$$|Q_{\text{отд}}| = |Q_{\text{пол}}|, \quad \text{или}$$

$$cm_{\text{вод}}(t_1 - t_2) = \lambda m_{\text{лёд}} + cm_{\text{лед}}(t_1 - t_2),$$

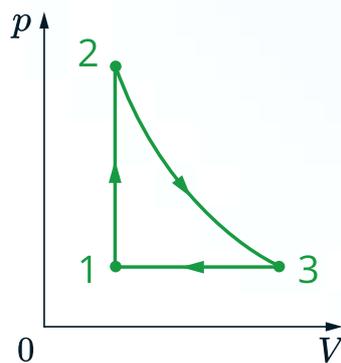
$$\text{откуда } m_{\text{лёд}} = \frac{cm_{\text{вод}}(t_1 - t_2)}{\lambda + c(t_1 - t_2)},$$

где c и $m_{\text{вод}}$ – удельная теплоёмкость и масса воды соответственно, λ и $m_{\text{лёд}}$ – удельная теплота плавления и масса растаявшего льда.

2. Подставив числовые значения, получим искомую величину:

$$m_{\text{лёд}} = \frac{4200 \cdot 0,45 \cdot 40}{330 \cdot 10^3 + 4200 \cdot 5} = 0,215 \text{ кг}$$

Задача 24 1 моль одноатомного идеального газа совершает цикл $1-2-3-1$, состоящий из изохоры ($1-2$), адиабаты ($2-3$) и изобары ($3-1$) (см. рисунок). Абсолютные температуры газа в состояниях 1, 2 и 3 равны 400 К, 600 К и 510 К соответственно. Определите коэффициент полезного действия цикла.



Решение

1. КПД находится по формуле:

$$\eta = \frac{A}{Q} \quad (1)$$

где A – работа газа, Q – количество теплоты, полученное нагревателем.

Работа газа за цикл равна сумме работ на каждом из участков:

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{31}, \quad (2)$$

при этом так как участок 1-2 изохора, то $A_{12} = 0$, значит

$$A = A_{23} + A_{31}.$$

Запишем первый закон термодинамики

$$Q = \Delta U + A_{\Gamma},$$

где Q – полученное количество теплоты, ΔU – изменение внутренней энергии, A_{Γ} – работа газа в процессе.

Изменение внутренней энергии:

$$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T,$$

где ν – количество вещества, ΔT – изменение температуры: Для процесса 2-3, с учетом что он адиабатный ($Q_{23} = 0$), получаем

$$A_{23} = -\Delta U_{23} = -\frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2). \quad (3)$$

Работа газа в процессе 3-1 равна площади под графиком:

$$A_{31} = p_1(V_1 - V_3),$$

при этом из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT$$

следует

$$A_{31} = p_1V_1 - p_1V_3 = \nu RT_1 - \nu RT_3 = \nu R(T_1 - T_3). \quad (4)$$

Тогда из (1) – (3):

$$A = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_3) + \nu R(T_1 - T_3) \quad (5)$$

Определим на каких участках газ получал положительное количество теплоты.

Участок 1-2. Из закона Шарля:

$$\frac{p}{T} = const,$$

при увеличении давления увеличивается и температура. Количество теплоты равно

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) + 0 > 0.$$

То есть газ получал положительное количество теплоты.

Участок 2-3. Процесс адиабатный $Q_{23} = 0$.

Участок 3-1. По закону Гей-Люссака:

$$\frac{V}{T} = const,$$

при уменьшении объёма уменьшается и температура. Количество теплоты равно

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3) + \nu R(T_1 - T_3) < 0.$$

Так как температура уменьшается, то количество теплоты отрицательно.

Следовательно

$$Q = Q_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) \quad (6).$$

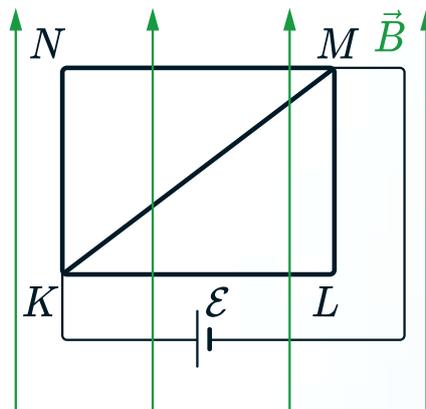
Объединим (1), (5) и (6)

$$\eta = \frac{\frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_3) + \nu R(T_1 - T_3)}{\frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)} = \frac{\frac{3}{2}(T_2 - T_3) + (T_1 - T_3)}{\frac{3}{2}(T_2 - T_1)}$$

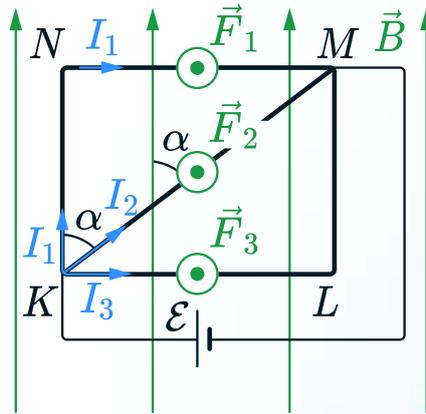
Подставим числа из условия

$$\eta = \frac{\frac{3}{2}(600 \text{ К} - 510 \text{ К}) + (400 \text{ К} - 510 \text{ К})}{\frac{3}{2}(600 \text{ К} - 400 \text{ К})} \approx 0,08$$

Задача 25 Из медной проволоки с удельным сопротивлением $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ и площадью поперечного сечения $S = 0,2 \text{ мм}^2$ изготовлен прямоугольный контур KLMN с диагональю KM (см. рисунок). Стороны прямоугольника $KL = l_1 = 20 \text{ см}$ и $LM = l_2 = 15 \text{ см}$. Контур подключили за диагональ к источнику постоянного напряжения с ЭДС $\mathcal{E} = 1,4 \text{ В}$ и поместили в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,1 \text{ Тл}$, параллельной сторонам KN и LM . С какой результирующей силой магнитное поле действует на контур? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на контур. Внутренним сопротивлением источника пренебечь.



Решение



1) При подключении контура к источнику напряжения по его сторонам и диагонали потекут токи I_1 , I_2 и I_3 (см. рисунок). Проводники KNM , KLM и KM соединены параллельно, следовательно, сопротивления соответствующих проводников.

$$I_1 = I_3 = \frac{\mathcal{E}}{R_1},$$

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_2},$$

где $R_1 = \rho \frac{l_1 + l_2}{S}$, $R_2 = \rho \frac{l}{S}$, $l = KM = \sqrt{l_1^2 + l_2^2}$ - сопротивления соответствующих проводников.

2) Со стороны магнитного поля на проводники KL и NM , перпендикулярные индукции магнитного поля, а также на диагональ KM действуют силы Ампера: $F_1 = F_3 = I_1 B l_1$ и $F_2 = I_2 B l \sin \alpha$. По правилу левой руки силы Ампера параллельны друг другу и направлены к наблюдателю, на проводники KN и ML сила Ампера не действует. Таким образом, результирующая сила

$$F = 2F_1 + F_2$$

Выполняя преобразования, получим

$$F_1 = \frac{B \mathcal{E} S l_1}{\rho(l_1 + l_2)} \quad F_2 = \frac{B \mathcal{E} S l_1}{\rho \sqrt{l_1^2 + l_2^2}}$$

В итоге

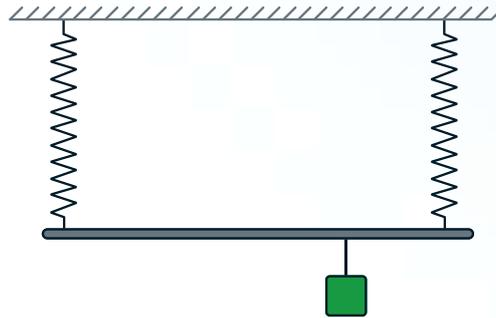
$$F = 2 \frac{B \mathcal{E} S l_1}{\rho(l_1 + l_2)} + \frac{B \mathcal{E} S l_1}{\rho \sqrt{l_1^2 + l_2^2}} = \frac{B \mathcal{E} S l_1}{\rho} \left(\frac{2}{l_1 + l_2} + \frac{1}{\sqrt{l_1^2 + l_2^2}} \right)$$

Подставим числа из условия

$$F = \frac{0,1 \text{ Тл} \cdot 1,4 \text{ В} \cdot 0,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \cdot 0,2 \text{ м}}{1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}} \left(\frac{2}{0,2 \text{ м} + 0,15 \text{ м}} + \frac{1}{\sqrt{0,2^2 \text{ м}^2 + 0,15^2 \text{ м}^2}} \right)$$

$$F = 3,2 \text{ Н}$$

Задача 26 К двум вертикально расположенным пружинам одинаковой длины подвесили однородный стержень длиной $L = 30$ см. Если к этому стержню подвесить груз массой $m = 3$ кг на расстоянии $d = 5$ см от правой пружины, то стержень будет расположен горизонтально, и растяжения обеих пружин будут одинаковы (см. рисунок). Жёсткость левой пружины в 2 раза меньше, чем правой. Чему равна масса стержня M ? Сделайте рисунок с указанием используемых в решении сил. Какие законы Вы используете для решения задачи? Обоснуйте их применение.

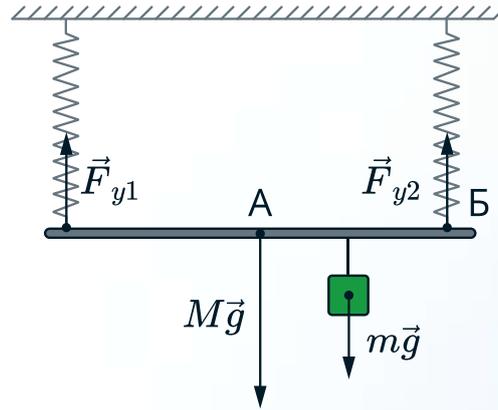


Обоснование

1. Введем инерциальную систему отсчета (ИСО) связанную с Землей.
2. Стержень будем описывать моделью абсолютно твердого тела - его форма и размеры неизменны, расстояние между любыми двумя точками остаются неизменным.
3. Движение абсолютно твердого тела можно описать совокупностью движений - поступательного и вращательного. Поэтому для равновесия твердого тела в ИСО необходимо два условия. Одно для поступательного движения, другое - для вращательного движения.
4. Сумма всех приложенных к твёрдому телу внешних сил равна нулю (условие равновесия твёрдого тела относительно поступательного движения). Также применимо правило моментов (условие равновесия твёрдого тела относительно вращательного движения)

Решение

Сделаем рисунок с указанием сил, действующих на стержень



Момент силы можно найти по формуле: $M = Fl$, где F - сила, а l - её плечо до рассматриваемой оси вращения. Тогда правило моментов относительно точки A

$$F_{y1} \frac{L}{2} + mg \left(\frac{L}{2} - d \right) = F_{y2} \frac{L}{2}$$

Здесь: $F_{y1} \frac{L}{2}$ - момент силы упругости левой пружинки относительно точки A , $mg \left(\frac{L}{2} - d \right)$

- момент силы тяжести груза относительно точки A , $F_{y2} \frac{L}{2}$ - момент силы упругости правой пружинки относительно точки A .

Кроме того, по условию стержень расположен горизонтально (растяжения пружин равно) и жёсткость левой пружины в 2 раза меньше правой $F_{y1} = kx$ - сила упругости левой пружины, $F_{y2} = 2kx$ - сила упругости правой пружины, где k - жёсткость левой пружины, x - удлинение пружины. Тогда правило моментов запишется в виде:

$$kx \frac{L}{2} + mg \left(\frac{L}{2} - d \right) = 2kx \frac{L}{2} \Rightarrow kx = \frac{mg(L - 2d)}{L}.$$

Также по правилу моментов относительно точки B

$$kxL = Mg \frac{L}{2} + mgd$$

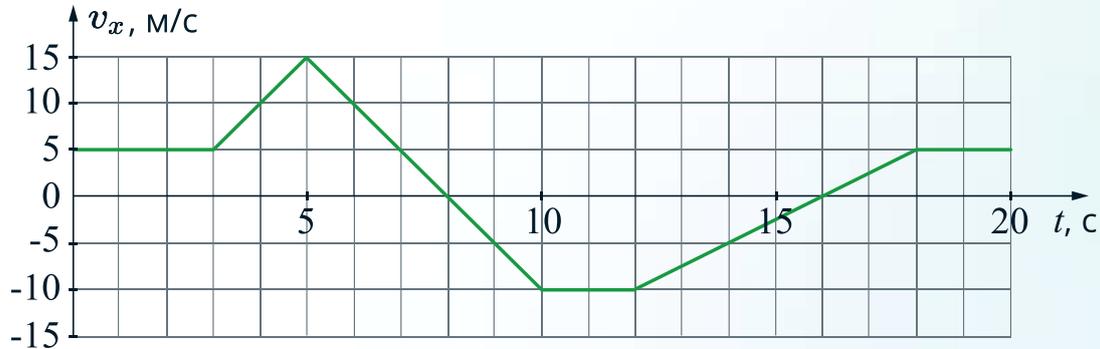
Здесь: kxL - силы упругости левой пружинки относительно точки B , $Mg \frac{L}{2}$ - момент силы тяжести стержня относительно точки B , mgd - момент силы тяжести груза относительно точки B .

Тогда

$$2mg(L - 2d) = MgL + 2mgd \Rightarrow M = \frac{2(kxL - mgd)}{gL} = 3 \text{ кг}$$

Вариант №9

Задача 1 На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени t .



Определите путь тела за первые 5 секунд движения.

Решение

Путь можно найти как площадь под графиком.

Путь будет складываться из двух слагаемых. Первое – от 0 до 3 с

$$S_1 = v(0) \cdot \tau_1 = 5 \cdot 3 \text{ с} = 15 \text{ м}$$

Второе – от 3 с до 5 с

$$S_2 = \frac{v(3) + v(5)}{2} \tau_2 = \frac{5 + 15}{2} 2 \text{ с} = 20 \text{ м}$$

В сумме 35 м

Задача 2 Два маленьких шарика массой m каждый находятся на расстоянии r друг от друга и притягиваются друг к другу с силой 32 нН. Каков модуль сил гравитационного притяжения друг к другу двух других шариков, если масса каждого из них равна $\frac{m}{2}$, а расстояние между ними равно $2r$?

Решение

Сила взаимодействия шариков:

$$F = G \frac{m \cdot m}{r^2}$$

Во втором случае:

$$F = G \frac{\frac{m}{2} \cdot \frac{m}{2}}{4r^2} = G \frac{m^2}{16r^2}$$

То есть в 16 раз меньше. Значит 2 нН.

Задача 3 Тело массой 1 кг, брошенное вертикально вверх, достигло максимальной высоты 20 м. Какой кинетической энергией обладало тело сразу после броска? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Решение

В момент когда тело достигает наивысшей точки траектории скорость тела равна нулю, тогда из закона сохранения энергии

$$E_k = mgh = 1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 20 \text{ м} = 200 \text{ Дж}$$

Задача 4 Человек услышал звук грома через 8 с после вспышки молнии. Считая, что скорость звука в воздухе равна 340 м/с, определите, на каком расстоянии от человека ударила молния.

Решение

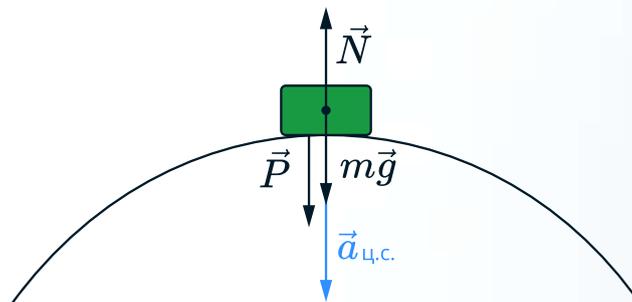
Звук со скоростью 340 м/с прошел расстояние от дерева до наблюдателя:

$$S = vt = 340 \text{ м/с} \cdot 8 \text{ с} = 2720 \text{ м}$$

Задача 5 Автомобиль массой 2 т проезжает верхнюю точку выпуклого моста, двигаясь с постоянной по модулю скоростью 36 км/ч. Радиус кривизны моста равен 40 м. Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, характеризующих движение автомобиля по мосту.

1. Равнодействующая сил, действующих на автомобиль в верхней точке моста, сонаправлена с его скоростью.
2. Сила, с которой мост действует на автомобиль в верхней точке моста, меньше 20 000 Н и направлена вертикально вниз.
3. В верхней точке моста автомобиль действует на мост с силой, равной 15 000 Н.
4. Центробежное ускорение автомобиля в верхней точке моста равно $2,5 \text{ м/с}^2$.
5. Ускорение автомобиля в верхней точке моста направлено противоположно его скорости.

Решение



1) Неверно

Скорость автомобиля при движении по окружности направлена по касательной (в данном случае - горизонтально).

В верхней точке моста на автомобиль действует сила тяжести mg и сила реакции опоры N , направленная вертикально вверх. Результирующая сила равна сумме этих сил и направлена вертикально вниз.

2) Неверно

Второй закон Ньютона:

$$mg - N = ma,$$

$$N = m(g - a) = m\left(g - \frac{v^2}{R}\right) = 2000 \cdot \left(10 - \frac{100}{40}\right) = 15000 \text{ Н.}$$

Сила, с которой мост действует на автомобиль — это сила реакции опоры N , она направлена вертикально вверх.

3) Верно

Да, см. пункт 2.

4) Верно

Центростремительное ускорение:

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{100}{40} = 2,5 \text{ м/с}^2.$$

5) Неверно

Нет, см. пункт 1.

Задача 6 В школьном опыте брусок, помещённый на горизонтальный диск, вращается вместе с ним с некоторой угловой скоростью. В ходе опыта угловую скорость диска увеличили. При этом положение бруска на диске осталось прежним. Как изменились при этом центростремительное ускорение бруска и сила нормального давления бруска на опору? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась

2) уменьшилась

3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Центростремительное ускорение бруска	Сила нормального давления бруска на опору

Решение

Центростремительное ускорение равно:

$$a = \omega^2 R,$$

где ω – угловая скорость, R – радиус вращения.

Запишем второй закон Ньютона

$$m\vec{a} = \vec{N} + m\vec{g} + F_{\text{т.р}}\vec{e}_p$$

Здесь m – масса бруска, N – сила реакции опоры (направлена перпендикулярно поверхности диска), a – центростремительное ускорение, $F_{\text{т.р}}$ – сила трения.

Спроецируем на вертикальную ось:

$$N = mg$$

при этом сила реакции опоры равна силе нормального давления (по третьему закону Ньютона). Значит, величина постоянная.

Задача 7 В сосуде содержится разреженный гелий под давлением 300 кПа. Концентрацию гелия увеличили в 2 раза, а среднюю кинетическую энергию поступательного теплового движения его молекул уменьшили в 3 раза. Определите установившееся давление газа.

Решение

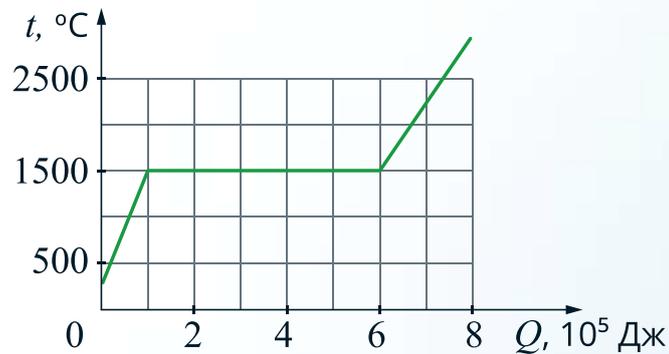
Давление связано с концентрацией молекул и средней кинетической энергией формулой:

$$p = \frac{2}{3}nE_k$$

При увеличении концентрации молекул в 2 раза и уменьшении кинетической энергии в 3 раз давление уменьшится в $3/2$ раза, следовательно, давление станет равно:

$$p_1 = \frac{p_0 \cdot 2}{3} = \frac{300 \text{ кПа} \cdot 2}{3} = 200 \text{ кПа}$$

Задача 8 Брусок из неизвестного металла массой 2 кг поместили в печь и стали его нагревать. На рисунке приведён график зависимости температуры металла t от переданного ему количества теплоты Q . Чему равна удельная теплота плавления металла?

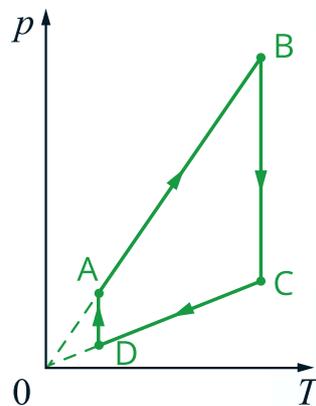


Решение

Плавление – горизонтальный участок графика. При плавлении получено 500000 Дж, откуда удельная теплота плавления:

$$\lambda = \frac{Q}{m} = \frac{500 \text{ кДж}}{2 \text{ кг}} = 250 \text{ кДж/кг}$$

Задача 9 На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах $p - T$, где p – давление газа, T – абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.



Из приведённого ниже списка выберите **все** правильные утверждения, характеризующие процессы на графике.

1. Газ за цикл совершает отрицательную работу.
2. В процессе AB газ получает положительное количество теплоты.
3. В процессе BC внутренняя энергия газа остаётся неизменной.
4. В процессе CD над газом совершают работу внешние силы.
5. В процессе DA газ изотермически расширяется.

Решение

1) Неверно

Процессы AB и CD являются изохорными, работа на этих участках не совершается. Процесс BC – изотермическое расширение, процесс DA – изотермическое сжатие. Поскольку расширение идёт при большей температуре, а границы изменения объёма в этих процессах одинаковы, то совершаемая газом работа в процессе BC больше, чем совершаемая над газом работа в процессе DA . Таким образом, газ за цикл совершает положительную работу.

2) Верно

В процессе AB температура газа и его внутренняя энергия увеличиваются, работу газ не совершает, значит, он получает положительное количество теплоты.

3) Верно

В процессе BC температура и внутренняя энергия газа не изменяются.

4) Неверно

В процессе CD работа не совершается.

5) Неверно

В процессе DA газ изотермически сжимается.

Задача 10 При исследовании изопроцессов использовался закрытый сосуд переменного объёма, заполненный разреженным криптоном и соединённый с манометром. Объём сосуда медленно уменьшают, сохраняя температуру криптона в нём неизменной. Как изменяются при этом давление криптона в сосуде и его внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличится
2. уменьшится
3. не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление криптона в сосуде	Внутренняя энергия криптона в сосуде

Решение

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT,$$

где p – давление газа, V – объём газа, ν – количество газа, T – температура газа.

Отсюда

$$\frac{pV}{T} = \nu R = \text{const}$$

так как по условию температура неизменна, а объём уменьшается, то давление газа увеличивается.

Внутренняя энергия газа

$$U = \frac{3}{2}RT.$$

Так как по условию температура не изменяется, то внутренняя энергия также постоянна.

Задача 11 Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами увеличили в 2 раза, при этом один из зарядов увеличили в 6 раз. Во сколько раз увеличился модуль сил электростатического взаимодействия между зарядами?

Решение

Сила Кулона равна:

$$F = \frac{k \cdot |q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$$

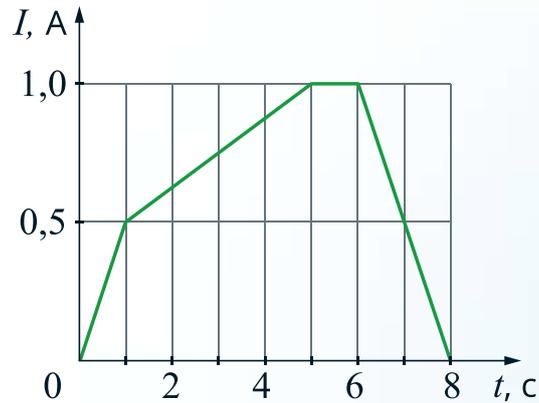
где k — коэффициент пропорциональности, q_1 и q_2 — заряды, r — расстояние между зарядами.

$$F_1 = \frac{k \cdot |q_1| \cdot |q_1|}{r_1^2}$$

$$F_2 = \frac{k \cdot |6q_1| \cdot |q_1|}{4r_1^2}$$

$$\frac{F_2}{F_1} = 1,5$$

Задача 12 На рисунке приведён график зависимости силы тока I в катушке от времени t . Индуктивность катушки равна $0,8$ Гн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в промежутке времени от 1 до 5 с.



Решение

Модуль ЭДС самоиндукции равен

$$|\mathcal{E}_i| = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right|, \quad (1)$$

где $\Delta \Phi$ – изменение магнитного потока за время Δt .

Изменение магнитного потока равен:

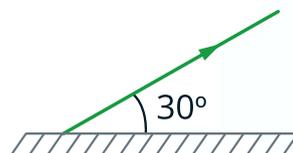
$$\Delta \Phi = L \Delta I, \quad (2)$$

где L – индуктивность катушки, ΔI – изменение силы тока, текущего через проводник.

Объединим (1) и (2)

$$\mathcal{E}_i = \frac{L \Delta I}{\Delta t} = \frac{0,8 \text{ Гн} \cdot 0,5 \text{ А}}{4 \text{ с}} = 0,1 \text{ В}$$

Задача 13 Угол между зеркалом и отражённым от него лучом равен 30° (см. рисунок). Определите угол падения.



Решение

Угол падения равен углу отражения. значит, угол падения равен

$$\alpha = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$$

Задача 14 В колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд в зависимости от времени.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9} \text{ Кл}$	2	1,41	0	-1,41	-2	-1,41	0	1,41	2	1,41

Выберите **все** верные утверждения о данной ситуации и укажите их номера.

1. В момент $t = 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ модуль силы тока в контуре максимален.
2. Амплитуда колебаний заряда обкладки равна $4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$.
3. Период колебаний равен $16 \cdot 10^{-6} \text{ с}$.
4. В момент $t = 4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ сила тока в контуре равна 0.
5. В момент $t = 6 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ энергия конденсатора максимальна.

Решение

1) **Верно**

Из закона сохранения энергии в колебательном контуре:

$$\frac{LI(t)^2}{2} + \frac{q(t)^2}{2C} = \text{const},$$

где L – индуктивность катушки, $I(t)$ – сила тока, $q(t)$ – заряд на конденсаторе, C – ёмкость конденсатора.

Так как в момент $t = 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ заряд равен нулю, то сила тока максимальна.

2) **Неверно**

Нет, по таблице амплитуда равна $2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$

3) **Неверно**

Период колебаний это время, между двумя последовательными одинаковыми величинами заряда. Возьмем $q = 2 \text{ нКл}$ в первый раз он был при $t = 0 \text{ мкс}$, а второй раз при $t = 8 \text{ мкс}$, а значит период равен 8 мкс , то есть $8 \cdot 10^{-6} \text{ с}$.

4) **Верно**

Из закона сохранения энергии в колебательном контуре:

$$\frac{LI(t)^2}{2} + \frac{q(t)^2}{2C} = \text{const},$$

где L – индуктивность катушки, $I(t)$ – сила тока, $q(t)$ – заряд на конденсаторе, C – ёмкость конденсатора.

Так как в момент $t = 4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ заряд равен по модулю максимален, то сила тока равна нулю.

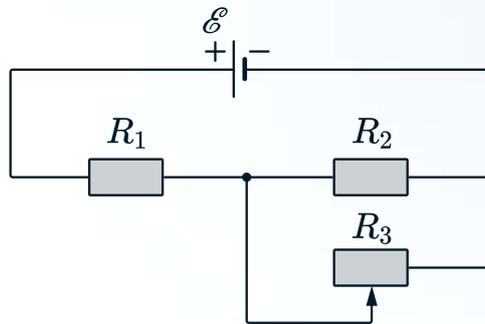
5) Неверно

Энергия конденсатора

$$W = \frac{q(t)^2}{2C}$$

Так как в момент $t = 6 \cdot 10^{-6}$ с равен нулю, то энергия равна нулю.

Задача 15 На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник тока с ЭДС \mathcal{E} , два резистора и реостат. Сопротивления резисторов R_1 и R_2 одинаковы и равны R . Сопротивление реостата R_3 можно менять. Как изменятся напряжение на резисторе R_2 и суммарная тепловая мощность, выделяемая во внешней цепи, если уменьшить сопротивление реостата от R до 0? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Напряжение на резисторе R_2	Суммарная тепловая мощность, выделяемая во внешней цепи

Решение

Так как ток течет по пути наименьшего сопротивления, то при уменьшении R_3 до нуля, ток через R_2 не потечет, то напряжение на резисторе R_2 будет равно нулю.

Суммарная тепловая мощность в цепи была равна

$$P = \frac{\mathcal{E}^2}{R_1 + R_0}$$

где R_0 – сопротивление участка цепи с параллельно соединенными резисторами R_2 и R_3 . После того, как $R_3 = 0$, остается только сопротивление R_1 (так как через R_2 ток уже

не потечет) и выделяемая мощность, равна

$$P_1 = \frac{\mathcal{E}^2}{R_1}$$

то есть, она увеличится.

Задача 16 На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	Li 3 литий 7 ₉₃ 6 ₇	Be 4 бериллий 9 ₁₀₀	5 B бор 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na 11 натрий 23 ₁₀₀	Mg 12 магний 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	13 Al алюминий 27 ₁₀₀
4	IV	K 19 калий 39 ₉₃ 41 _{6,7}	Ca 20 кальций 40 ₉₇ 44 _{2,1}	Sc 21 скандий 45 ₁₀₀
	V	29 Cu медь 63 ₆₉ 65 ₃₁	30 Zn цинк 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31 Ga галлий 69 ₆₀ 71 ₄₀

Укажите число протонов в ядре стабильного изотопа бериллия.

Решение В изотопе бериллия 4 протона.

Задача 17 При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только фиолетовый свет, а во второй – пропускающий только красный свет. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта.

Как изменились длина волны света, падающего на фотоэлемент, и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Длина волны света, падающего на фотоэлемент	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

Решение

Без светофильтра на фотоэлемент падает свет, который имеет широкий спектр частот. За счёт светофильтра выделяется определенная частота. Значит на фотоэлемент будет падать именно тот цвет(частота), который имеет светофильтр.

Длина волны красного цвета больше, чем длина волны фиолетового цвета (можно запомнить, что в последовательности цветов радуги длина волны уменьшается.)

Запишем уравнение Эйнштейна:

$$E_{\phi} = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}},$$

Энергию фотона найдем по формуле $E_{\phi} = \frac{hc}{\lambda}$

Так как длина волны увеличилась, то энергия фотона уменьшилась, значит, уменьшилась максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов.

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. Работа силы тяжести по перемещению тела между двумя заданными точками зависит от соединяющей их траектории.
2. В ходе процесса кипения жидкости её температура не меняется, а внутренняя энергия системы «жидкость и её пар» уменьшается.
3. Модуль сил взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел в вакууме прямо пропорционален модулю каждого из зарядов.
4. Энергия магнитного поля катушки индуктивностью L увеличивается прямо пропорционально увеличению силы тока в катушке.
5. Атом излучает свет при переходе из стационарного состояния с большей энергией в стационарное состояние с меньшей энергией.

Решение

1) **Неверно**

Работа силы тяжести не зависит от формы траектории.

2) **Неверно**

Во время кипения жидкости ее температура остается неизменной. Однако внутренняя энергия системы, включающей жидкость и ее пар, увеличивается, так как система получает тепло от нагревателя.

3) **Верно**

Согласно закону Кулона, модуль силы взаимодействия между двумя неподвижными точечными зарядами прямо пропорционален модулям каждого из зарядов.

4) **Неверно**

Энергия магнитного поля катушки с током зависит от силы тока через нее, при этом зависимость является квадратичной.

5) Верно

Когда атом переходит из стационарного состояния с большей энергией в состояние с меньшей энергией, происходит излучение, что соответствует второму постулату Бора.

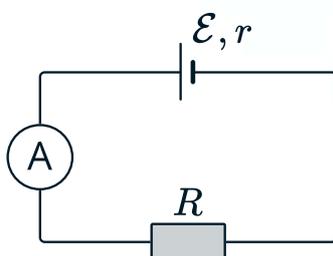
Задача 19 Чтобы узнать диаметр медной проволоки, ученик намотал её виток к витку на карандаш и измерил длину намотки из 20 витков. Длина оказалась равной (15 ± 1) мм. Запишите в ответ диаметр проволоки с учётом погрешности измерений.

Решение

Погрешность измерения длины намотки провода на карандаше делится поровну между погрешностями диаметров провода на каждом отдельном витке, поскольку относительная погрешность для всей намотки и для одного витка совпадают. Таким образом, диаметр провода равен

$$\frac{15}{20} \pm \frac{1}{20} = 0,75 \pm 0,05 \text{ мм}$$

Задача 20 Ученик изучает законы постоянного тока. В его распоряжении имеется пять аналогичных электрических цепей (см. рисунок) с различными источниками и внешними сопротивлениями, характеристики которых указаны в таблице. Какие две цепи необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость силы тока, протекающего в цепи, от внутреннего сопротивления источника?



№ цепи	ЭДС источника E , В	Внутреннее сопротивление источника r , Ом	Внешнее сопротивление R , Ом
1	12	2	10
2	14	4	14
3	16	3	10
4	24	2	12
5	24	4	12

Решение

Нужно взять все величины одинаковыми, кроме внутреннего сопротивления, то есть установки 4 и 5.

Задача 21 На рис. 1 приведена зависимость концентрации n идеального одноатомного газа от его давления p в процессе 1-2-3. Количество вещества газа постоянно. Постройте график этого процесса в координатах $p - V$ (V – объём газа). Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на рис. 2. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики.

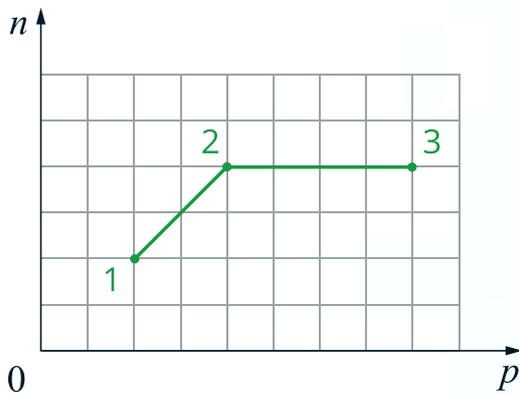


Рис. 1

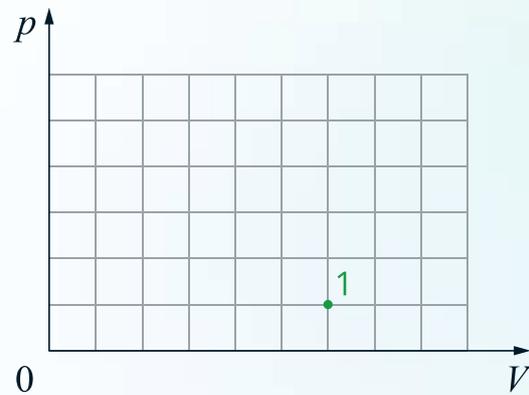


Рис. 2

Решение

Давление газа можно найти по формуле:

$$p = nkT \quad (1)$$

где n — концентрация вещества, k — постоянная Больцмана, T — температура газа. Концентрация равна:

$$n = \frac{N}{V} \quad (2)$$

где N – количество молекул газа, V – объём газа.

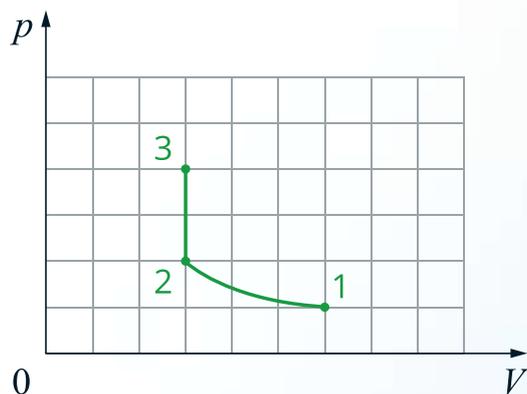
Проанализируем процессы.

Процесс 1-2: из графика $n = \alpha p$, где α – некоторый коэффициент. Тогда из (1)

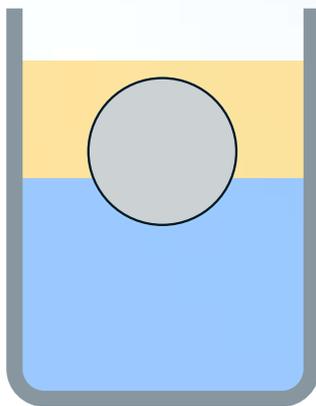
$$p = \alpha p k T \Rightarrow T = const,$$

так как количества вещества в процессе не изменялось, то процесс изотермический. По закону Бойля-Мариотта: $pV = const$. По графику концентрация увеличивается в 2 раза, значит, из (2) объём уменьшается в 2 раза, следовательно, из закону Бойля-Мариотта давление увеличивается в 2 раза. В координатах $p - V$ график является гиперболой.

Процесс 2-3: На участке 2-3 концентрация остаётся постоянной, что означает неизменность объёма газа при $N = const$. Этот процесс является изохорным нагреванием, в ходе которого давление увеличивается в 2 раза. В координатах $p - V$ график отображается как вертикальный отрезок прямой.



Задача 22 В стакан налита вода, а поверх неё – керосин. Однородный шар плавает, погружённый в обе жидкости. При этом четверть объёма шара находится в воде. Найдите плотность материала шара.



Решение

Шарик и жидкости неподвижны в ИСО, связанной с Землёй. В этом случае, как следует из второго закона Ньютона, сила Архимеда, действующая на шарик, уравнивает действующую на него силу тяжести:

$$\rho_1 V_1 g + \rho_2 V_2 g = \rho (V_1 + V_2) g,$$

здесь ρ_1 и ρ_2 – плотности керосина и воды соответственно, V_1 и V_2 – соответственно объёмы шарика, находящиеся выше и ниже границы раздела. Отсюда:

$$\rho_1 \frac{V_1}{V_1 + V_2} + \rho_2 \frac{V_2}{V_1 + V_2} = \rho. \quad (1)$$

Доли объёма шарика, находящиеся выше и ниже границы раздела жидкостей, связаны соотношением

$$\frac{V_1}{V_1 + V_2} + \frac{V_2}{V_1 + V_2} = 1. \quad (2)$$

Решая систему уравнений (1)–(2), получаем:

$$\frac{V_1}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_2 - \rho}{\rho_2 - \rho_1}$$

По условию задачи $\frac{V_1}{V_1 + V_2} = \frac{3}{4}$, так что $\frac{\rho_2 - \rho}{\rho_2 - \rho_1} = \frac{3}{4}$, откуда

$$\rho = \frac{3\rho_1 + \rho_2}{4} = \frac{3 \cdot 800 \text{ кг/м}^3 + 1000 \text{ кг/м}^3}{4} = 850 \text{ кг/м}^3$$

Задача 23 Тонкая линза, оптическая сила которой равна 4 дптр, даёт действительное, увеличенное в 5 раз изображение предмета. На каком расстоянии от линзы находится предмет? Постройте изображение предмета в линзе.

Решение

Формула тонкой линзы:

$$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

где F – фокусное расстояние,

d – расстояние от предмета до линзы

f – расстояние от изображения до линзы

Увеличение :

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} = k = 5,$$

где H – высота изображения, h – высота предмета.

Тогда

$$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{kd} \Rightarrow d = \frac{1+k}{kD} = \frac{1+5}{5 \cdot 4 \text{ дптр}} = 30 \text{ см}$$

Задача 24 В комнате при 20°C относительная влажность воздуха составляет 40%. При умеренной физической нагрузке через лёгкие человека проходит 15 л воздуха за 1 мин. Выдыхаемый воздух имеет температуру 34°C и относительную влажность 100%. Давление насыщенного водяного пара при 20°C равно 2,34 кПа, а при 34°C – 5,32 кПа. Какую массу воды теряет тело человека за 1 ч за счёт дыхания? Считать, что объём выдыхаемого воздуха равен объёму, который проходит через лёгкие человека. Влажность воздуха в комнате считать неизменной.

Решение

Относительная влажность равна:

$$f = \frac{p}{p_{\text{н}}} \cdot 100\%,$$

где p – давление газа.

Тогда для вдыхаемого и выдыхаемого воздуха давление равно

$$p_1 = 0,4p_{\text{н}1},$$

$$p_2 = p_{\text{н}2},$$

где $p_{\text{н}1} = 2,34$ кПа – давление насыщенного водяного пара при 20°C , $p_{\text{н}2} = 5,32$ кПа – давление насыщенного водяного пара при 34°C .

По уравнению Клапейрона- Менделеева:

$$pV = \nu RT = \frac{m}{M}RT,$$

где ν – количество вещества, m – масса газа, T – температура в Кельвинах.

Выразим массу водяных паров

$$m = \frac{pVM}{RT}$$

Откуда изменение массы

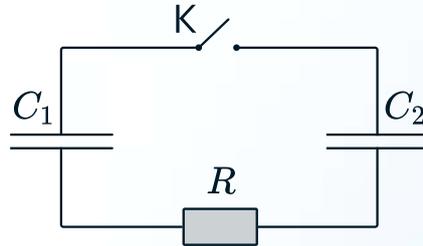
$$\Delta m = m_2 - m_1 = \frac{p_2VM}{RT_2} - \frac{p_1VM}{RT_1}$$

Через лёгкие за 1 минуту проходит 15 л, значит, за час проходит 900 л ($V = 0,9 \text{ м}^3$). Тогда

$$\Delta m = \frac{VM}{R} \left(\frac{p_{\text{н}2}}{T_2} - 0,4 \frac{p_{\text{н}1}}{T_1} \right)$$

$$\Delta m = \frac{0,9 \text{ м}^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}}{8,31 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}} \left(\frac{5320 \text{ Па}}{(34 + 273) \text{ К}} - 0,4 \frac{2340 \text{ Па}}{(20 + 273) \text{ К}} \right) \approx 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

Задача 25 Конденсатор $C_1 = 1$ мкФ заряжен до напряжения $U = 300$ В и включён в последовательную цепь из резистора $R = 300$ Ом, незаряженного конденсатора $C_2 = 2$ мкФ и разомкнутого ключа К (см. рисунок). Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа, пока ток в цепи не прекратится?



Решение

Пусть $C_1 = C$, $C_2 = 2C$.

Количество теплоты будет равно

$$Q = W_1 - W_2, \quad (1)$$

где W_1 – начальное количество энергии, W_2 – конечное количество энергии в цепи. Вначале у нас будет энергия только на конденсаторе C , она равна

$$W_1 = \frac{CU_0^2}{2} \quad (2)$$

, а заряд на нем

$$q_0 = CU_0$$

В конце будут заряжены два конденсатора, причем их напряжение будет одинаково.

$$W_2 = \frac{CU^2}{2} + \frac{2CU^2}{2} = \frac{3CU^2}{2} \quad (3)$$

Аналогично формуле (2) заряды в конце на этих двух конденсаторах равны

$$q_c = CU \quad q_{2c} = 2CU$$

Кроме того, у нас в цепи сохраняется заряд, а это значит, что

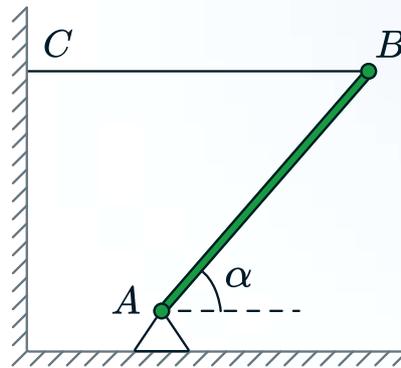
$$CU_0 = CU + 2CU \Rightarrow U = \frac{U_0}{3} \quad (4)$$

Объединяя (1), (2), (3) и (4), получим

$$Q = \frac{CU_0^2}{2} - \frac{3CU_0^2}{18} = \frac{CU_0^2}{3} = \frac{1 \cdot 10^{-6} \Phi \cdot 9000 \text{ В}^2}{3} = 30 \text{ мДж}$$

Задача 26 Тонкий однородный стержень шарнирно закреплён и удерживается горизонтальной нитью (см. рис.). Трение в шарнире пренебрежимо мало. Масса стержня $m = 1$ кг, угол его наклона к горизонту $\alpha = 45^\circ$. Найдите модуль силы \vec{F} , действующей на стержень со стороны шарнира. Сделайте рисунок, на котором укажите все силы, действующие на стержень.

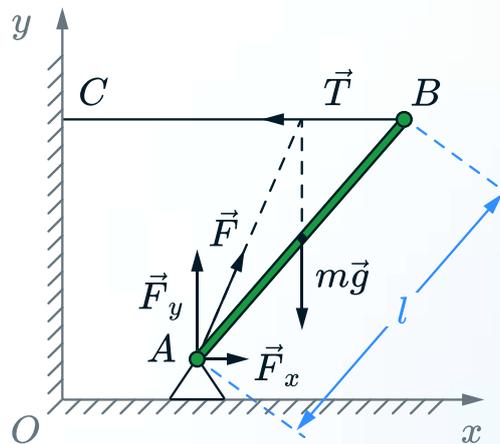
Какие законы Вы используете для решения задачи? Обоснуйте их применение.



Обоснование

1. Введем инерциальную систему отсчета (ИСО) связанную с Землей.
2. Доску будем описывать моделью абсолютно твердого тела - его форма и размеры неизменны, расстояние между любыми двумя точками остаются неизменным. Так как стержень однородный, то его центр тяжести находится посередине.
3. Движение абсолютно твердого тела можно описать совокупностью движений - поступательного и вращательного. Поэтому для равновесия твердого тела в ИСО необходимо два условия. Одно для поступательного движения, другое - для вращательного движения.
4. Сумма всех приложенных к твёрдому телу внешних сил равна нулю (условие равновесия твёрдого тела относительно поступательного движения). Также применимо правило моментов (условие равновесия твёрдого тела относительно вращательного движения).

Решение



Момент силы можно найти по формуле: $M = Fl$, где F - сила, а l - её плечо до рассматриваемой оси вращения.

Стержень находится в равновесии под действием сил, изображенных на рисунке, где $m\vec{g}$ - сила тяжести, \vec{T} - сила натяжения нити, \vec{F}_x и \vec{F}_y - составляющие силы реакции шарнира вдоль горизонтальной и вертикальной осей, соответственно. Запишем второй закон Ньютона:

$$\vec{F} + m\vec{g} + \vec{T} = m\vec{a},$$

так как стержень покоится, то ускорение a равно нулю. Спроецируем второй закон Ньютона на оси X и y :

$$\begin{cases} F_x - T = 0 \\ F_y - mg = 0 \end{cases}$$

Так как

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2},$$

то

$$F = \sqrt{T^2 + (mg)^2}. \quad (1)$$

Запишем правило моментов сил относительно точки A :

$$mg \frac{l}{2} \cos \alpha = Tl \sin \alpha,$$

где l - длина стержня.

Отсюда

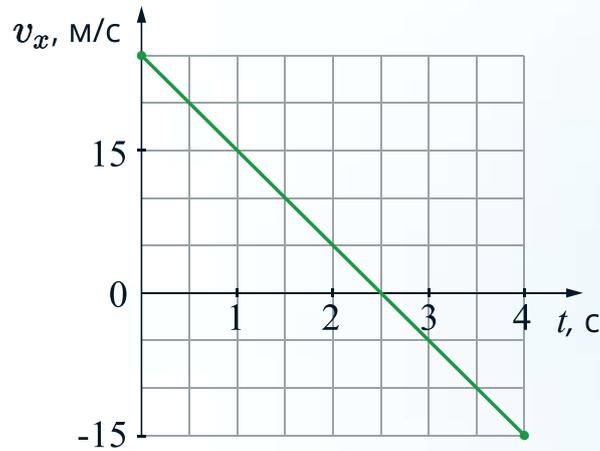
$$T = \frac{mg}{2} \operatorname{ctg} \alpha. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получаем ответ

$$F = mg\sqrt{1 + \frac{1}{4}\text{ctg}^2\alpha} = 1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}\sqrt{1 + \frac{1}{4} \cdot \text{ctg}45^\circ} \approx 11 \text{ Н}$$

Вариант №10

Задача 1 На графике приведена зависимость проекции скорости тела от времени при прямолинейном движении по оси x . Определите модуль ускорения тела.



Решение

Найдем проекцию ускорения тела по формуле:

$$a_x = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Найдем Δv :

$$\Delta v = v_{\text{к}} - v_{\text{н}}$$

Подставим исходные данные:

$$\Delta v = -15 \text{ м/с} - 25 \text{ м/с} = -40 \text{ м/с}$$

Найдем Δt :

$$\Delta t = t_{\text{к}} - t_{\text{н}}$$

Подставим исходные данные:

$$\Delta t = 4 \text{ с} - 0 \text{ с} = 4 \text{ с}$$

Подставим полученные данные в формулу проекции ускорения тела:

$$a_x = \frac{-40 \text{ м/с}}{4 \text{ с}} = -10 \text{ м/с}^2$$

У нас просят модуль, значит ответ 10 м/с^2 .

Задача 2 Стальные санки массой 15 кг скользят по горизонтальной дороге. Определите силу трения, действующую на санки, если коэффициент трения скольжения стали по льду

равен 0,04.

Решение

Сила трения в данном случае равна:

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg,$$

где μ – коэффициент трения, N – сила реакции опоры, m – масса санок.

Тогда

$$F_{\text{тр}} = 0,04 \cdot 15 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} = 6 \text{ Н}$$

Задача 3 Шарик массой 200 г падает с высоты 3 м. Начальная скорость шарика равна нулю. Его кинетическая энергия при падении на землю равна 4,8 Дж. Какова потеря энергии за счёт сопротивления воздуха?

Решение

По закону сохранения энергии с учетом потерь:

$$E_{\text{к}} = E_{\text{п}} - E_{\text{потерь}}$$

Отсюда:

$$E_{\text{потерь}} = mgh - E_{\text{к}}$$

$$E_{\text{потерь}} = mgh - E_{\text{к}} = 0,2 \cdot 10 \cdot 3 - 4,8 = 1,2 \text{ Дж}$$

Задача 4 Шар плотностью 3 г/см³ и объёмом 250 см³ целиком опущен в керосин. Определите архимедову силу, действующую на шар.

Решение

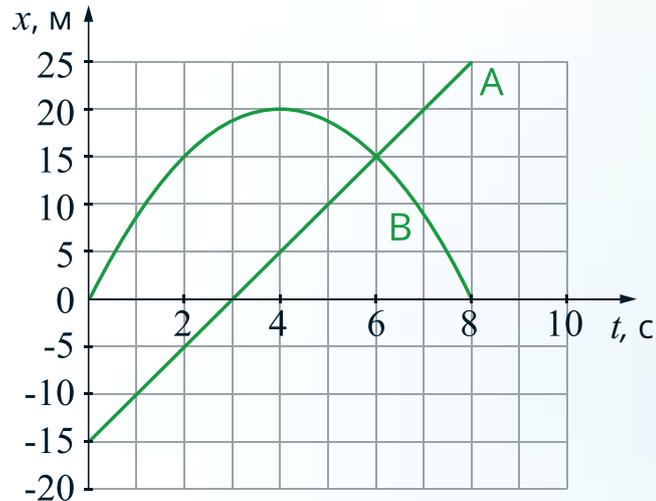
Архимедова сила:

$$F = \rho g V,$$

где ρ – плотность жидкости, V – объем погруженной части

$$F = 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 = 2 \text{ Н}$$

Задача 5 На рисунке изображены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В. Они движутся только по одной прямой, вдоль которой направлена ось Ox .



Соппротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия маятника отсчитывается от положения равновесия.

Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения о характере движения тел.

1. Тело А движется равномерно.
2. Тела встретились в момент времени $t = 6$ с.
3. За все время тело В переместилось на 40 м.
4. В момент времени $t = 4$ с ускорение тела В поменяло направление.
5. В момент времени $t = 4$ с скорость тела В равна 2 м/с.

Решение

1) **Верно**

График А – прямая, следовательно тело А движется равномерно, без ускорения.

2) **Верно**

В этот момент графики пересекаются, значит тела имеют одинаковые координаты и находятся в одной точке, следовательно тела встречаются. Утверждение 2 – Верно.

3) **Неверно**

За все время тело В переместилось на 0 м, т. к. начальная координата равна конечной, поэтому тело не переместилось.

4) **Неверно**

График В – парабола, следовательно тело В имеет постоянное ускорение, которое не меняет своё направление.

5) **Неверно**

Скорость – это производная пути. Производная в вершине этой параболы равна 0, следовательно скорость в этот момент также равна 0.

Задача 6 На поверхности воды плавает прямоугольный брусок из древесины плотностью 600 кг/м^3 . Брусок заменили на другой брусок той же массы и с той же площадью основания, но из древесины плотностью 400 кг/м^3 . Как при этом изменились глубина погружения бруска и действующая на него сила Архимеда?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличилась;
2. уменьшилась;
3. не изменилась.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Глубина погружения бруска	Сила Архимеда

Решение

Брусок покоится, значит, по условию равновесия тел, векторная сумма сил, действующих на брусок, равна нулю.

$$\vec{F}_{\text{выт}} + m \cdot \vec{g} = 0 \Rightarrow F_{\text{выт}} = m \cdot g$$

Силу выталкивания можно найти по формуле

$$F_{\text{выт}} = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V_{\text{т}},$$

где $\rho_{\text{ж}}$ — плотность жидкости, g — ускорение свободного падения, $V_{\text{т}}$ — объём погружённой части тела.

Подставим $F_{\text{выт}}$ в предыдущую формулу и получим

$$\rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V_{\text{т}} = m \cdot g \Rightarrow \rho_{\text{ж}} \cdot V_{\text{т}} = m \Rightarrow V_{\text{т}} = \frac{m}{\rho_{\text{ж}}}$$

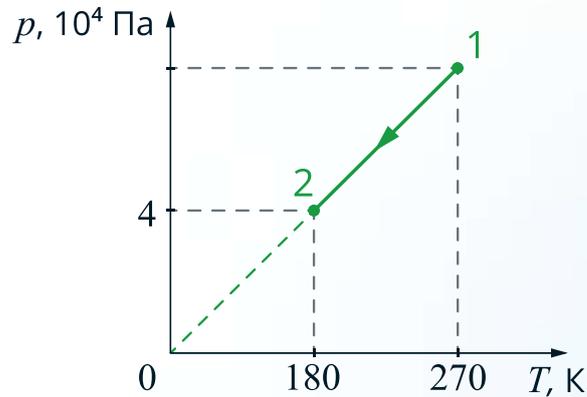
Значит, глубина погружения не изменяется.

Сила Архимеда равна

$$F_{\text{выт}} = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V_{\text{т}},$$

то есть она тоже не изменяется.

Задача 7 На рисунке изображён график изменения состояния идеального газа в количестве 9 моль. Какое давление соответствует состоянию 1?



Решение

Так как прямая 1-2 в осях p/T проходит через начало координат, то на рисунке изображена изохора ($V = const$). По закону Шарля:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow p_1 = \frac{T_1 \cdot p_2}{T_2}$$

$$p_1 = \frac{270 \text{ К} \cdot 4 \cdot 10^4 \text{ Па}}{180 \text{ К}} = 6 \cdot 10^4 \text{ Па} = 60 \text{ кПа}$$

Задача 8 Газ получил количество теплоты, равное 300 Дж, при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Масса газа не менялась. Какую работу совершил газ в этом процессе?

Решение

По первому началу термодинамики:

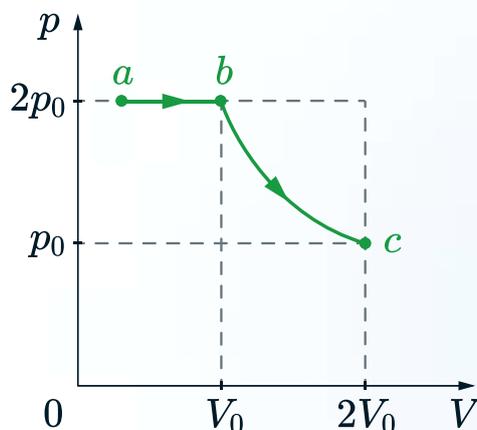
$$Q = \Delta U + A,$$

где Q – количество теплоты, полученное газом, ΔU – изменение внутренней энергии, A – работа газа.

Тогда газ совершил в этом процессе работу, равную:

$$A = Q - \Delta U = 300 \text{ Дж} - (-100 \text{ Дж}) = 400 \text{ Дж}$$

Задача 9 В цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится водяной пар и капля воды. С паром в сосуде при постоянной температуре провели процесс $a \rightarrow b \rightarrow c$, pV -диаграмма которого представлена на рисунке. Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения относительно проведённого процесса.



Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения по поводу этой ситуации.

1. На участке $b \rightarrow c$ масса пара уменьшается.
2. На участке $a \rightarrow b$ к веществу в сосуде подводится положительное количество теплоты.
3. В точке c водяной пар является насыщенным.
4. На участке $a \rightarrow b$ внутренняя энергия капли уменьшается.
5. На участке $b \rightarrow c$ внутренняя энергия пара уменьшается.

Решение

1) **Неверно**

Пар в точке b перестает быть насыщенным (до этого происходило испарение) и масса пара перестает изменяться

2) **Верно**

При переходе из жидкого в газообразное состояние внутренняя энергия вещества увеличивается, следовательно, первый закон термодинамики запишется в виде

$$Q = \Delta U (> 0) + p\Delta V$$

Объем увеличивается, значит подводится положительное количество теплоты

3) **Неверно**

Из пункта 1) утверждение неверно

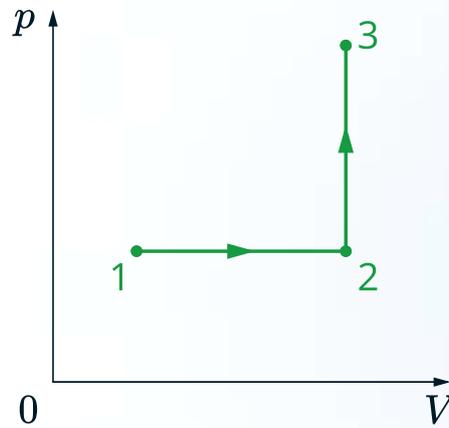
4) **Верно**

Масса капель уменьшается, следовательно, их внутренняя энергия тоже уменьшается

5) **Неверно**

Масса пара и температура постоянны, следовательно и внутренняя энергия постоянна

Задача 10 Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1-2-3, график которого изображён на рисунке в координатах p - V , где p – давление газа, V – объём газа. Как изменяются абсолютная температура газа T в ходе процесса 2-3 и концентрация молекул газа n в ходе процесса 2-3? Масса газа остаётся постоянной.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличится;
2. уменьшится;
3. не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Абсолютная температура газа в ходе процесса 2-3	Концентрация молекул газа в ходе процесса 2-3

Решение

В процессе 2-3 объём постоянен, тогда по закону Шарля:

$$\frac{p}{T} = const,$$

так как давление увеличивается, то увеличивается и температура.

В процессе 2-3 объём постоянен. Концентрация равна:

$$n = \frac{N}{V},$$

так как количество молекул N не изменяется (масса газа постоянна), то и концентрация газа также не изменяется.

Задача 11 Два одинаковых металлических шарика заряжены положительными зарядами q и $4q$. Центры шариков находятся на некотором расстоянии друг от друга. Шарики привели в соприкосновение. Во сколько раз необходимо увеличить расстояние между их центрами, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

Решение

Сила Кулона в первом случае равна:

$$F_1 = \frac{k \cdot |q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$$

где k — коэффициент пропорциональности, q_1 и q_2 — заряды, r — расстояние между зарядами.

При соприкосновении заряд распределится между шарами и станет равным:

$$q' = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{q + 4q}{2} = 2,5q$$

Тогда для второго случая сила Кулона равна:

$$F_2 = \frac{k \cdot (q')^2}{(R^2)}$$

где R — искомая величина.

Так как $F_1 = F_2$, то

$$\frac{4q^2}{r^2} = \frac{6,25q^2}{R^2} \Rightarrow R = 1,25r$$

То есть расстояние надо увеличить в 1,25 раз.

Задача 12 При скорости v_1 поступательного движения прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле на концах проводника возникает разность потенциалов U . При движении этого проводника в том же направлении в той же плоскости со скоростью v_2 разность потенциалов на концах проводника уменьшилась в 4 раза. Чему равно отношение $\frac{v_2}{v_1}$?

Решение

ЭДС индукции равна разности потенциалов и равна

$$\mathcal{E} = U = Bvl \cos \alpha,$$

где B — модуль индукции, v — скорость проводника, l — длина проводника, α — угол между вектором магнитной индукции и нормалью, проведенной к плоскости, образованной длиной проводника и вектором скорости.

Выразим скорость проводника:

$$v = \frac{U}{Bl \cos \alpha}$$

Искомое соотношение:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{U'}{U},$$

где U' – разность потенциалов при движении проводника со скоростью v_2 . Так как $U = 4U'$, то

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{U/4}{U} = \frac{1}{4} = 0,25$$

Задача 13 На шахматной доске на расстоянии пяти клеток от вертикального плоского зеркала стоит ладья. На сколько увеличится расстояние в клетках между ладьёй и её изображением, если её на три клетки отодвинуть от зеркала?

Решение

Расстояние от зеркала до предмета равно расстоянию от зеркала до изображения предмета. В первом случае расстояние от предмета до изображения равно $5+5=10$ клеток, во втором случае $8+8=16$ клеток, то есть расстояние увеличится на 6 клеток.

Задача 14 На длинный цилиндрический картонный каркас намотали много витков медной изолированной проволоки, после чего концы этой проволоки замкнули накоротко. К торцу получившейся катушки подносят постоянный магнит, приближая его южный полюс к катушке. Что будет происходить в результате этого? Выберите все верные утверждения.

1. На катушку будет действовать сила, отталкивающая её от магнита.
2. На катушку будет действовать сила, притягивающая её к магниту.
3. На катушку не будет действовать сила со стороны магнита.
4. Магнитный поток через сечение катушки будет изменяться.
5. В катушке будет выделяться теплота, согласно закону Джоуля–Ленца.

Решение

1) Верно

При перемещении магнита в катушке создается индукционный ток, который, согласно правилу Ленца, создает магнитное поле, препятствующее изменению магнитного потока, исходящего от магнита. Магнитные линии магнита исходят из северного полюса N и входят в южный, значит, при движении магнита к кольцу магнитный поток увеличивается, магнитные линии магнитной индукции B_i будут закручиваться в противоположную сторону, препятствуя увеличению потока. На магнит будет действовать сила Ампера таким образом, чтобы препятствовать изменению магнитного потока, то есть магнит начнет отталкиваться от катушки.

2) Неверно

См. пункт 1.

3) Неверно

См. пункт 1.

4) Верно

При перемещении магнита в катушке создается индукционный ток, который, согласно правилу Ленца, создает магнитное поле, препятствующее изменению магнитного потока, исходящего от магнита, то есть магнитный поток изменяется.

5) Верно

Так как в катушке протекает индукционный ток, то по закону Джоуля-Ленца в катушке выделяется некоторое количество теплоты.

Задача 15 Неразветвлённая электрическая цепь состоит из источника постоянного напряжения и резистора. Как изменятся при увеличении внутреннего сопротивления источника сила тока в цепи и напряжение на резисторе?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится

2) уменьшится

3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в цепи	Напряжение на резисторе

Решение

Сила тока в цепи по закону Ома для полной цепи:

$$I = \frac{\xi}{R + r},$$

где ξ – ЭДС источника, R – внешнее сопротивление, r – внутреннее сопротивление.

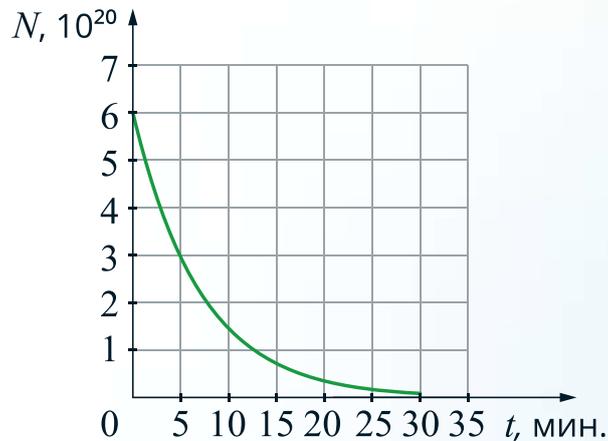
Если внешнее сопротивление увеличится, сила тока уменьшится.

Напряжение на резисторе найдем как:

$$U = IR$$

Сила тока уменьшается, значит напряжение на резисторе тоже уменьшается.

Задача 16 Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер иридия ${}_{77}^{181}\text{Ir}$ от времени. За какое время распадётся примерно 75% ядер иридия?



Решение

Период полураспада - время, за которое распадается половина начального числа радиоактивных атомов. Из графика видно, что число нераспавшихся ядер иридия уменьшается вдвое за 5 минут. А еще через 5 минут распадается половина от оставшейся половины. Значит за 10 мин распадется примерно 75% ядер иридия.

Задача 17 Монохроматический свет с энергией фотонов E_{ϕ} падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Напряжение, при котором фототок прекращается, равно $U_{\text{зап}}$. Как изменятся длина волны λ падающего света и модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$, если энергия падающих фотонов E_{ϕ} уменьшится?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны λ падающего света	Модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$

Решение

Энергия фотона

$$E_{\phi} = \frac{hc}{\lambda},$$

так как энергия уменьшается, то длина волны увеличивается.

Уравнение Эйнштейна (фотоэффект):

$$E_{\phi} = A_{\text{вых}} + E_k$$

Запирающее напряжение:

$$eU_{\text{зап}} = E_k = E_{\phi} - A_{\text{вых}}$$

Запирающее напряжение зависит от энергии фотона, поэтому при уменьшении энергии модуль запирающего напряжения уменьшается.

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. При соскальзывании шайбы по гладкой наклонной плоскости её импульс остаётся неизменным.
2. При кристаллизации вещества некоторое количество теплоты отдаётся в окружающую среду.
3. При соединении двух разноимённо заряженных металлических шаров проволокой перераспределение зарядов будет происходить до полного выравнивания потенциалов шаров.
4. Электромагнитные волны ультрафиолетового диапазона имеют большую длину волны, чем инфракрасное излучение.
5. В нейтральном атоме суммарное число электронов равно суммарному числу протонов в ядре этого атома.

Решение

1) **Неверно**

При соскальзывании шайбы по гладкой наклонной плоскости выполняется закон сохранения энергии:

$$mg\Delta h = \frac{mv^2}{2},$$

где Δh – изменение высоты шайбы, m – масса шайбы, v – скорость шайбы.

То есть скорость увеличивается, следовательно, импульс, который находится по формуле:

$$p = mv,$$

тоже увеличивается.

2) **Верно**

Да, при кристаллизации вещества некоторое количество теплоты отдаётся в окружающую среду.

3) **Верно**

Да, если соединить два заряда, то суммарный заряд поровну перераспределится между ними.

4) **Неверно**

Нет, электромагнитные волны ультрафиолетового диапазона имеют меньшую длину волны, чем инфракрасное излучение.

5) **Верно**

Да, в нейтральном атоме суммарное число электронов равно суммарному числу протонов в ядре этого атома.

Задача 19 Определите напряжение на лампочке (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра.



Решение

Вольтметр подключен к клемме 6 В, значит, ориентируемся по верхней шкале.

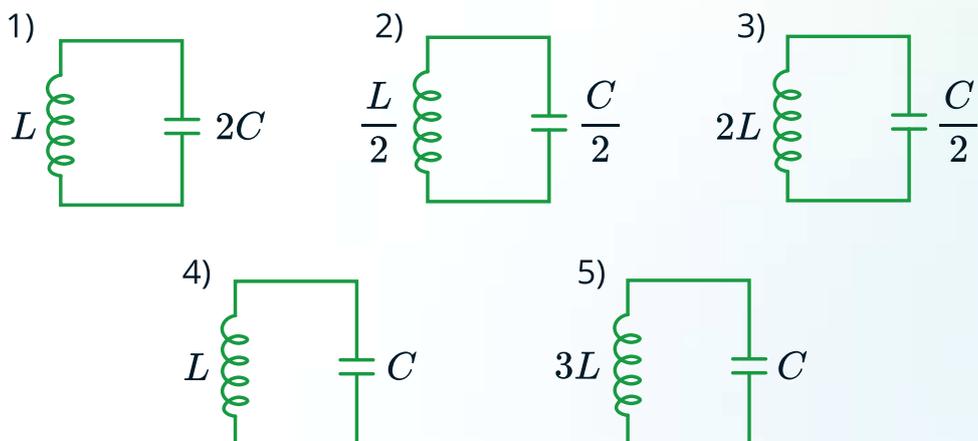
Цена деления равна:

$$\frac{2\text{В}}{10} = 0,2\text{В}$$

Показание равно 3,4 В.

Тогда ответ: 3,40,2

Задача 20 Школьнику нужно обнаружить зависимость периода свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре от ёмкости конденсатора.

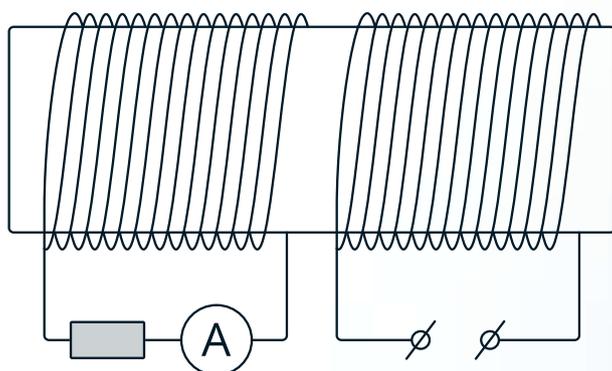


Какие два колебательных контура он должен выбрать для проведения такого исследования?

Решение

Необходимо взять контуры с одинаковой индуктивностью и разной ёмкостью, то есть 1 и 4.

Задача 21 На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают постоянный ток. Каковы в этом случае показания амперметра, подключенного к левой катушке? Как изменится показание амперметра, если в течение некоторого времени постепенно увеличивать напряжение на концах правой катушки? Ответ поясните, указав какие физические законы и явления вы использовали для объяснения.

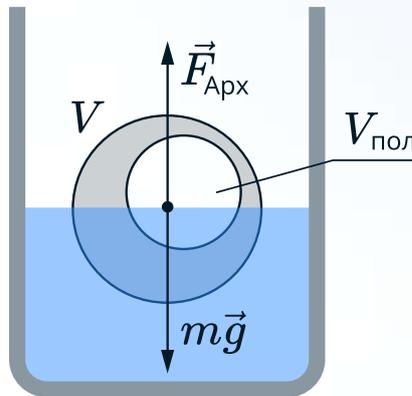


Решение

При протекании электрического тока по правой катушке создается магнитный поток Φ_1 . При этом, так как ток постоянен, то магнитный поток тоже постоянен и ЭДС индукции в левой катушке не возникает, значит, показания амперметра равны нулю. Увеличение тока в правой катушке приводит к увеличению магнитного потока, пронизывающего правую катушку, который также пронизывает и левую катушку. По закону электромагнитной индукции $\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ увеличение магнитного потока приводит к возникновению индукционного тока, то есть показания амперметра отличны от нуля.

Задача 22 Тело из алюминия, внутри которого имеется воздушная полость, плавает в воде, погрузившись в воду на 0,54 своего объема. Объем тела (включая полость) равен $0,04 \text{ м}^3$. Найдите объем воздушной полости.

Решение



Сила Архимеда равна:

$$F_{\text{Арх}} = \rho g V_{\text{п}} = \rho g \cdot 0,54V,$$

где ρ – плотность воды, $V_{\text{п}}$ – объем погружённого тела, V – объем тела.

Так как тело плавает в воде, то выполнено равенство:

$$F_{\text{Арх}} = mg = \rho g \cdot 0,54V$$

Масса тела из алюминия равна

$$m = \rho_a \cdot g(V - V_{\text{пол}})$$

где $\rho_a = 2700 \text{ кг/м}^3$ – плотность алюминия; $V_{\text{пол}}$ – объем воздушной полости. Подставляя данное выражение в первую формулу, имеем:

$$0,54\rho g V = \rho_a g(V - V_{\text{пол}}) \Rightarrow V_{\text{пол}} = V - V \frac{0,54\rho}{\rho_a} = 0,032 \text{ м}^3$$

Задача 23 Кусок льда при температуре -20°C внесли в тёплое помещение, температура воздуха в котором составляет 25°C . Сколько времени лёд будет плавиться, если известно, что процесс нагревания льда до температуры плавления длился 5 мин.? Мощность передачи тепла считать неизменной.

Решение

Распишем количество теплоты, которое нужно сообщить льду, чтобы он нагрелся, а после - расплавился

Q_1 - тепло, которое получило тело на нагревание.

Q_2 - тепло, которое передало тело при плавлении.

$$Q_1 = cm\Delta t$$

$$Q_2 = m\lambda$$

где c - удельная теплоёмкость льда, m - масса льда, Δt - изменение температуры льда при нагреве, λ - удельная теплота плавления.

Количество теплоты также можно выразить через энергию теплообмена:

$$Q_1 = P \cdot \tau_1$$

$$Q_2 = P \cdot \tau_2,$$

где P - энергия, получаемая льдом в результате теплообмена за 1 с.

Выразим из каждого уравнения энергию и приравняем:

$$\frac{cm\Delta t}{\tau_1} = \frac{m\lambda}{\tau_2}$$

Выразим нужное нам время:

$$\tau_2 = \frac{\lambda \cdot \tau_1}{c \cdot \Delta t} = \frac{330000 \cdot 300}{2100 \cdot 20} \approx 2360 \text{ с}$$

Задача 24 В камере, заполненной азотом, при температуре $T_0 = 300$ К находится открытый цилиндрический сосуд (см. рис. 1). Высота сосуда $L = 50$ см. Сосуд плотно закрывают цилиндрической пробкой и охлаждают до температуры T_1 . В результате расстояние от дна сосуда до низа пробки становится равным $h = 40$ см (см. рис. 2). Затем сосуд нагревают до первоначальной температуры T_0 . Расстояние от дна сосуда до низа пробки при этой температуре становится равным $H = 46$ см (см. рис. 3). Чему равно T_1 ? Величину силы трения между пробкой и стенками сосуда считать одинаковой при движении пробки вниз и вверх. Массой пробки пренебречь. Давление азота в камере во время эксперимента поддерживается постоянным.

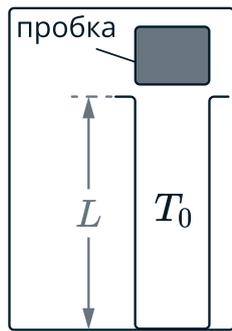


Рис. 1

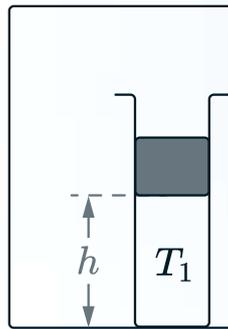


Рис. 2

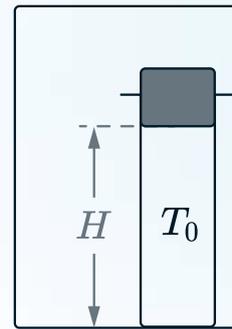


Рис. 3

Решение

Пусть p_0 – давление азота в камере; p_1 – давление в сосуде в ситуации на рис. 2; p_2 – давление в сосуде при температуре T_0 в конце опыта; S – площадь горизонтального сечения сосуда.

Параметры азота в сосуде в первоначальном состоянии и при температуре T_1 связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона — Менделеева:

$$\frac{p_1 h S}{T_1} = \frac{p_0 L S}{T_0} \Rightarrow p_1 = p_0 \frac{L T_1}{h T_0}$$

Условие равновесия пробки при температуре T_1 :

$$p_0 S - F_{\text{тр}} - p_1 S = 0 \Rightarrow F_{\text{тр}} = (p_0 - p_1) S.$$

Параметры азота в сосуде в первоначальном и конечном состояниях также связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона — Менделеева:

$$\frac{p_2 H S}{T_0} = \frac{p_0 L S}{T_0} \Rightarrow p_2 = p_0 \frac{L}{H}.$$

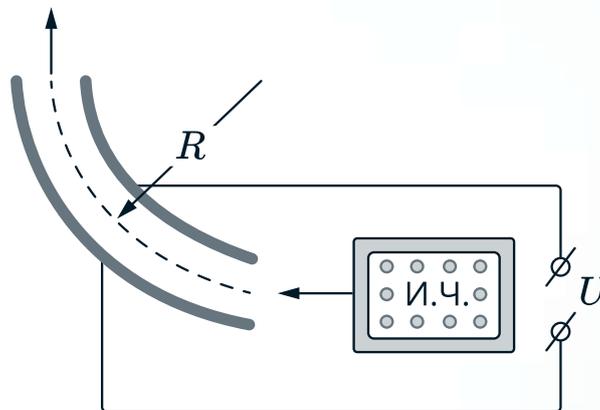
Условие равновесия пробки в конечном состоянии: $p_2 S - F_{\text{тр}} - p_0 S = 0$, откуда

$$p_2 = p_0 + \frac{F_{\text{тр}}}{S} = p_0 + p_0 - p_1 = 2p_0 - p_1 = 2p_0 - p_0 \frac{LT_1}{hT_0}$$

Приравнявая друг другу два выражения для p_2 , получаем равенство

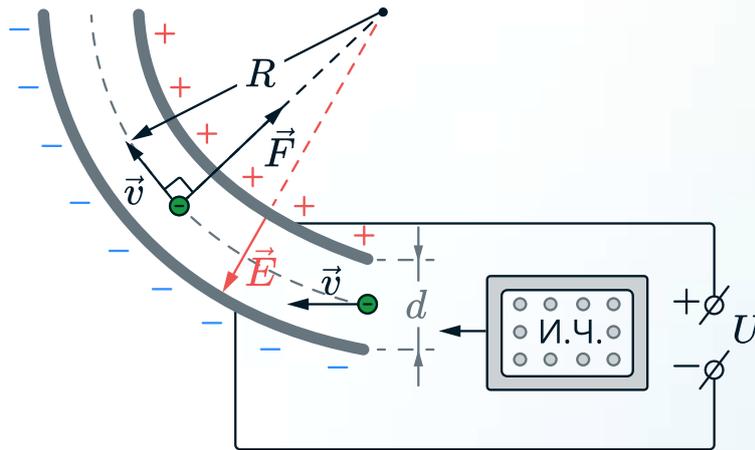
$$\frac{L}{H} = 2 - \frac{LT_1}{hT_0} \Rightarrow T_1 = T_0 \frac{h}{L} \left(2 - \frac{L}{H} \right) \approx 219 \text{ К}$$

Задача 25 На рисунке показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц для последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиуса $R \approx 50$ см. Предположим, что в промежуток между обкладками конденсатора из источника заряженных частиц (и.ч.) влетает электрон, как показано на рисунке. Напряженность электрического поля в конденсаторе по модулю равна 500 В/м. При каком значении скорости электрон пролетит сквозь конденсатор, не коснувшись его пластин? Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало, напряженность электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь. Система находится в вакууме.



Решение

Ион пролетит сквозь конденсатор, не коснувшись его пластин, только в том случае, если будет двигаться по окружности радиуса R . Так как силой тяжести иона пренебрегаем, то на ион с силой F действует только электрическое поле конденсатора с напряженностью E . Так как конденсатор искривлен, то направление напряженности будет непрерывно меняться.



На частицу будет действовать электрическая сила, равная

$$F = qE,$$

где q – заряд электрона, E – напряженность пластин.

Эта сила по второму закону Ньютона будет порождать центростремительное ускорение, равное

$$a = \frac{v^2}{R},$$

где v – скорость частицы.

При этом второй закон Ньютона будет выглядеть следующим образом

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

В проекции на ось, направленную в центр траектории

$$F = ma \Rightarrow qE = m \frac{v^2}{R}$$

Отсюда

$$v = \sqrt{\frac{qER}{m}} = \sqrt{\frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 500 \text{ В/м} \cdot 0,5 \text{ м}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}} \approx 6,6 \cdot 10^6 \text{ м/с}$$

Задача 26 Пушка, закрепленная на высоте 5 м, стреляет в горизонтальном направлении снарядами массы 10 кг. Вследствие отдачи ее ствол сжимает на 1 м пружину жесткости $6 \cdot 10^3$ Н/м, производящую перезарядку пушки. Считая, что относительная доля $\eta = 1/6$ энергии отдачи идет на сжатие пружины, найдите массу ствола, если дальность полета снаряда составила 600 м. Сопротивлением воздуха пренебречь. Какие законы Вы используете для решения задачи? Обоснуйте их применение.

Обоснование

1. Введем инерциальную систему отсчёта (ИСО) связанную с землей.
2. Снаряд движется поступательно, его размеры малы по сравнению с размерами установки, будем описывать его моделью материальной точки.
3. Размерами пушки в условиях данной задачи можно пренебречь, поэтому ее тоже будем описывать моделью материальной точки.
4. Так как выстрел происходит мгновенно и в горизонтальном направлении не действуют никакие силы, то в этом направлении выполняется закон сохранения импульса для системы «Снаряд + пушка».
5. Для описания движения снаряда можно использовать закон сохранения энергии системы «снаряд + пружина + окружающая среда».
6. После вылета из пушки снаряд будет двигаться только под действием силы тяжести (сопротивление воздуха в условиях данной задачи пренебрегаем), значит, будем описывать движение снаряда при помощи формул кинематики. При этом по вертикали тело движется равноускоренно с ускорением g поэтому движение будем описывать при помощи формул кинематики прямолинейного равноускоренного движения, по горизонтали никакие силы не действуют, поэтому движение будем описывать при помощи формул кинематики прямолинейного равномерного движения.

Решение

Пусть $v_{\text{п}}$ и $v_{\text{с}}$ соответственно начальные скорости пушки и снаряда, $m_{\text{п}}$, $m_{\text{с}}$ массы пушки и снаряда. Энергия сжатой пружины равна

$$\frac{kx^2}{2},$$

где x – сжатие пружины, k – жёсткость пружины.

А кинетическая энергия тела находится по формуле:

$$E_k = \frac{mv^2}{2},$$

где m – масса тела, v – его скорость

Энергия отдачи пушки равна

$$\frac{m_{\text{п}}v_{\text{п}}^2}{2} = \frac{kx^2}{2\eta},$$

Откуда:

$$m_{\text{п}} = \frac{kx^2}{v_{\text{п}}^2\eta}$$

Найдём начальную скорость пушки. Для этого воспользуемся законом сохранения им-

пульса:

$$m_{\text{п}} v_{\text{п}} = m_{\text{с}} v_{\text{с}}$$

, следовательно:

$$v_{\text{п}} = \frac{m_{\text{с}} \cdot v_{\text{с}}}{m_{\text{п}}}$$

Значит,

$$m_{\text{п}} = \frac{kx^2 m_{\text{п}}^2}{v_{\text{с}}^2 m_{\text{с}}^2 \eta},$$

Откуда

$$m_{\text{п}} = \frac{v_{\text{с}}^2 m_{\text{с}}^2 \eta}{kx^2}$$

На снаряд действует только сила тяжести, поэтому время падения t и высота h , с которой он падает связаны формулой:

$$h(t) = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad h = \frac{gt^2}{2}, \text{ откуда } t = \sqrt{\frac{2h}{g}},$$

где v_0 – начальная скорость тела, t – время, a – проекция ускорения.

После выстрела на снаряд вдоль горизонтальной оси не действуют никакие силы, поэтому дальность полёта снаряда L связана с горизонтальной составляющей скорости

$$v_{\text{с}} = \frac{L}{t} = \sqrt{\frac{g}{2h}} L$$

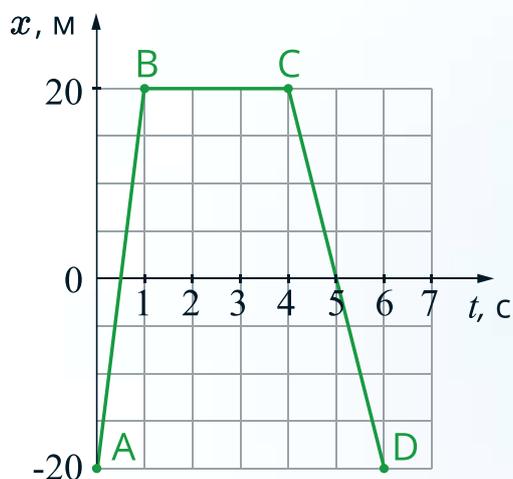
Подставим выражение для скорости снаряда в выражение для массы пушки:

$$m_{\text{п}} = \frac{gL^2 m_{\text{с}}^2 \eta}{2h kx^2}$$

Подставив числовые значения в выражение, получим $m_{\text{п}} = 1000$ кг

Вариант №11

Задача 1 На рисунке представлен график зависимости координаты x от времени t для тела, движущегося вдоль оси Ox .



Чему равен путь тела за 6 с от начала движения?

Решение

Путь это суммарные перемещения тела, взятые по модулю. Найдем перемещение тела на каждом промежутке: От 0 до 1 с: $S_1 = 20 - (-20) = 40$ м

От 1 до 4 с тело покоится, так как его координата не изменяется

От 4 до 6 с: $S_2 = -20 - 20 = -40$ м

Сложим модули перемещений: $S = 40 + 0 + 40 = 80$ м.

Задача 2 Груз подвесили на упругую пружину жёсткостью 50 Н/м. При этом пружина растянулась на 4 см. Чему равна масса подвешенного груза?

Решение

На тело действуют две силы - сила упругости и сила тяжести, они уравниваются друг друга и тело находится в состоянии покоя. Запишем их равенство:

$$F_{\text{упр}} = mg$$

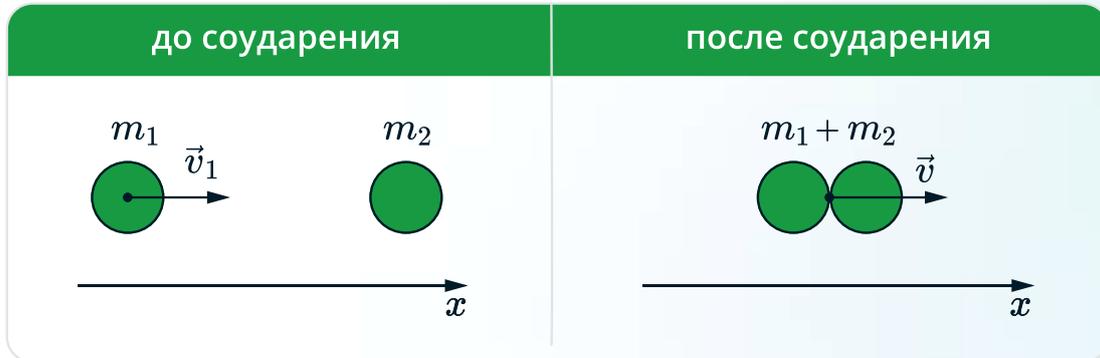
$$k\Delta x = mg$$

$$m = \frac{k\Delta x}{g}$$

$$m = \frac{50 \cdot 0,04}{10} = 0,2 \text{ кг}$$

Задача 3 Движущийся шар массой 3 кг соударяется с неподвижным шаром массой 2 кг. Определите первоначальную скорость шара, если после соударения шары стали двигаться как единое целое со скоростью 6 м/с.

Решение



При неупругом соударении тел выполняется закон сохранения импульса для системы тел, запишем его, с учетом того, что после соударения масса равняется сумме масс взаимодействующих тел:

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v$$

Значит, скорость движения шара до соударения:

$$v_1 = \frac{(m_1 + m_2) v}{m_1}$$

$$v_1 = \frac{(3 + 2) 6}{3} = 10 \text{ м/с}$$

Задача 4 Голосовые связки певца, поющего тенором (высоким мужским голосом), колеблются с частотой от 165 до 660 Гц. Определите минимальную длину излучаемой звуковой волны в воздухе. Скорость звука в воздухе 330 м/с.

Решение

Длина волны равна:

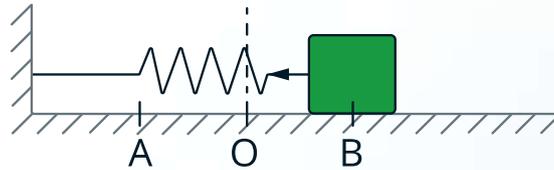
$$\lambda = \frac{v}{\nu},$$

где v – скорость звука, ν – частота.

Тогда, чем больше частота, тем меньше длина волны:

$$\lambda_{max} = \frac{330 \text{ м/с}}{660 \text{ 1/с}} \approx 0,5 \text{ м}$$

Задача 5 Пружинный маятник совершает незатухающие колебания между точками A и B . Точка O соответствует положению равновесия маятника.



Из предложенного перечня утверждений выберите **все** правильные варианты. Запишите в ответе их номера.

1. За время, равное периоду колебаний, маятник проходит расстояние, равное AB .
2. При перемещении груза из положения B в положение O потенциальная энергия маятника увеличивается, а его кинетическая энергия уменьшается.
3. В точке O кинетическая энергия маятника максимальна.
4. Расстояние AB соответствует удвоенной амплитуде колебаний.
5. В точке A полная механическая энергия маятника принимает минимальное значение.

Решение

1) **Неверно**

Период - это время одного полного колебания, к примеру - от точки B до B . То есть за период маятник проходит 2 расстояния AB .

2) **Неверно**

При перемещении груза из положения B в положение O потенциальная энергия маятника уменьшается, так как уменьшается удлинение.

3) **Верно**

В положении равновесия тело движется с максимальной скоростью, следовательно, кинетическая энергия максимальна.

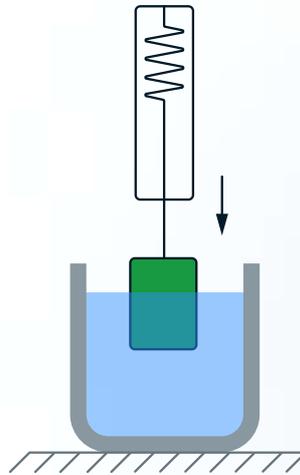
4) **Верно**

Да, так как амплитуда - максимальное отклонение от положения равновесия.

5) **Неверно**

Так как колебания у нас незатухающие, полная механическая энергия сохраняется на протяжении всего процесса.

Задача 6 Груз, подвешенный к динамометру, с постоянной скоростью опускают в стакан с водой до полного погружения груза (см. рисунок). Как в процессе погружения изменяются сила тяжести и сила упругости, действующие на груз?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличилась;
2. уменьшилась;
3. изменилась.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тяжести	Сила упругости

Решение

Сила тяжести не зависит от погружения и постоянна.

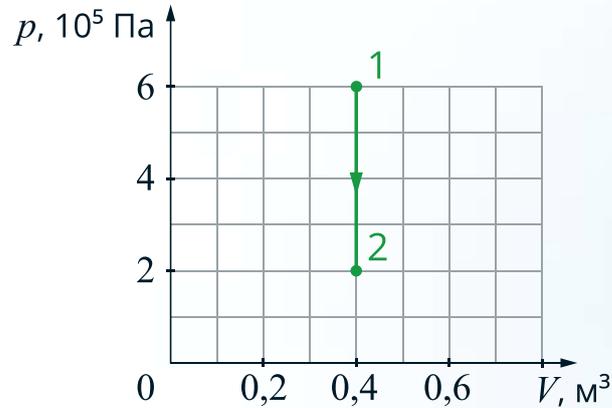
При погружении на тело действует выталкивающая сила Архимеда:

$$F_A = \rho g V,$$

где ρ – плотность жидкости, V – объем погруженной части.

При погружении объем V увеличивается, значит, сила Архимеда увеличивается и уменьшается сила натяжения нити.

Задача 7 Абсолютная температура воздуха в сосуде понизилась в 1,5 раза, при этом воздух перешел из состояния 1 в состояние 2 (см. рис.). Сквозь неплотно закрытый кран сосуда мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение - числа молекул $\frac{N_2}{N_1}$ газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом.



Решение

Запишем формулу для расчета давления газа:

$$p = nkT$$

где n — это концентрация газа, k — постоянная Больцмана, T — температура газа в Кельвинах.

Концентрация равна

$$n = \frac{N}{V},$$

где V - объём газа.

Тогда

$$pV = NkT$$

Отсюда

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{p_2 V T_1}{p_1 V T_2} = \frac{T_1 p_2}{T_2 p_1}$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{1,5 T_2 \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ Па}}{T_2 \cdot 6 \cdot 10^3 \text{ Па}} = 0,5$$

Задача 8 Температура чугунной детали снизилась с 120°C до 40°C . Масса детали равна 200 г. Какое количество теплоты отдала деталь при остывании?

Решение

Количество теплоты, отданное телом при нагревании определяется формулой:

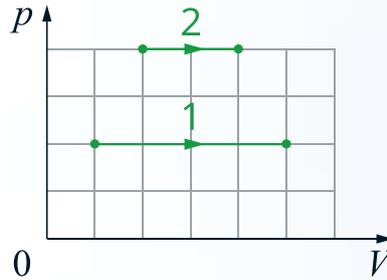
$$Q = cm(t_1 - t_2),$$

где c – удельная теплоёмкость вещества, m – масса детали, t_1 – начальная температура, t_2 – конечная температура.

Тогда

$$Q = 500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 0,2 \text{ кг}(120^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C}) = 8000 \text{ Дж}$$

Задача 9 На рисунке показаны два процесса, проведённых с одним и тем же количеством газообразного неона (p – давление неона; V – его объём).



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процессы на рисунке.

1. В процессе 2 абсолютная температура неона изобарно увеличилась в 2 раза.
2. В процессе 1 плотность неона увеличилась в 5 раз.
3. В процессе 1 неон изобарно увеличил свой объём в 5 раз.
4. В процессе 2 концентрация молекул неона увеличилась в 2 раза.
5. Работа, совершенная неоном в процессе 1, больше, чем в процессе 2.

Решение

1) **Верно**

Из закона Менделеева-Клапейрона для постоянного количества газа:

$$\frac{pV}{T} = \nu RT,$$

где T – температура, ν – количество вещества, R – универсальная газовая постоянная. Так как давление равно, а объём газа увеличился в 2 раза, то температура также увеличилась в 2 раза.

2) **Неверно**

Плотность равна:

$$\rho = \frac{m}{V},$$

где m – масса газа.

Так как объём увеличился в 5 раз, то плотность уменьшилась в 5 раз.

3) **Верно**

Да, объём увеличился в 5 раз.

4) Неверно

Концентрация:

$$n = \frac{N}{V},$$

где N – количество молекул.

То есть при увеличении объёма в 2 раза концентрация уменьшилась в 2 раза.

5) Неверно

Работа газа в изобарном процессе:

$$A = p\Delta V$$

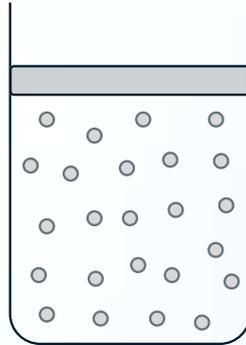
Тогда для первого и второго процесса:

$$A_1 = 2p \cdot 4v = 8pV.$$

$$A_2 = 4p \cdot 2V = 8pV.$$

То есть работа газа в обоих процессах одинакова.

Задача 10 В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень не закреплён и может перемещаться в сосуде без трения (см. рисунок). В сосуд закачивается ещё такое же количество газа при неизменной температуре. Как изменится в результате этого давление газа и концентрация его молекул?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличится;
2. уменьшится;
3. не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Концентрация молекул

Решение

Давление — 3

1) Так как поршень подвижный (не закреплён), то процесс будет происходить при постоянном давлении.

Концентрация — 3

2) Давление газа связано с его концентрацией:

$$p = nkT,$$

где k — постоянная Больцмана, n — концентрация молекул газа, T — абсолютная температура газа.

Выразим концентрацию газа:

$$n = \frac{p}{kT}$$

Так как давление и температура постоянны, то концентрация не изменится.

Задача 11 Плавкий предохранитель розетки бортовой электросети грузовика с напряжением 24 В снабжён надписью: «30 А». Какова максимальная суммарная мощность электрических приборов, которые можно одновременно включить в эту розетку, чтобы предохранитель не расплавился?

Решение

Максимальная суммарная мощность приборов не должна превышать величины:

$$P = U \cdot I = 24 \cdot 30 = 720 \text{ Вт}$$

Задача 12 Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией 0,02 Тл по окружности, имея импульс $6,4 \cdot 10^{-23}$ кг · м/с. Найдите радиус этой окружности. Заряд электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Решение

Заряды, движущиеся перпендикулярно силовым линиям магнитного поля, движутся равномерно по окружности

Сила Лоренца:

$$F_L = Bvq \sin \alpha$$

где B – модуль вектора магнитной индукции, v – скорость заряда, q – заряд, α – угол между вектором магнитного поля и скоростью движения частицы. Второй закон Ньютона:

$$F_L = ma_{\text{цс}}$$

Распишем центростремительное ускорение, как $\frac{v^2}{R}$

$$Bvq = \frac{mv^2}{R}$$

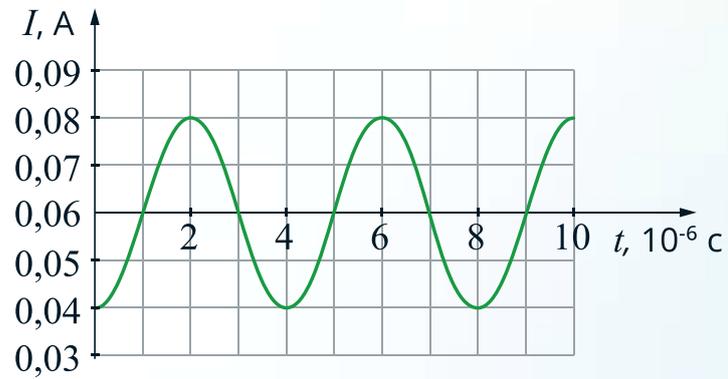
Выразим радиус вращения

$$R = \frac{mv}{Bq}$$

Заменим mv на импульс:

$$R = \frac{p}{Bq} = \frac{6,4 \cdot 10^{-23} \text{ кг} \cdot \text{м/с}}{0,02 \text{ Тл} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 2 \text{ см}$$

Задача 13 По графику колебаний силы тока в колебательном контуре с антенной определите, на какую длину волны настроен контур.

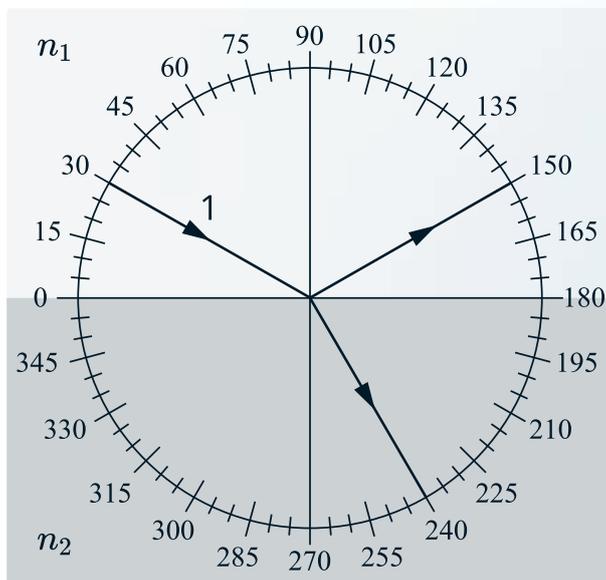


Решение

Из рисунка найдем период колебаний $T = 4 \cdot 10^{-6}$ с. Длина волны связана с периодом формулой:

$$\lambda = cT = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \cdot 4 \cdot 10^{-6} \text{ с} = 1200 \text{ м.}$$

Задача 14 На рисунке изображён ход светового луча 1, падающего из среды с показателем преломления n_1 на плоскую поверхность среды с показателем преломления n_2 . На рисунке также показаны отражённый и преломлённый лучи.



Выберите из предложенного перечня **все** верные утверждения относительно этой ситуации, и укажите их номера.

1. Угол падения луча на границу раздела сред равен 60° .
2. Угол отражения луча равен 120° .
3. Угол преломления луча равен 30° .
4. Показатель преломления среды 1 больше показателя преломления среды 2.
5. Скорость распространения света в среде 1 больше скорости распространения света в среде 2.

Решение

1) **Верно**

Угол падения – угол между падающим лучом и перпендикуляром., то есть

$$90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$$

2) **Неверно**

Угол падения равен углу отражения (60°). Также это можно было решить исходя из рисунка:

$$150^\circ - 90^\circ = 60^\circ.$$

3) **Верно**

Угол преломления – угол между преломленным лучом и перпендикуляром

$$270^\circ - 240^\circ = 30^\circ.$$

4) Неверно

По закону Снеллиуса:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta},$$

где α – угол падения, β – угол преломления.

Так как $\alpha > \beta$, то $\sin \alpha > \sin \beta$ и $n_2 > n_1$.

5) Верно

Так как

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2},$$

где v_i – скорость в i -ой среде, то $v_2 < v_1$.

Задача 15 Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле. Как изменятся сила Лоренца, действующая на электрон, и период его обращения, если увеличить его кинетическую энергию?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила Лоренца	Период обращения

Решение

При движении электрона в магнитном поле на него действует сила Лоренца, при этом электрон движется по окружности. Запишем второй закон Ньютона: $ma = F_L$

$$\frac{mv^2}{R} = qvB$$

$$\frac{v}{R} = \frac{qB}{m}$$

Кинетическая энергия находится по формуле $E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2}$, если ее увеличить, то скорость электрона вырастет, значит сила Лоренца $F_L = qvB$, тоже увеличится. А — 1.

Период обращения найдем по формуле:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$$

Так как масса электрона, его заряд и внешнее магнитное поле не менялись, то и период обращения не изменится. Б — 3.

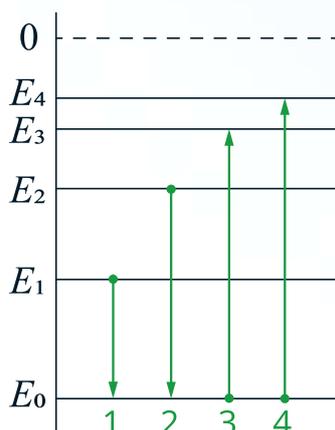
Задача 16 Укажите число протонов и число нейтронов, которое содержится в ядре нептуния ${}_{93}^{237}\text{Np}$.

Число протонов	Число нейтронов

Решение

Число протонов равно зарядовому числу и равно 93, а число нейтронов равно разности массового числа и зарядового и равно $237-93=144$.

Задача 17 На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наибольшей энергии, а какой – с излучением света с наименьшей длиной волны?



Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

А) поглощение света наибольшей энергии

Б) излучение света с наименьшей длиной волны

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

Решение

По второму постулату Бора энергия перехода равна:

$$E = E_i - E_j,$$

где E_i – энергия на начальном уровне, E_j – энергия на конечном уровне. Энергия перехода можно также найти по формуле:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}, \quad (1)$$

где ν – частота, λ – длина волны.

А) Поглощение – переход с более низкого уровня на более высокие, при этом так как энергия максимальна, то наиболее удаленных уровней, то есть 4.

Б) Излучение – переход от более высокого уровня, к более низкому, при этом энергия максимальна, то есть расстояние между уровнями максимально. Ответ – 2.

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. При любом равномерном движении тело за каждую секунду совершает одинаковые перемещения
2. Скорость диффузии жидкостей повышается с повышением температуры.
3. Общее сопротивление системы параллельно соединённых резисторов равно сумме сопротивлений всех резисторов.
4. Электромагнитные волны ультрафиолетового диапазона имеют большую длину волны, чем радиоволны.
5. Атомы изотопов одного элемента различаются числом нейтронов в ядре и занимают одну и ту же клеточку в Периодической таблице Д. И. Менделеева.

Решение

1) Неверно

Нет, к примеру, это неверно для движения по окружности.

2) Верно

Скорость диффузии жидкостей увеличивается с повышением температуры.

3) Неверно

Общее сопротивление при параллельно соединении находится по формуле

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

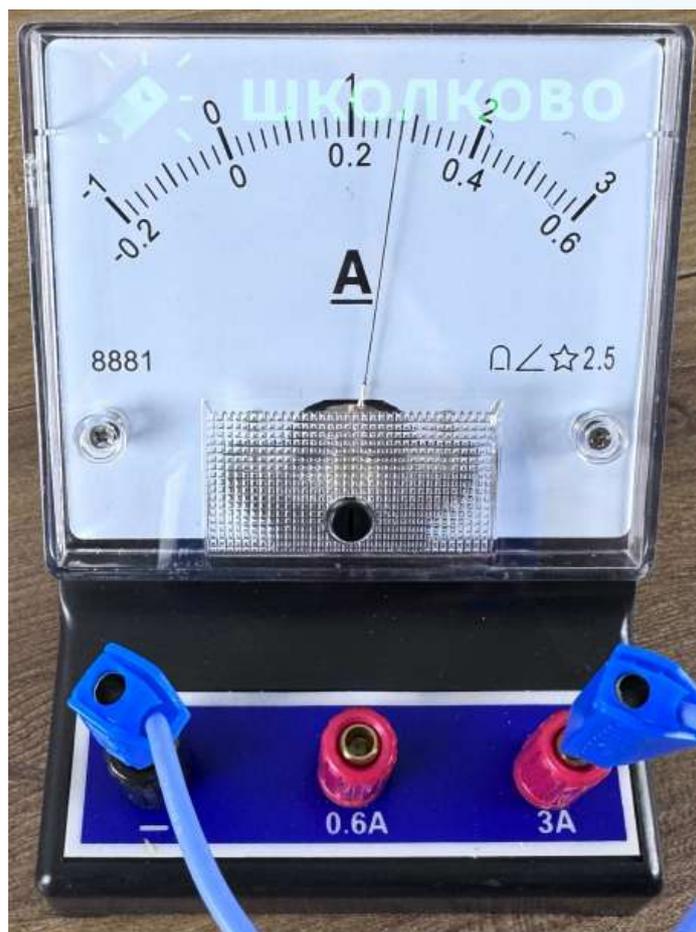
4) Неверно

Нет, длина волны у радиоволн больше, а частота излучения меньше.

5) Верно

Да, число протонов в ядре атомов изотопов одного элемента одинаково, а число нейтронов разное, иначе бы различались зарядовые числа, а это уже признак другого химического элемента.

Задача 19 Чему равна сила тока (в амперах) в лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока амперметром на пределе измерения 3 А равна $\Delta I_1 = 0,15$ А, а на пределе измерения 0,6 А равна $\Delta I_2 = 0,03$ А?



Решение

Из рисунка видно, что в амперметре используется клемма в 3 А, следовательно, погрешность измерения тока составляет 0,15 А и показания прибора определяются по верхней шкале. На рисунке показания амперметра равны 1,4 А, тогда ответ:

$$1,40 \pm 0,15 \text{ А}$$

Задача 20 Для лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления проводника от материала, из которого изготовлен проводник, ученику выдали пять проводников, характеристики которых указаны в таблице.

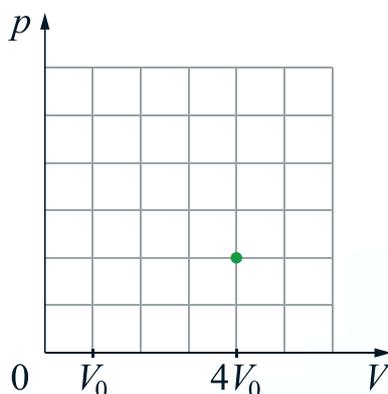
Какие два из предложенных ниже проводников необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	200	1,0	алюминий
2	100	0,5	сталь
3	100	1,0	медь
4	200	0,5	алюминий
5	200	1,0	медь

Решение

Необходимо выбрать все параметры одинаковыми, кроме материала, то есть 1 и 5.

Задача 21 В стеклянном цилиндре под поршнем при комнатной температуре находятся только водяной пар. Первоначальное состояние системы показано точкой на pV -диаграмме. Медленно перемещая поршень, уменьшают объём при постоянной температуре от $4V_0$ до V_0 . Когда объём достигает значения $2V_0$, на внутренней стороне стенок цилиндра выпадает роса. Постройте график зависимости давления p в цилиндре от объёма V на отрезке от V_0 до $4V_0$. Укажите, какими закономерностями Вы при этом воспользовались.



Решение

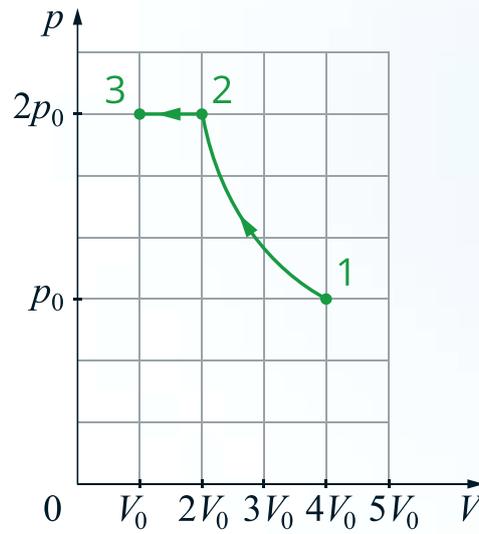
Раз при $2V_0$ на стенках цилиндра выпадает роса, то при этом пар становится насыщенным и происходит явление конденсации. Таким образом первый процесс — изотермическое сжатие от $4V_0$ до $2V_0$, которое подчиняется закону Бойля-Мариотта. В это время растёт относительная влажность φ .

$$\varphi = \frac{P_{\text{в.п.}}}{P_{\text{н.п.}}}$$

Заметим, что давление насыщенного пара зависит только от температуры. Так как температура в системе постоянна, то после достижения относительной влажности 100% дальнейшее сжатие до V_0 будет происходить при постоянном давлении $2p_0$. Это легко объясняется через формулу относительной влажности:

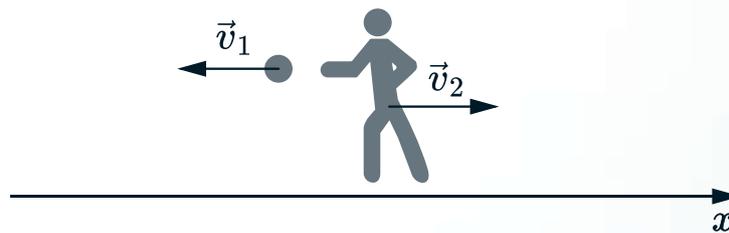
$$\varphi = \frac{P_{\text{в.п.}}}{P_{\text{н.п.}}} \implies P_{\text{в.п.}} = 1 \cdot P_{\text{н.п.}} = \text{const}$$

А также в этом процессе будет происходить конденсация.



Задача 22 Конькобежец массой 60 кг, стоя на коньках на льду, бросает вперёд в горизонтальном направлении предмет массой 1 кг и откатывается назад на 40 см. Коэффициент трения коньков о лёд равен 0,02. Найдите скорость, с которой был брошен предмет.

Решение



Момент броска можно описать законом сохранения импульса:

$$0 = MU - mv$$

M - масса конькобежца, m - масса предмета, v - скорость предмета, U - скорость отката конькобежца. Из закона сохранения импульса найдем скорость конькобежца:

$$U = \frac{mv}{M}$$

При откате на конькобежца действует сила трения, вызывающая ускорение, за счет которого его скорость уменьшается до 0. Расстояние отката можно найти по формуле:

$$S = \frac{U_{\text{к}}^2 - U^2}{-2a}$$

$U_{\text{к}}$ - конечная скорость конькобежца, равная 0, перед ускорением стоит минус, поскольку ускорение направлено противоположно направлению скорости.

$$S = \frac{U^2}{2a}$$

$$S = \frac{(mv)^2}{2aM^2}$$

Запишем второй закон Ньютона для конькобежца:

$$M\vec{a} = M\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}}$$

Спроецируем на вертикальную и горизонтальную ось:

$$OX : Ma = F_{\text{тр}}$$

$$OY : 0 = N - Mg$$

Поскольку конькобежец движется, сила трения равна максимально возможной силе трения и равна μN . Из уравнения оси OY получаем $N = Mg$, тогда сила трения равна μMg . Из уравнения оси OX получим:

$$Ma = \mu Mg$$

$$a = \mu g$$

Тогда получим:

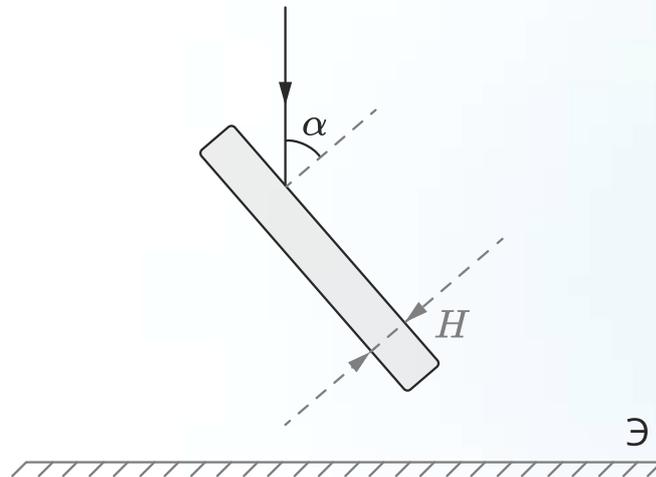
$$S = \frac{(mv)^2}{2\mu g M^2}$$

Отсюда скорость равна:

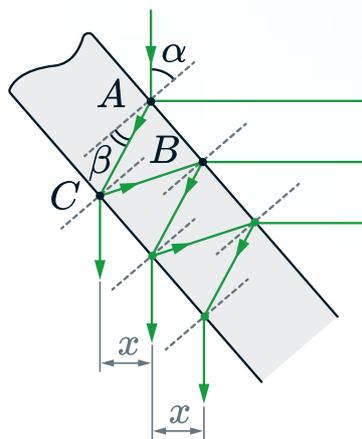
$$v = \sqrt{\frac{2S\mu g M^2}{m^2}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,4 \cdot 0,02 \cdot 10 \cdot 60^2}{1^2}} = 24 \text{ м/с}$$

Задача 23 Луч света падает на плоскопараллельную пластинку толщиной $H = 1$ см из стекла с показателем преломления $n = 1,73$ (см. рисунок). Из-за многократных отражений от граней пластинки на экране Э образуется ряд светлых пятен. Найдите расстояние между пятнами, если угол падения $\alpha = 60^\circ$, а падающий луч перпендикулярен плоскости экрана. Плоскость падения луча совпадает с плоскостью рисунка.



Решение



На рисунке показаны многократные отражения падающего луча от граней пластинки. Угол падения входного луча $\alpha = 60^\circ$, а преломленный угол β можно найти из закона преломления света:

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n}.$$

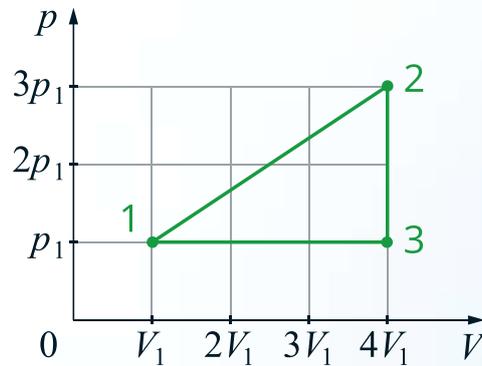
Из треугольника ABC выразим сторону AB

$$AB = 2H \operatorname{tg} \beta$$

Расстояние x между двумя соседними лучами (между соседними лучами на экране) равно

$$x = AB \cos \alpha = 2H \operatorname{tg} \beta \cos \alpha = H \frac{\sin 2\alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}} \approx 5,8 \text{ мм}$$

Задача 24 Цикл теплового двигателя ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$), рабочим телом которого является идеальный одноатомный газ, изображён на рисунке (p – давление газа; V – его объём). Определите КПД η этого двигателя.



Решение

Работа газа в процессе равна площади треугольника.

$$A = \frac{1}{2} \cdot (3p_1 - p_1) \cdot (4V_1 - V_1) = 3p_1V_1.$$

По первому закону термодинамики

$$Q = \Delta U + A, \quad (1)$$

где ΔU – изменение внутренней энергии, A – работа газа.

Внутренняя энергия равна

$$U = \frac{3}{2}\nu RT, \quad (2)$$

где ν – количество газа, T – температура газа.

Уравнение Менделеева-Клапейрона имеет вид:

$$pV = \nu RT \Rightarrow \frac{pV}{T} = \nu R = const.$$

Найдем в каких процессах газ получает положительное количество теплоты.

Процесс 1–2:

Объём увеличивается, значит, работа газа $A_{12} > 0$ и при этом давление также увеличивается, значит, из уравнения

$$\frac{pV}{T} = const$$

температура увеличивается и $\Delta U_{12} > 0$. Из первого закона термодинамики

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} > 0$$

газ получает положительное количество теплоты.

Процесс 2-3:

Объём постоянен, работа газа равна нулю $A_{23} = 0$. Давление уменьшается, значит, из уравнения

$$\frac{pV}{T} = const$$

температура уменьшается и $\Delta U_{23} < 0$. Из первого закона термодинамики

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} < 0$$

газ отдает положительное количество теплоты.

Процесс 3-1:

Объём газа уменьшается $A_{31} < 0$. Давление постоянно, значит, из уравнения

$$\frac{pV}{T} = const$$

температура уменьшается и $\Delta U_{31} < 0$. Из первого закона термодинамики

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} < 0$$

газ отдает положительное количество теплоты.

Изменение внутренней энергии равно:

$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)$$

С учётом уравнения Клапейрона-Менделеева:

$$p_2V_2 = \nu RT_2 \quad p_1V_1 = \nu RT_1.$$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2}(3p_1 \cdot 4V_1 - p_1V_1) = \frac{33}{2}p_1V_1$$

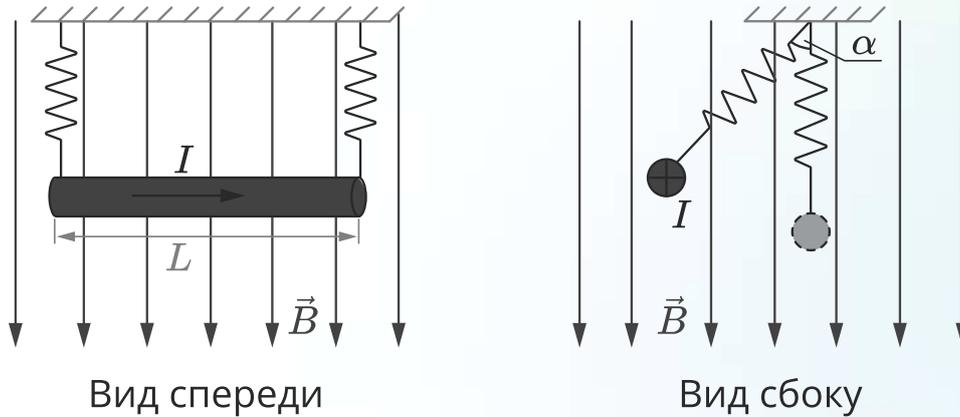
Тогда

$$Q_{1-2} = \frac{33}{2}p_1V_1 + 6p_1V_1 = \frac{45}{2}p_1V_1.$$

Откуда КПД

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{3p_1V_1}{\frac{45}{2}p_1V_1} = \frac{2}{15}$$

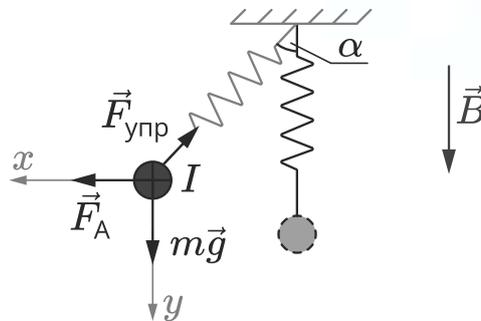
Задача 25 По прямому горизонтальному проводнику длиной 1 м с площадью поперечного сечения $1,25 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$, подвешенному с помощью двух одинаковых невесомых пружинок жёсткостью 100 Н/м, течёт ток $I = 10 \text{ А}$ (см. рис.).



Какой угол α составляют оси пружинок с вертикалью после включения вертикального магнитного поля с индукцией $B = 0,1 \text{ Тл}$, если абсолютное удлинение каждой из пружинок при этом составляет $7,07 \cdot 10^{-3} \text{ м}$? (Плотность материала проводника $8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$).

Решение

Сделаем рисунок с изображением сил, действующих на проводник:



Запишем второй закон Ньютона:

$$\vec{F}_A + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{упр}} + \vec{F}_{\text{упр}} = m\vec{a},$$

где F_A – сила Ампера (её направление определили по правилу левой руки), m – масса проводника, $F_{\text{упр}}$ – сила упругости(их две, так как пружины две), a – ускорение тела. Спроецируем второй закон Ньютона на оси x и y , с учётом покоя тела ($a = 0$).

$$2F_{\text{упр}} \cos \alpha = mg$$

$$2F_{\text{упр}} \sin \alpha = F_A$$

Сила упругости равна

$$F_{\text{упр}} = k\Delta l,$$

где k – жесткость пружины, Δl – удлинение.

Сила Ампера равна

$$F_A = IBL,$$

где L – длина проводника.

Масса проводника равна $m = \rho LS$, где ρ – плотность материала. Тогда

$$2k\Delta l \cos \alpha = \rho LSg$$

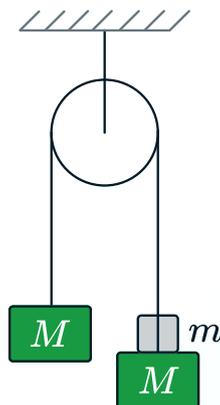
$$2k\Delta l \sin \alpha = IBL$$

Отсюда

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{IB}{\rho Sg} = \frac{10 \text{ А} \cdot 0,1 \text{ Тл}}{8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 1,25 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2 \cdot 10 \text{ Н/кг}} = 1$$

То есть угол $\alpha = 45^\circ$

Задача 26 Два одинаковых бруска массой $M = 600$ г связаны между собой невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый гладкий блок, неподвижно закреплённый на потолке (см. рисунок). На один из блоков кладут груз массой m , и система приходит в движение. Определите массу груза m , если он будет давить на брусок силой $F = 2$ Н. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на бруски и груз. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



Обоснование

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью Земли. Бруски и груз будем считать материальными точками. Трением о воздух пренебрежём. Будем считать, что в процессе движения груз не отрывается от бруска.

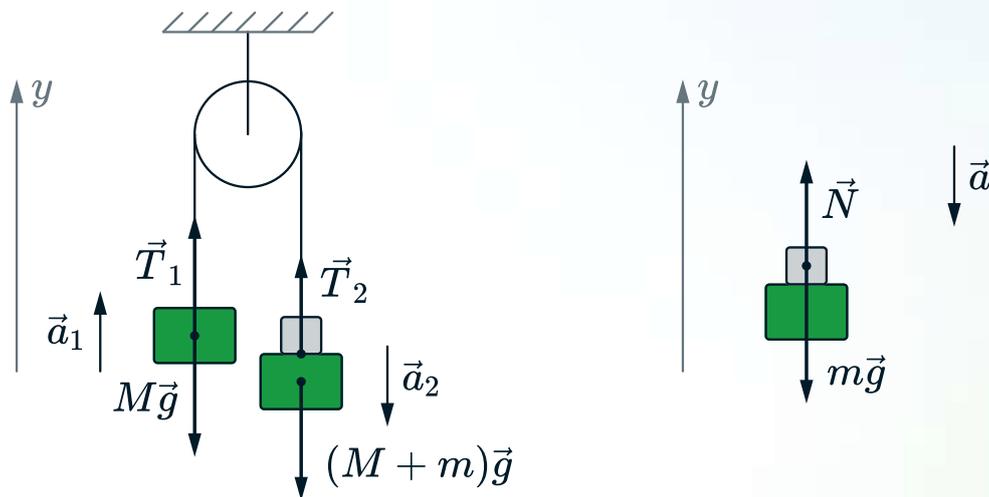
Так как нить нерастяжима, ускорения брусков равны по модулю и противоположны по направлению

$$|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a, \quad \vec{a}_1 = -\vec{a}_2 \quad (1)$$

На рисунке показаны силы, действующие на бруски и груз. Так как блок и нити невесо-мы, а трение отсутствует, то силы натяжения нити, действующие на каждый из брусков, одинаковы:

$$\vec{T}_1 = \vec{T}_2 = \vec{T} \quad (2)$$

На груз, помимо силы тяжести, действует сила реакции опоры \vec{N} со стороны бруска. По третьему закону Ньютона эта сила по модулю равна силе \vec{F} , с которой груз давит на брусок.



Решение

Запишем второй закон Ньютона для каждого левого груза массой M и правого массой $M + m$:

$$\begin{aligned} M\vec{g} + \vec{T}_1 &= M\vec{a}_1 \\ (M + m)\vec{g} + \vec{T}_2 &= (M + m)\vec{a}_2 \end{aligned}$$

Спроецируем на ось y , с учётом равенств (1) и (2)

$$Mg - T = -Ma \quad (M + m)g - T = (M + m)a$$

Отсюда

$$a = \frac{mg}{2M + m} \quad (3)$$

Теперь запишем отдельно второй закон Ньютона для груза m

$$m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}$$

Спроецируем на ось y :

$$mg - N = ma$$

Тогда сила реакции опоры

$$N = m(g - a) = \frac{2Mmg}{2M + m}$$

По третьему закону Ньютона

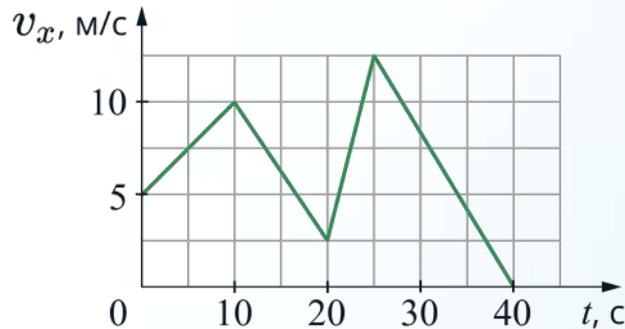
$$F = N = \frac{2Mmg}{2M + m}$$

Откуда масса груза m

$$m = \frac{2MF}{2Mg - F} = \frac{2 \cdot 0,6 \text{ кг} \cdot 2 \text{ Н}}{2 \cdot 0,6 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} - 2 \text{ Н}} = 0,24 \text{ кг}$$

Вариант №12

Задача 1 Тело движется вдоль оси Ox . На рисунке приведен график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t .



Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 0 до 25 с.

Решение

Пройденный путь на графике зависимости $V(t)$ ищется как площадь под графиком. Фигуру под графиком в интервале от 0 до 25 с можно разбить на три трапеции.

$$S = \frac{5 + 10}{2} \cdot 10 + \frac{10 + 2,5}{2} \cdot 10 + \frac{2,5 + 12,5}{2} \cdot 5 = 175 \text{ м}$$

Задача 2 К системе из кубика массой $M = 2$ кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила \vec{F} (см. рисунок). Между кубиком и опорой трения нет. Левый край первой пружины прикреплен к стенке. Жёсткость первой пружины $k_1 = 400$ Н/м. Жёсткость второй пружины $k_2 = 800$ Н/м. Удлинение второй пружины равно 2 см. Определите удлинение первой пружины.



Решение

На кубик действуют две силы упругости, направленные в разные стороны. Кубик покоится, по тому силы друг друга уравновешивают по второму закону Ньютона:

$$F_{y1} = F_{y2}$$

Раскроем силы по закону Гука:

$$k_1 \Delta x_1 = k_2 \Delta x_2 \rightarrow \Delta x_1 = \frac{k_2}{k_1} \Delta x_2 = \frac{800}{400} \cdot 2 = 4 \text{ см}$$

Задача 3 Гиря массой 2 кг поднимается под действием силы величиной 25 Н, направленной вертикально вверх. При этом данная сила совершает работу 50 Дж. На какую высоту поднят груз?

Решение

Формула для расчета работы:

$$A = FS \cos \alpha$$

где F – сила, приложенная для совершения работы, S – путь, пройденный телом, α – угол между направлениями силы и перемещения.

Так как сила по условию направлена вертикально вверх, а груз поднимается, то $\cos \alpha = 1$.

$$S = \frac{A}{F} = \frac{50}{25} = 2 \text{ м}$$

Задача 4 Частота свободных малых колебаний математического маятника равна 0,4 Гц. Какой станет частота этих колебаний, если и длину математического маятника, и массу его груза уменьшить в 4 раза?

Решение

Период колебаний математического маятника выражается формулой

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Из условия $l_2 = 0,25l_1$, $m_2 = 0,25m_1$. От массы период не зависит.

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}},$$

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}},$$

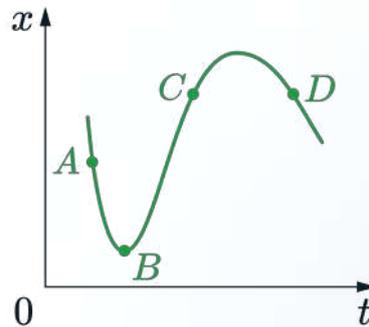
$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} = 0,5.$$

Частота свободных колебаний математического маятника же равна

$$\nu = \frac{1}{T}.$$

Тогда если период колебаний уменьшился в 2 раза, то частота, наоборот, увеличилась в 2 раза, т.е. стала равной 0,8 Гц.

Задача 5 На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени t .



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

1. В положении D проекция ускорения тела на ось Ox положительна.
2. Проекция перемещения тела на ось Ox при переходе из точки A в точку D отрицательна.
3. В точке B проекция ускорения тела на ось Ox положительна.
4. В положении D векторы скорости и ускорения тела направлены в противоположные стороны.
5. В положении A модуль скорости тела больше, чем в положении D .

Решение

1) **Неверно**

В точке D график имеет выпуклость вверх, значит, проекция ускорения отрицательна.

2) **Неверно**

Проекция перемещения тела на ось Ox равна разности координат. Координата точки D больше координаты точки A . При переходе из точки A в точку D проекция перемещения положительна

3) **Верно**

В точке B график имеет выпуклость вниз, значит, проекция ускорения положительна.

4) **Неверно**

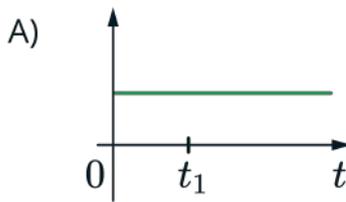
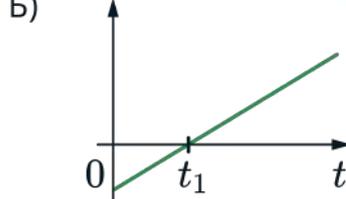
В точке D график имеет выпуклость вверх и наклон вниз, значит, проекции ускорения тела и его скорости отрицательны, т. е. они направлены в одну сторону.

5) **Верно**

В положении A касательная наклонена круче, чем в положении D , что означает, что в положении A модуль скорости больше.

Задача 6 Тело движется вдоль оси Ox , при этом его координата изменяется с течением времени в соответствии с формулой $x(t) = -7 - 3t + 2t^2$ (все величины выражены в СИ). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ	ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
<p>А) </p>	<p>1) проекция ускорения тела a_x 2) проекция скорости тела v_x 3) модуль импульса тела p 4) проекция перемещения тела S_x</p>
<p>Б) </p>	

Решение

1) Ускорение – первая производная от скорости или вторая производная от координаты:

$$a_x(t) = v_x(t)' = x(t)'' = (-7 - 3t + 2t^2)'' = (-3 + 4t)' = 4,$$

то есть горизонтальная линия в положительной полу-области (А).

2) Скорость тела – первая производная от координаты:

$$v_x(t) = x(t)' = (-7 - 3t + 2t^2)' = -3 + 4t,$$

то есть линия, выходящая из точки ниже нуля под некоторым наклоном вверх (Б).

3) Импульс – такой же график, как у скорости, только с измененным углом наклона и начальной точкой. Но от нас просят модуль, поэтому на графике не будет отрицательной области (будут два прямолинейных участка) 4) Перемещение:

$$S(t) = x(t) - x_0(t) = -3t + 2t^2,$$

то есть график представляется собой параболу ветками вверх.

Задача 7 Идеальный газ в цилиндре переводится из состояния А в состояние В так, что его масса при этом не изменяется. Параметры, определяющие состояния идеального газа, приведены в таблице.

	$p, 10^5 \text{ Па}$	$V, 10^{-3} \text{ м}^3$	$T, \text{ К}$
Состояние А	0,5	6	1200
Состояние В	1,0	2	

Какое число следует внести в незаполненную клетку таблицы?

Решение

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT$$

где p — давление газа, V — объём, ν — количество вещества, R — универсальная газовая постоянная, T — абсолютная температура газа.

Найдём отношение температур газа в состоянии А и состоянии В:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1},$$

$$T_2 = T_1 \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = 1200 \frac{1 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{0,5 \cdot 10^5 \cdot 6 \cdot 10^{-3}} = 800 \text{ К}$$

Задача 8 Какое количество теплоты необходимо для плавления 5 кг льда при 0°C ?

Решение

Формула для расчёта количества теплоты, необходимого для плавления

$$Q = \lambda m,$$

$\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ — удельная теплота плавления льда, m — масса тела.

$$Q = \lambda m = 3,3 \cdot 10^5 \cdot 5 = 16,5 \cdot 10^5 \text{ Дж} = 1650 \text{ кДж}$$

Задача 9 В закрытом сосуде объемом 1 м^3 находится влажный воздух при 16°C . Сосуд медленно нагревают. Зависимость относительной влажности воздуха в сосуде от температуры приведена в таблице 1.

Таблица 1

Температура, $^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22
Относительная влажность, %	100	100	95	90	85	80	76

В таблице 2 показана зависимость плотности насыщенного водяного пара $\rho_{\text{нп}}$ от его температуры.

Таблица 2

$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22
$\rho_{\text{нп}}, \text{ г/м}^3$	13,6	14,5	15,4	16,3	17,3	18,3	19,4

Выберите все верные утверждения из предложенных.

1. При температуре 17°C на стенках сосуда было немного росы.
2. Плотность водяного пара в сосуде при температуре 18°C была больше, чем при температуре 21°C .
3. При увеличении температуры от 19°C до 22°C концентрация водяных паров в сосуде не изменилась.
4. При температуре 22°C в сосуде находилось примерно 15,2 г водяного пара.
5. При температуре 22°C пар в сосуде был насыщенным.

Решение

1) Верно

Пар в сосуде насыщенный, при этом масса пара при 17°C меньше, чем, например, при 22°C , что значит, что при нагреве происходил процесс испарения жидкости. Массу водяного пара можно найти из формулы влажности:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{нп}}} \rightarrow \varphi = \frac{\frac{m_{\text{п}}}{V}}{\rho_{\text{нп}}} \rightarrow m_{\text{п}} = \varphi \cdot \rho_{\text{нп}} \cdot V$$

$$m_{\text{п}}(17^\circ\text{C}) = 1 \cdot 14,5 \cdot 1 \approx 14,5 \text{ г}$$

$$m_{\text{п}}(22^\circ\text{C}) = 0,76 \cdot 19,4 \cdot 1 \approx 14,7 \text{ г}$$

$$\varphi = \frac{\rho_{\text{вп}}}{\rho_{\text{нп}}} 100\% \approx 85\%$$

2) Неверно

При 18°C в сосуде уже не было жидкости, т.к. все испарилось. При повышении температуры меняется плотность насыщенных паров, а плотность самого пара остается неизменной.

3) Верно

Поскольку плотность пара не меняется (см. п. 2), концентрация остается постоянной величиной.

4) Неверно

См. п. 1.

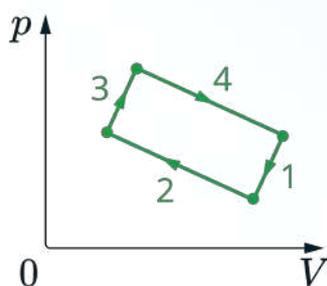
5) Неверно

Нет, т.к. влажность меньше 100%.

Задача 10 На рисунке изображена диаграмма четырёх последовательных изменений состояния 2 моль идеального газа. В каком процессе работа газа положительна и максимальна по величине, а в каком процессе работа внешних сил положительна и минимальна по величине?

Установите соответствие между характеристиками процессов и номерами процессов на диаграмме.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССОВ	НОМЕРА ПРОЦЕССОВ
А) работа газа положительна и максимальна	1) 1
	2) 2
Б) работа внешних сил положительна и минимальна	3) 3
	4) 4

Решение

Работа газа положительна, когда объём увеличивается (процессы 3 и 4), работа внешних сил положительна, когда объём уменьшается (процессы 1 и 2). При этом модуль работы пропорционален площади под графиком $p - V$.

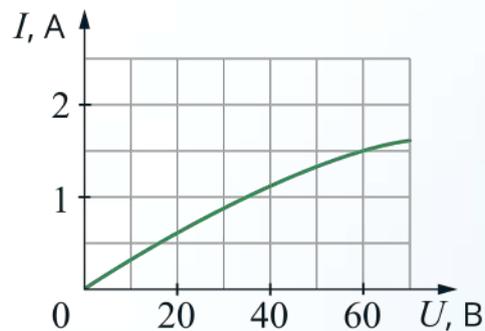
А) Оценим площади под графиками процессами 3 и 4, под процессом 4 площадь максимальна, значит и работа.

Ответ под номером 4.

Б) Оценим площади под графиками процессами 1 и 2, под процессом 1 площадь минимальная, значит и работа.

Ответ под номером 1.

Задача 11 На рисунке показан график зависимости силы тока в лампе накаливания от напряжения на её клеммах. Какую работу совершает ток в лампе за 3 с при силе тока 1,5 А?



Решение

Кол-во теплоты (она же работа тока):

$$Q = IUt = 1,5 \cdot 60 \cdot 3 = 270 \text{ Дж}$$

Задача 12 Чему равна индуктивность катушки, если при силе тока 5 А энергия её магнитного поля равна 0,25 Дж?

Решение

Энергия на катушке равна:

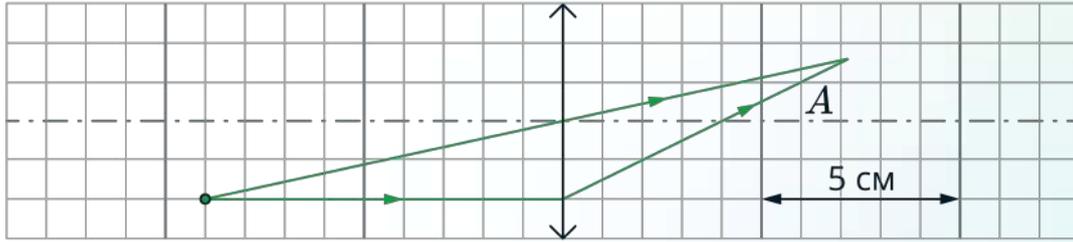
$$W = \frac{LI^2}{2},$$

где L – индуктивность контура, I – сила тока в контуре.

Отсюда

$$L = \frac{2W}{I^2} = \frac{2 \cdot 0,25}{25} = 0,02 \text{ Гн}$$

Задача 13 На рисунке показан ход двух лучей от точечного источника света A через тонкую линзу.



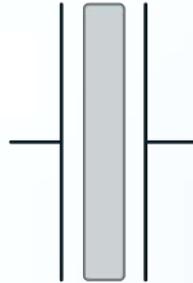
Определите оптическую силу линзы.

Решение

Найдем фокусное расстояние линзы из рисунка. Луч, шедший до преломления в тонкой линзе параллельно главной оптической оси, должен проходить через фокус линзы после преломления на ней, в данном случае луч пересекает главную оптическую ось на расстоянии 4 клетки от линзы, то есть $F = 4$ см.

Оптическая сила линзы $D = \frac{1}{F} = \frac{1}{0,04} = 25$ дптр

Задача 14 Обкладки плоского воздушного конденсатора представляют собой квадратные пластинки со сторонами $a = 10$ см. Расстояние между обкладками $d = 2$ мм. Конденсатор подключён к постоянному напряжению $U = 100$ В. В пространство между обкладками конденсатора на расстоянии $d/4$ от одной из обкладок внесли металлическую пластинку толщиной $d/2$ и с той же площадью, что у обкладок.



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения. В ответе укажите их номера. Электрическую постоянную ϵ_0 принять равной $8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

1. Если металлическую пластину сместить ближе к одной из обкладок конденсатора, по-прежнему не касаясь её, то ёмкость конденсатора увеличится по сравнению со случаем начального положения пластинки.
2. Энергия электрического поля в конденсаторе увеличилась после того, как внесли металлическую пластинку.
3. После того как внесли металлическую пластинку, заряд конденсатора не изменился.
4. После того как внесли металлическую пластинку, ёмкость конденсатора уменьшилась.
5. До внесения металлической пластины заряд конденсатора был больше 4 нКл.

Решение

1) **Неверно**

Внося металлическую пластину в конденсатор, мы буквально разбиваем его на два последовательно соединенных конденсатора с меньшим расстоянием между обкладками. Пусть толщина одной воздушной прослойки x , а другой - y . Тогда суммарная емкость будет считаться следующим образом:

$$\frac{1}{C_0} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{x}{\epsilon_0 S} + \frac{y}{\epsilon_0 S} = \frac{x+y}{\epsilon_0 S} \rightarrow C = \frac{\epsilon_0 S}{x+y}$$

Видим, что итоговая емкость зависит от суммы размеров зазоров. Т.е. если пластину сместить вбок, то емкость не изменится.

2) **Верно**

Емкость получившейся системы $C = \frac{\epsilon_0 S}{x+y}$, $x+y = \frac{d}{2}$ (см.п.1), т.е. получившаяся система имеет емкость вдвое большую, чем конденсатор без пластины. Напряжение на обкладках конденсатора не менялось, т.к. он подключен к постоянному напряжению. Тогда из формулы для энергии конденсатора $W = \frac{CU^2}{2}$ делаем вывод, что энергия увеличилась

в два раза за счет увеличения емкости в два раза.

3) **Неверно**

Заряд конденсатора равен $q = CU$. Т.к. емкость увеличилась, а напряжение не изменилось (см.п.2), заряд увеличился.

4) **Неверно**

Емкость конденсатора увеличилась (см.п.2).

5) **Верно**

$$q = CU = \frac{\varepsilon_0 a^2}{d} U = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 0,1^2}{2 \cdot 10^{-3}} 100 = 4,4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} = 4,4 \text{ нКл}$$

Задача 15 Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивности. Заряд на одной из обкладок конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой $q(t) = q_m \cos \omega t$.

Приведённые ниже графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих свободные электромагнитные колебания в контуре (T - период колебаний). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



Решение

1) Сила тока на катушке будет вычисляться как производная по времени от заряда:

$$I(t) = q'(t) = -q_m \omega \sin(\omega t)$$

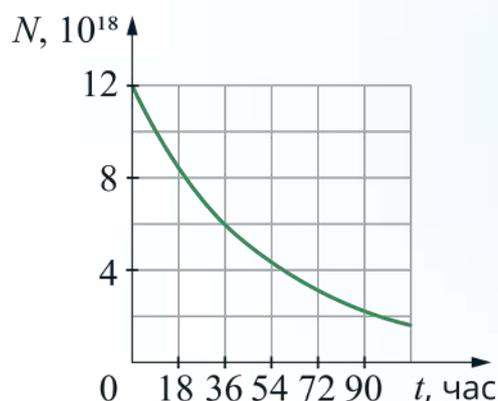
Это график А

2) Энергия магнитного поля катушки $W = \frac{LI^2}{2}$ колеблется с частотой вдвое большей, чем частота колебаний тока, при этом колебания начинаются из нулевой точки, т.к. ток в начальный момент времени был равен нулю. Это график Б

3) Энергия электрического поля конденсатора $W = \frac{q^2}{2C}$ колеблется с частотой вдвое большей, чем частота колебаний заряда, при этом колебания начинаются из точки максимального отклонения, т.к. заряд в начальный момент времени был максимален.

4) Напряжение прямо пропорционально заряду конденсатора, поэтому график напряжения выглядит как график заряда, но с измененной амплитудой.

Задача 16 Дан график изменения числа ядер находящегося в пробирке радиоактивного изотопа брома-82 с течением времени. Определите период полураспада этого изотопа.



Решение

Время, за которое останется ровно половина от начального количества ядер равно 36 ч.

Задача 17 Монохроматический свет с энергией фотонов E_{ϕ} падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Как изменяется частота падающего света и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, если энергия падающих фотонов E_{ϕ} уменьшится, но фотоэффект будет наблюдаться?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличится
2. уменьшится
3. не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота падающего света	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

Решение

Энергия фотонов прямо пропорциональна частоте $E = h\nu$, т.е. если энергия фотонов уменьшается, то и частота уменьшается (2)

Уравнение Эйнштейна (фотоэффект):

$$h\nu = A_{\text{вых}} + E_k$$

A - работа выхода (постоянная величина, если не менять материал пластины. Кинетическая энергия фотоэлектронов пропорциональна энергии падающих фотонов. Если энергия фотонов уменьшается, то уменьшается и кинетическая энергия фотоэлектронов (2).

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. Сила упругости, возникающая при деформации тела, направлена противоположно направлению перемещения частиц тела при деформации.
2. Для обеспечения изобарного расширения постоянной массы газа его необходимо охлаждать.
3. В цепи постоянного тока во всех параллельно соединённых резисторах всегда протекает электрический ток одинаковой величины.
4. Показатель преломления жидкости не зависит от угла падения светового луча на поверхность, но зависит от частоты световой волны.
5. Изотопы одного и того же элемента имеют одинаковые химические свойства, но могут различаться радиоактивными свойствами.

Решение

1) Верно

Да, по закону Гука.

2) Неверно

Для изобарного расширения газ необходимо нагревать (из уравнения Менделеева-Клапейрона $pV = \nu RT$).

3) Неверно

При параллельном соединении одинаково напряжение, а общая сила токи равна сумме сил токов на ветвях.

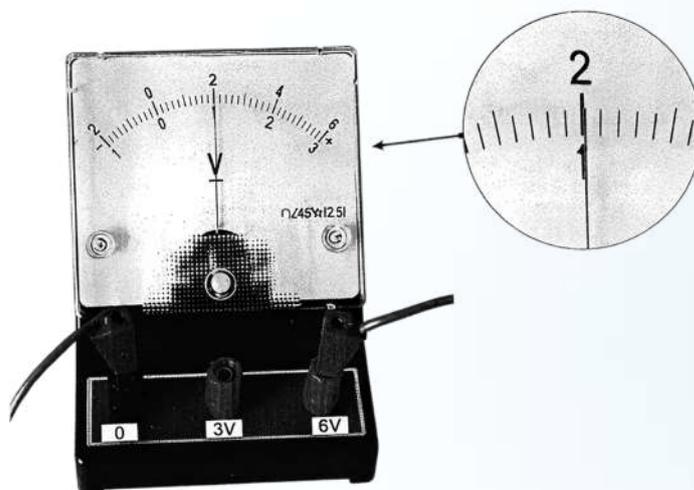
4) Верно

Да, показатель преломления сред зависит от частоты падающего света (явление дисперсии).

5) Верно

Да, изотопы одного вещества имеют одинаковые химические свойства, но могут различаться радиоактивными свойствами.

Задача 19 Определите показания вольтметра (см. рисунок) с учётом абсолютной погрешности измерений, если абсолютная погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра.



Решение

Вольтметр подключен к клемме 6 В, значит, ориентируемся по верхней шкале.

Цена деления равна:

$$\frac{2 \text{ В}}{10} = 0,2 \text{ В}$$

Показание равно 2,0 В.

Тогда ответ: 2,00,2.

Задача 20 Школьник собирал экспериментальную установку, с помощью которой можно определить коэффициент трения скольжения алюминия по дереву. Для этого он взял деревянную рейку и закрепил её на горизонтальном столе.

Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

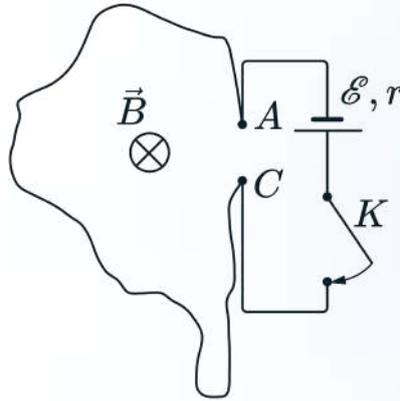
1. алюминиевый брусок с крючком
2. динамометр
3. медный брусок с крючком
4. мензурка
5. линейка

Запишите в ответе номера выбранных предметов.

Решение

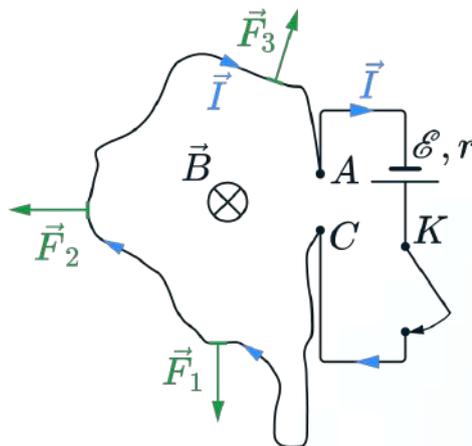
Ученик должен взять динамометр, чтобы измерить саму силу, и алюминиевый брусок с крючком.

Задача 21 На гладком горизонтальном столе лежит кусок гибкого провода с малым сопротивлением, подключённый в точках А и С к цепи из источника тока и ключа К. Система находится в сильном вертикальном однородном магнитном поле \vec{B} , направленном вниз (см. рисунок – вид сверху). Какую форму примет гибкий провод после замыкания ключа К? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

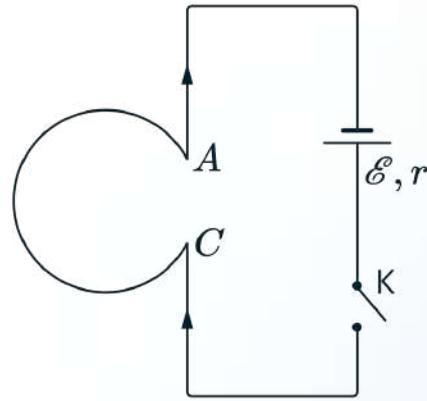


Решение

При протекании силы тока на провод в магнитном поле будет действовать сила Ампера. Рассмотрим малые участки провода и силы, действующие на них. Направление силы Ампера определяется по правилу левой руки, для этого 4 пальца направляем по направлению силы тока, а вектор магнитной индукции входит в ладонь, тогда большой палец, оттопыренный на 90 градусов, покажет направление силы Ампера. Укажем несколько направлений сил Ампера, они направлены под углом 90° к касательным проводника.



То есть силы Ампера будут растягивать проводник во всех направлениях, значит, он примет форму окружности.



Задача 22 Искусственный спутник обращается со скоростью $V = 3,4$ км/с по круговой орбите вокруг планеты. Радиус планеты $R_0 = 3400$ км, ускорение свободного падения на поверхности планеты $g = 4$ м/с². Определите, на какой высоте h над поверхностью планеты движется спутник.

Решение

На спутник действует только гравитационная сила взаимодействия с планетой (по закону всемирного тяготения), из-за которой появляется центростремительное ускорение (равное ускорению свободного падения на высоте орбиты)

Распишем второй закон Ньютона для спутника:

$$F = ma \rightarrow G \frac{mM}{(R_0 + h)^2} = m \frac{V^2}{R_0 + h} \rightarrow h = \frac{GM}{V^2} - R_0$$

Распишем силу тяжести по закону всемирного тяготения:

$$mg = G \frac{mM}{R_0^2} \rightarrow GM = gR_0^2$$

Подставим получившееся равенство в полученную формулу для высоты:

$$h = \frac{gR_0^2}{V^2} - R_0 = \frac{4(3400 \cdot 10^3)^2}{3400^2} - 3400 \cdot 10^3 = 600 \cdot 10^3 \text{ м} = 600 \text{ км}$$

Задача 23 Какое количество молекул содержится в 15 мг водяного пара?

Решение

Количество частиц вещества выражается формулой

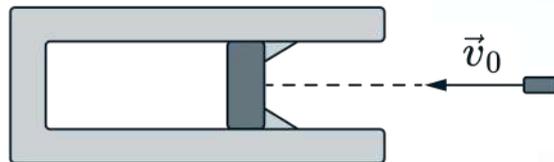
$$N = \frac{m}{m_0}, \quad m_0 = \frac{\mu}{N_A},$$

где $\mu = 18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль - молярная масса воды, $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ 1/моль, m - масса вещества, m_0 - масса одной частицы.

Тогда

$$N = \frac{mN_A}{\mu} = \frac{15 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 10^{23}}{18 \cdot 10^{-3}} \approx 5 \cdot 10^{20}.$$

Задача 24 В вакууме закреплён горизонтальный цилиндр, в котором находится аргон при давлении 100 кПа и температуре 20 °С, запёртый поршнем массой 200 г. Поршень удерживается упорами и может скользить влево вдоль стенок цилиндра без трения (см. рисунок). В поршень попадает пуля массой 10 г, летящая горизонтально, и застревает в нём. Температура аргона к моменту остановки поршня (в крайнем левом положении) возрастает на 60 К. Определите скорость пули непосредственно перед попаданием в поршень, если известно, что начальный объём, занимаемый аргоном, составлял 2 л. Считать, что за время движения поршня газ не успевает обменяться теплотой с цилиндром и поршнем.



Решение

Пусть m – масса пули M – масса поршня, v_1 – скорость пули, v_2 – скорость пули и поршня после столкновения.

Запишем закон сохранения импульса:

$$mv_1 = (m + M)v_2.$$

Отсюда

$$v_2 = \frac{mv_1}{m + M}.$$

Кинетическая энергия поршня с застрявшей пулей будут обладать кинетической энергией:

$$E = -A = \frac{(m + M)v_2^2}{2} = \frac{m^2v_1^2}{2(m + M)},$$

которая затем перейдет в работу по сжатию газа.

Так как процесс сжатия быстрый, то газ не успевает обменяться теплом с цилиндром и поршнем, то есть процесс можно считать адиабатным $Q = 0$.

Запишем первое начало термодинамики:

$$Q = A + \Delta U$$

где A — работа газа, ΔU — изменение внутренней энергии газа.

Так как $Q = 0$, то

$$A = -\Delta U$$

При этом изменение внутренней энергии газа равно:

$$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T,$$

где ν — количество вещества, ΔT — изменение температуры.

Количество вещества можно получить из уравнения Менделеева-Клапейрона, записанного для начального момента:

$$p_0 V_0 = \nu R T_0 \rightarrow \nu = \frac{p_0 V_0}{R T_0},$$

где p_0 , V_0 и T_0 — давление, объем и температура соответственно в начальный момент времени.

Тогда

$$\frac{m^2 v_1^2}{2(m+M)} = \frac{3 p_0 V_0 \Delta T}{2 T_0}$$

Найдем отсюда скорость пули:

$$v_1 = \frac{1}{m} \sqrt{\frac{3 p_0 V_0 (m+M) \Delta T}{T_0}} = \frac{1}{0,01} \sqrt{\frac{3 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot (0,01 + 0,2) \cdot 60}{293}} \approx 508 \text{ м/с}$$

Задача 25 Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $R/20$, сопротивление вольтметра $10R$. В первой схеме показания вольтметра равны $U_1 = 20$ В. Каковы его показания во второй схеме? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

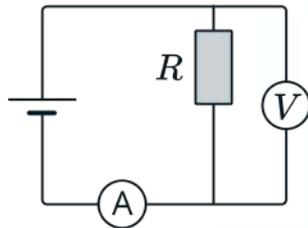


Схема 1

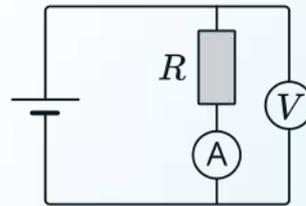


Схема 2

Решение

Обозначим R_A – сопротивление амперметра, R_V – сопротивление вольтметра, \mathcal{E} – ЭДС источника.

Найдем сопротивление цепи в схеме 1. Вольтметр и резистор подключены параллельно

$$\frac{1}{R_{RV}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_V}$$

$$R_{RV} = \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}$$

и к ним подключен амперметр

$$R_1 = R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}$$

Амперметр показывает силу тока во всей цепи:

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_1} = \frac{\mathcal{E}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}$$

Вольтметр показывает напряжение на параллельном блоке:

$$U_1 = I_1 R_{RV} = \frac{\mathcal{E}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}} \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}$$

Во второй схеме амперметр перемещается в параллельный блок. Найдем общее сопро-

тивление

$$R_{RA} = R + R_A$$
$$R_2 = \frac{(R + R_A)R_V}{R + R_A + R_V}.$$

При этом через цепь течет ток

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_2} = \frac{\mathcal{E}}{\frac{(R + R_A)R_V}{R + R_A + R_V}}.$$

А вольтметр показывает напряжение на всем участке

$$U_2 = I_2 R_2 = \mathcal{E}.$$

К этому же выводу можно было прийти не рассчитывая сопротивление цепи, заметив, что вольтметр подключался бы параллельно источнику напряжения.

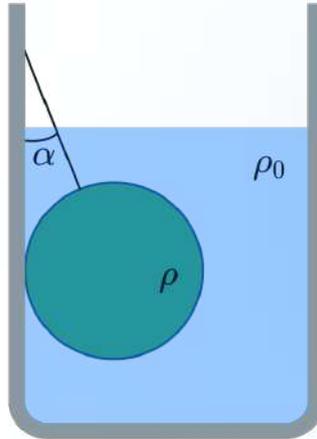
Тогда

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\frac{\mathcal{E}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}} \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}{\mathcal{E}} = \frac{\frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}$$

С учетом условия

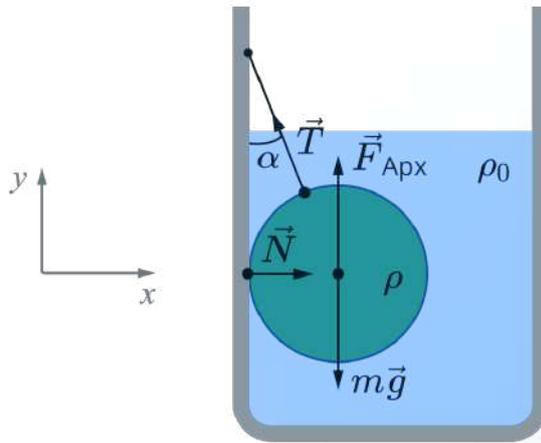
$$U_2 = U_1 \frac{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}{\frac{R \cdot R_V}{R + R_V}} = 20 \frac{\frac{R}{20} + \frac{R \cdot 10R}{R + 10R}}{\frac{R \cdot 10R}{R + 10R}} = 21,1 \text{ В}$$

Задача 26 Алюминиевый шар массой 5 кг подвешен на нити и полностью погружён в воду (см. рисунок). Нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$. Определите, на сколько сила F_1 , с которой шар действует на нить, превышает силу F_2 , с которой шар давит на стенку. Трением шара о стенку пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шар. **Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.**



Обоснование

1. Введем инерциальную систему отсчета (ИСО) связанную с Землей.
2. Описываем тело моделью твердого тела (форма и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя точками тела остаётся неизменным).
3. Движение твердого тела можно описать совокупностью движений - поступательного и вращательного. Поэтому для равновесия твердого тела в ИСО необходимо два условия. Одно для поступательного движения, другое - для вращательного движения.
4. Сумма всех приложенных к твёрдому телу внешних сил равна нулю (условие равновесия твёрдого тела относительно поступательного движения). Также применимо правило моментов (условие равновесия твёрдого тела относительно вращательного движения).
5. Шар целиком погружён в жидкость и отсутствует трение между шаром и стенкой сосуда. Значит, все внешние силы, действующие на шар, кроме силы натяжения нити, действуют по прямым, проходящим через центр шара. Значит, сумма моментов этих сил относительно оси, проходящей через центр шара, равна нулю. При равновесии шара в ИСО сумма моментов всех внешних сил равна нулю. следовательно, и момент силы натяжения нити, относительно оси, проходящей через центр шара, тоже равен нулю, поэтому сила натяжения нити действует по прямой, проходящей через центр шара.
6. Для шара в ИСО применим 3 закон Ньютона.



Второй закон Ньютона в этом случае

$$\vec{F}_A + m\vec{g} + \vec{T} + \vec{N} = m\vec{a},$$

где F_A – сила Архимеда, T – сила натяжения нити, a – ускорение тела.

Так как тело покоится, то его ускорение равно 0.

Запишем второй закон Ньютона в проекциях на ось y

$$F_A - mg + T \cos \alpha = 0 \rightarrow T = \frac{1}{\cos \alpha} (mg - F_A)$$

С учетом того, что сила Архимеда равна

$$F_A = \rho_0 g V = \rho_0 g \frac{m}{\rho}$$

ρ_0 – плотность жидкости, V – объем погруженной части тела, ρ – плотность алюминия.

$$T = \frac{1}{\cos \alpha} \left(mg - \rho_0 g \frac{m}{\rho} \right)$$

Запишем второй закон Ньютона в проекциях на ось x

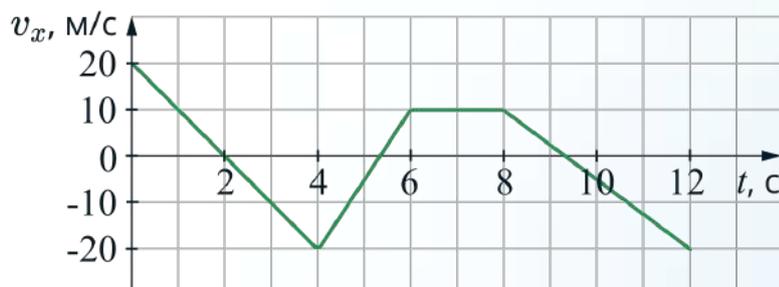
$$N - T \sin \alpha = 0 \rightarrow N = T \sin \alpha$$

По третьему закону Ньютона $F_1 = T$, а $F_2 = N$. Тогда искомая разница сил:

$$\begin{aligned} F_1 - F_2 &= T - N = T - T \sin \alpha = T(1 - \sin \alpha) = \frac{1}{\cos \alpha} \left(mg - \rho_0 g \frac{m}{\rho} \right) (1 - \sin \alpha) = \\ &= \frac{2}{\sqrt{3}} \left(5 \cdot 10 - 1000 \cdot 10 \cdot \frac{5}{2700} \right) \left(1 - \frac{1}{2} \right) = 18,2 \text{ Н} \end{aligned}$$

Вариант №13

Задача 1 На рисунке приведён график зависимости проекции V_x , скорости тела от времени t . Определите проекцию a_x , ускорения этого тела в интервале времени от 8 до 12 с.



Решение

В интервале времени от 8 до 12 с движение является равноускоренным. Проекция ускорения находится по следующей формуле:

$$a_x = \frac{V_2 - V_1}{\Delta t} = \frac{-20 - 10}{4} = -7,5 \text{ м/с}^2$$

Задача 2 На тело массой 10 кг, которое движется по горизонтальной поверхности, действует сила трения скольжения 40 Н. Чему будет равна сила трения скольжения, если уменьшить массу тела в 4 раза (коэффициент трения не изменится)?

Решение

Формула для силы трения $F_{\text{тр}} = \mu N$. В данном случае, так как тело движется горизонтально, то $N = mg$, поэтому $F_{\text{тр}} = \mu mg$.

Из этой формулы видно, что при уменьшении массы в 4 раза, сила уменьшится тоже в 4 раза. Следовательно, сила трения станет равной 10 Н.

Задача 3 Камень массой 0,15 кг бросили вертикально вверх. На какую максимальную высоту поднялся камень, если его бросили с начальной скоростью $V_0 = 10 \text{ м/с}$? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Решение

Так как по условию мы пренебрегаем сопротивлением воздуха, мы можем использовать закон сохранения механической энергии:

$$E_k = E_{\text{п}}$$

$$E_k = \frac{mV^2}{2}; \quad E_{\text{п}} = mgh$$

Подставляя формулы энергий в равенство, можем найти высоту:

$$h = \frac{mV_0^2}{2mg} = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{10^2}{2 \cdot 10} = 5 \text{ м}$$

Задача 4 Какова частота звуковых волн, если в среде длина волны составляет 3 м, а скорость распространения 1800 м/с?

Решение

Формула для расчета частоты:

$$\nu = \frac{v}{\lambda} = \frac{1800}{3} = 600 \text{ Гц}$$

Задача 5 Автомобиль массой 3 т проезжает верхнюю точку выпуклого моста, радиус кривизны которого равен 60 м, двигаясь с постоянной скоростью 54 км/ч.

Из приведённого ниже списка выберите **все** правильных утверждения, характеризующих движение автомобиля.

1. Сила, с которой автомобиль действует на мост, направлена вертикально вниз и равна 18750 Н.
2. Сила, с которой мост действует на автомобиль, больше 20000 Н и направлена вертикально вверх.
3. Сила тяжести, действующая на автомобиль, равна 25000 Н.
4. Центробежное ускорение автомобиля равно 3,75 м/с².
5. Сумма сил, действующих на автомобиль, направлена вертикально вверх.

Решение

1) Верно

Сила, с которой автомобиль действует на мост, равна весу тела. По третьему закону Ньютона $P = N$.

Спроецируем второй закон Ньютона на вертикальную ось:

$$mg - N = ma_{\text{цс}}$$

$$N = m(g - a_{\text{цс}})$$

Найдем центробежное ускорение:

$$a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{R} = \frac{15^2}{60} = 3,75 \text{ м/с}^2.$$

$$N = 3000(10 - 3,75) = 18750 \text{ Н}$$

2) Неверно

Сила, с которой мост действует на автомобиль. сила реакции опоры, направлена вертикально вверх, и она меньше 20000 Н (см. пункт 1).

3) Неверно

Сила тяжести равна: $mg = 3000 \cdot 10 = 30000$ кг

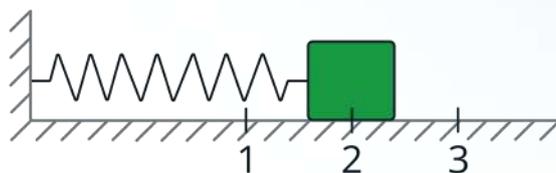
4) Верно

Да, см. пункт 1.

5) Неверно

Равнодействующая сил реакции опоры N и силы тяжести mg по второму закону Ньютона сонаправлена с вектором ускорения. А так как автомобиль движется по окружности, то ускорение направлено к центру окружности, то есть вниз. Следовательно, и равнодействующая направлена вниз.

Задача 6 Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются кинетическая энергия груза и жёсткость пружины при движении груза маятника от точки 3 к точке 2?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась

2) уменьшилась

3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

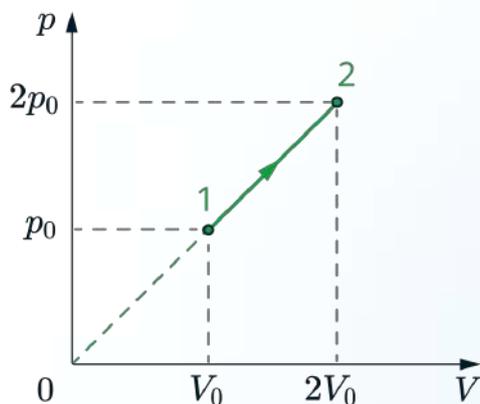
Кинетическая энергия груза	Жёсткость пружины

Решение

В точке 2 скорость движения груза максимально, следовательно, кинетическая энергия груза маятника, равная $E_k = \frac{mv^2}{2}$, будет максимальной. Тогда при движении груза от точки 3 к точке 2 **кинетическая энергия будет увеличиваться**.

Т.к. жесткость пружины зависит только от материала пружины, то при движении груза **жёсткость пружины не меняется**.

Задача 7 В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Газ переходит из состояния 1 в состояние 2, как показано на рисунке. Чему равно отношение температуры газа в состоянии 1 к его температуре в состоянии 2?



Решение

Температуру идеального газа можно выразить из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT \rightarrow T = \frac{pV}{\nu R}$$

Из графика процесса видно, что в состоянии 2 давление и объем в два раза выше, чем в состоянии 1. Составим отношение температур:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_0 V_0}{\nu R} \cdot \frac{\nu R}{2p_0 \cdot 2V_0} = \frac{1}{4} = 0,25$$

Задача 8 Внутренняя энергия газа в процессе эксперимента увеличилась на 33 кДж, при этом внешние силы совершили работу над газом, равную 51 кДж. Какое количество теплоты газ отдал окружающей среде?

Решение По первому закону термодинамики:

$$Q = \Delta U + A,$$

где Q — количество теплоты, ΔU — изменение внутренней энергии газа, а A — работа, совершенная газом.

$$A = -A_{\text{вн}},$$

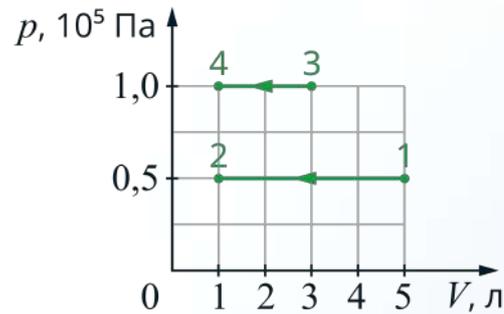
где $A_{\text{вн}}$ — работа внешних сил над газом.

Отсюда:

$$Q = \Delta U - A_{\text{вн}} = 33 \text{ кДж} - 51 \text{ кДж} = -18 \text{ кДж}$$

Значит, газ отдал окружающей среде количество теплоты, равное 18 кДж.

Задача 9 На pV -диаграмме показаны два процесса, проведённые с одним и тем же количеством газообразного аргона.



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процессы на графике.

1. Работа, совершённая внешними силами над аргоном, в процессах 1-2 и 3-4 одинакова.
2. В процессе 3-4 абсолютная температура аргона изобарно уменьшилась в 5 раз.
3. В процессе 1-2 давление аргона в 2 раза больше, чем в процессе 3-4.
4. В процессе 1-2 аргон изобарно увеличил свой объём на 4 л.
5. В процессе 1-2 внутренняя энергия аргона уменьшилась в 5 раз.

Решение

1) **Верно**

Работа над газом в изобарном процессе:

$$A = -p\Delta V$$

Тогда для первого и второго процесса:

$$A_{12} = -0,5 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot (-4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3) = 200 \text{ Дж}$$

$$A_{34} = -1 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot (-2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3) = 200 \text{ Дж.}$$

То есть работа над газом в обоих процессах одинакова.

2) **Неверно**

Из закона Менделеева-Клапейрона для постоянного количества газа:

$$\frac{pV}{T} = \nu R,$$

где T – температура, ν – количество вещества, R – универсальная газовая постоянная. Так как давление постоянно, а объём газа уменьшается в 3 раза, то температура также уменьшается в 3 раза.

3) **Неверно**

Нет, по графику давление в 1-2 в 2 раза больше, чем в процессе 3-4.

4) Неверно

Нет, объём уменьшается на 4 л.

5) Верно

Из закона Менделеева-Клапейрона для постоянного количества газа:

$$\frac{pV}{T} = \nu R,$$

где T – температура, ν – количество вещества, R – универсальная газовая постоянная. Так как давление постоянно, а объём газа уменьшается в 5 раза, то температура также уменьшается в 5 раза.

Внутренняя энергия равна

$$U = \frac{3}{2}\nu RT,$$

так как температура уменьшилась в 5 раз, то и внутренняя энергия уменьшается в 5 раз.

Задача 10 Вертикальный гладкий цилиндр закрыт подвижным поршнем. Под поршнем в цилиндре находится 1 моль неона. Объём цилиндра медленно уменьшают, сохраняя температуру неона неизменной. Как изменяются в этом процессе средняя кинетическая энергия неона и концентрация его молекул?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул неона	Концентрация молекул неона

Решение

Средняя кинетическая энергия

$$E = \frac{3}{2}kT.$$

Так как по условию температура не изменяют, то средняя кинетическая энергия также не изменяется .

Объём уменьшается.

Концентрация молекул газа вычисляется по формуле

$$n = \frac{N}{V}.$$

Т.к. количество вещества не изменяется, то за счёт уменьшения объёма концентрация молекул увеличивается.

Задача 11 Сила тока, текущего по проводнику, равна 2 А. За какое время по проводнику проходит заряд 50 Кл?

Решение

Распишем силу тока:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

Выразим время:

$$\Delta t = \frac{\Delta q}{I} = \frac{50}{2} = 25 \text{ с}$$

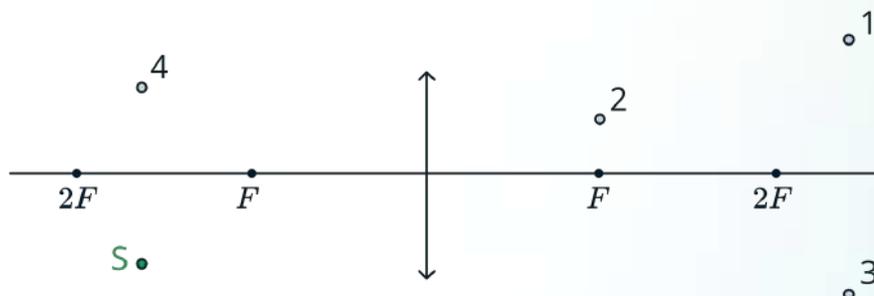
Задача 12 По проволочной катушке протекает постоянный электрический ток силой 3 А. При этом поток вектора магнитной индукции через контур, ограниченный витками катушки, равен 8 мВб. Электрический ток какой силы должен протекать по катушке для того, чтобы поток вектора магнитной индукции через указанный контур был равен 12 мВб?

Решение

При протекании тока через катушку индуктивности возникает магнитный поток, численно равный $\Phi = LI$. Поскольку катушку в ходе эксперимента не меняли, индуктивность будет величиной постоянной $L = const$. Тогда:

$$\frac{\Phi_1}{I_1} = \frac{\Phi_2}{I_2} \rightarrow I_2 = \frac{I_1 \Phi_2}{\Phi_1} = \frac{3 \cdot 12 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 10^{-3}} = 4,5 \text{ А}$$

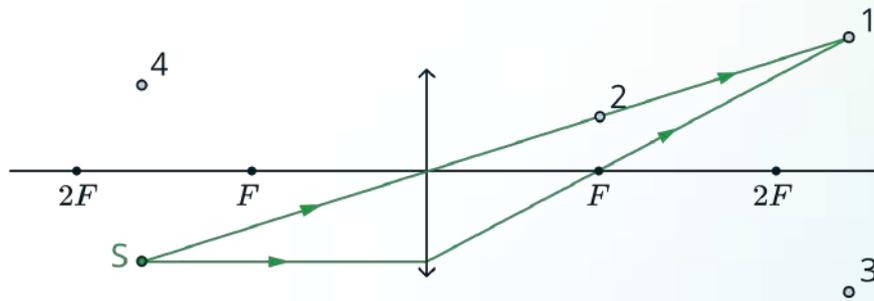
Задача 13 Какая из точек 1-4 является изображением точки S (см. рисунок), создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием F ?



Решение

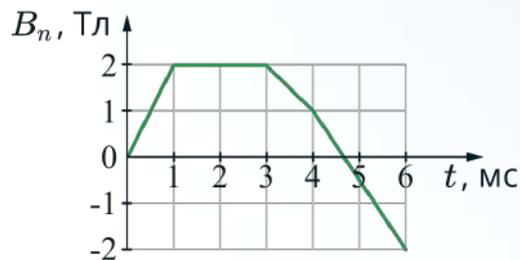
Проведём первый луч параллельно главной оптической оси, после преломления он пройдёт через фокус. Вторым луч направим через центр линзы, он не преломляется. Пересе-

чение этих лучей и даст изображение источника.



В данном случае это точка 1.

Задача 14 Проволочная рамка площадью 30 см^2 помещена в однородное магнитное поле. Проекция B_n индукции магнитного поля на нормаль к плоскости рамки изменяется во времени t согласно графику на рисунке.



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения о процессах, происходящих в рамке.

1. Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке максимален в интервале времени от 0 до 1 мс.
2. Магнитный поток через рамку в интервале времени от 1 до 3 мс равен 2 мВб.
3. Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке минимален в интервале времени от 0 до 1 мс.
4. Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке в интервале времени от 3 до 4 мс равен 3 В.
5. Скорость изменения магнитного потока через рамку максимальна в интервале времени от 4 до 6 мс.

Решение

1) Верно

Модуль ЭДС индукции равен:

$$|\mathcal{E}_i| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t},$$

где $\Delta\Phi$ – изменение магнитного потока за время Δt .

Магнитный поток равен:

$$\Phi = B_n S,$$

где S – площадь рамки.

То есть чем больше изменение B_n за время, тем больше ЭДС индукции. Максимальное изменение в интервале от 0 до 1 мс.

2) Неверно

Магнитный поток равен:

$$\Phi = B_n S,$$

где S – площадь рамки.

Тогда

$$\Phi = 2 \text{ Тл} \cdot 30 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 6 \text{ мВб}$$

3) Неверно

Модуль ЭДС индукции равен:

$$|\mathcal{E}_i| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t},$$

где $\Delta\Phi$ – изменение магнитного потока за время Δt .

То есть чем меньше изменение B_n за время, тем меньше ЭДС индукции. Минимальное изменение равно нулю в интервале от 1 до 3 с.

4) Верно

Модуль ЭДС индукции равен:

$$|\mathcal{E}_i| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t},$$

где $\Delta\Phi$ – изменение магнитного потока за время Δt .

В данном случае:

$$|\mathcal{E}_i| = \frac{\Delta B_n \cdot S}{\Delta t} = \frac{1 \text{ Тл} \cdot 30 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2}{1 \text{ мс}} = 3 \text{ В}$$

5) Неверно

Скорость изменения магнитного потока равна

$$\Phi' = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B_n S}{\Delta t},$$

значит, чем больше изменение индукции, тем быстрее изменяется магнитный поток. В данном случае от 0 до 1 мс – 2 Тл/мс, от 1 до 3 мс – 0 Тл/мс, от 3 до 4 мс – 1 Тл/мс, от 4 до 6 мс – 1,5 Тл/мс

Задача 15 Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле. Как изменится время одного оборота электрона и радиус окружности, по которой он движется, если увеличить его скорость?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. увеличится
2. уменьшится
3. не изменится

Время одного оборота	Радиус окружности

Решение

Время одного оборота – период обращения. Второй закон Ньютона:

$$F_L = ma_{цс}$$

Распишем центростремительное ускорение, как $\frac{v^2}{R}$, а силу Лоренца как:

$$F_L = Bvq\sin\alpha$$

где B – модуль вектора магнитной индукции, v – скорость заряда, q – заряд, α – угол между вектором магнитного поля и скоростью движения частицы.

$$Bvq = \frac{mv^2}{R}$$

Выразим радиус вращения

$$R = \frac{mv}{Bq}$$

Период же находится по формуле:

$$T = \frac{2\pi R}{v}$$

Подставив в формулу периода радиус, получим

$$T = \frac{2\pi m}{Bq}$$

Так как период не зависит от скорости, значит он не зависит от кинетической энергии (так как масса не изменяется), следовательно, период не изменяется.

Радиус окружности из второго закона Ньютона

$$R = \frac{mv}{Bq}.$$

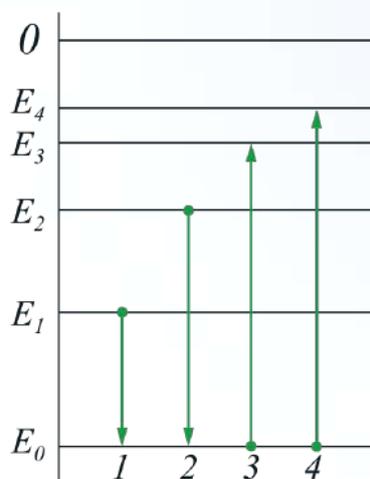
так как v увеличивается, то радиус увеличивается.

Задача 16 Дан изотоп калия ${}_{19}^{42}K$, его период полураспада равен 12,4 ч, сколько распадов произойдет за 62 часа?

Решение

За 62 часа пройдет время, равное $\frac{62}{12,4} = 5$ периодам полураспада.

Задача 17 На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наименьшей частоты, а какой – с излучением света наибольшей частоты?



Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами

ПРОЦЕССЫ	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ
А) поглощение света наименьшей частоты	1) 1
	2) 2
Б) излучение света наибольшей частоты	3) 3
	4) 4

Решение

По второму постулату Бора энергия перехода равна:

$$E = E_i - E_j,$$

где E_i – энергия на начальном уровне, E_j – энергия на конечном уровне.
Энергия перехода можно также найти по формуле:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}, \quad (1)$$

где ν – частота, λ – длина волны.

А) Поглощение – переход с более низкого уровня на более высокие, при этом так как частота минимальна, то

$$\frac{hc}{\lambda} = E_i - E_j,$$

энергия поглощенного фотона минимальна, значит, уровни находятся ближе друг к другу (3).

Б) Излучение с наименьшей энергией от более высокого, к более низкому, при этом так как частота максимальна, то

$$h\nu = E_i - E_j,$$

энергия излученного фотона максимальна, значит, уровни находятся дальше друг от друга (2).

Задача 18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. Сила трения, действующая на покоящуюся шайбу, лежащую на наклонной плоскости, по мере уменьшения угла наклона уменьшается.
2. При изотермическом расширении постоянной массы идеального газа его внутренняя энергия уменьшается.
3. В металлических проводниках электрический ток представляет собой упорядоченное движение свободных электронов, происходящее на фоне их теплового движения.
4. Разноимённые полюса постоянных магнитов отталкиваются друг от друга.
5. Под энергией связи ядра понимают ту энергию, которая необходима для отрыва от ядра всех электронов нейтрального атома.

Решение

1) Верно

Да, сила трения покоя уменьшается при уменьшении угла наклона, т.к. требуется меньше «силы», чтобы удержать шайбу на месте.

2) Неверно

Внутренняя энергия равна:

$$U = \frac{3}{2}\nu RT,$$

где ν – количество вещества, T – температура.

Так как при изотермическом процессе $T = const$, то внутренняя энергия газа не меняется.

3) Верно

Да, в проводниках электрический ток вызывается движением свободных электронов.

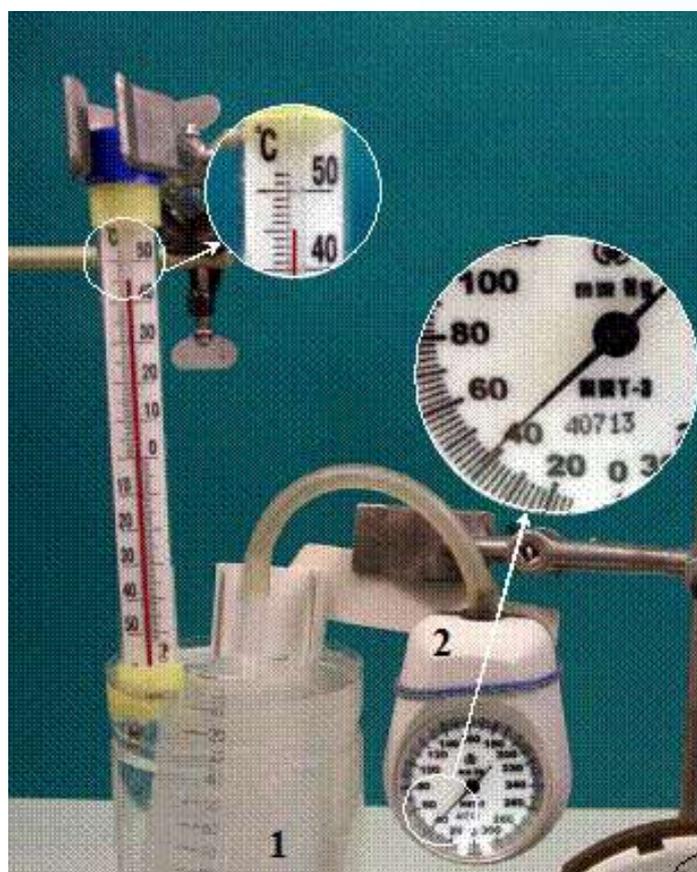
4) Неверно

Разноименные позиции полюсов притягиваются, а одноименные отталкиваются.

5) Неверно

Нет, энергия связи ядра – это энергия, связывающая нуклоны (протоны и нейтроны) в самом ядре.

Задача 19 При исследовании зависимости давления в газе от температуры ученик измерял температуру в сосуде с газом с помощью термометра. Погрешность измерений температуры равна цене деления шкалы термометра. Чему равна температура газа по результатам этих измерений? Запишите в ответ показания термометра с учётом погрешности измерений.



Решение

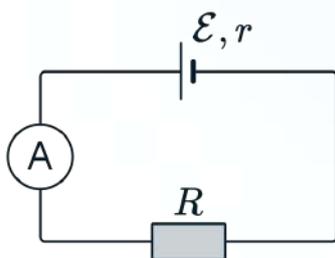
Найдём цену деления термометра:

$$n = \frac{50 - 40}{10} = 1C^{\circ}$$

Следовательно, результат измерения можно записать в виде:

$$45 \pm 1C^{\circ}$$

Задача 20 Ученик изучает законы постоянного тока. В его распоряжении имеется пять аналогичных электрических цепей (см. рисунок) с различными источниками и внешними сопротивлениями, характеристики которых указаны в таблице. Какие две цепи необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость силы тока, протекающего в цепи, от внутреннего сопротивления источника?

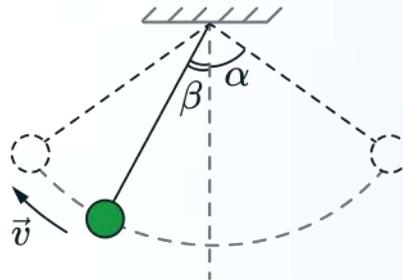


№ цепи	ЭДС источника E , В	Внутреннее сопротивление источника r , Ом	Внешнее сопротивление R , Ом
1	12	2	10
2	14	4	14
3	16	3	10
4	24	2	12
5	24	4	12

Решение

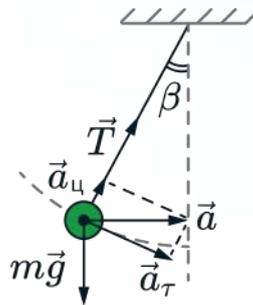
Нужно взять все величины одинаковыми, кроме внутреннего сопротивления, то есть установки 4 и 5.

Задача 21 Маленький шарик, подвешенный к потолку на лёгкой нерастяжимой нити, совершает колебания в вертикальной плоскости. Максимальное отклонение нити от вертикали составляет угол $\alpha = 60^\circ$. Сделайте рисунок с указанием сил, приложенных к шарiku в тот момент, когда шарик движется влево-вверх, а нить образует угол $\beta = 30^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шарика (по нити, перпендикулярно нити, внутрь траектории, наружу от траектории). Ответ обоснуйте. Сопротивление воздуха не учитывать.



Решение

1) Сделаем рисунок с расстановкой всех сил



На шарик действует сила тяжести mg , сила натяжения нити T .

2) Также у шарика при $v \neq const$ есть центростремительное $a_{ц}$ и тангенциальное ускорение a_{τ} . Причем тангенциальное ускорение направлено к положению равновесия и равно $g \sin \beta$, а центростремительное ускорение направлено в центр.

3) Ускорение тела будет векторное сложение тангенциального и центростремительного ускорений

$$\vec{a} = \vec{a}_{ц} + \vec{a}_{\tau}$$

Значит ускорение направлено под некоторым углом правее внутрь траектории.

Задача 22 Имеется герметичный сосуд с жесткими стенками и объемом 2 литра, из него выкачали весь воздух вплоть до вакуума, внутри разбили пробирку с водой объемом 4 см^3 . Какая часть воды (относительно начальной массы) испарилась, если в сосуде поддерживалась температура 16°C ? Давление насыщенного водяного пара при различной температуре показано в таблице.

$t, ^\circ \text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18	22	25	28	32	36	40	74	200

Решение

Если в сосуде вакуум, то давление в нем равно нулю. Если поместить в такой сосуд воду, она начнет интенсивно испаряться. Если воды было достаточное количество, то через какое-то время в сосуде влажность достигнет 100% , т.е. пар станет насыщенным. Найдем необходимую массу водяного пара $m_{\text{п}}$ для того, чтобы давление пара сравнялось с давлением насыщенного пара $p_{\text{нп}}$ при заданной температуре, из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$$p_{\text{нп}}V = \frac{m_{\text{п}}}{M}RT \rightarrow m_{\text{п}} = \frac{Mp_{\text{нп}}V}{RT},$$

где V – объем сосуда (объемом оставшейся воды в сосуде можно пренебречь, т.к. изначально объем воды V_B был много меньше объема сосуда), M – молярная масса воды (18 г/моль).

Изначально в сосуде была масса воды $m_0 = \rho_B \cdot V_B$, где ρ_B – плотность воды.

Найдем, какую часть составляет масса пара от изначальной массы воды в сосуде:

$$\frac{m_{\text{п}}}{m_0} = \frac{Mp_{\text{нп}}V}{RT\rho_B \cdot V_B} = \frac{18 \cdot 10^{-3} \cdot 18 \cdot 10^2 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot (16 + 273) \cdot 1000 \cdot 4 \cdot 10^{-6}} \approx 0,0067 \rightarrow 0,67\%$$

Задача 23 Дифракционная решетка с периодом $d = 10^{-5} \text{ м}$ расположена параллельно экрану на расстоянии $L = 1,8 \text{ м}$ от него. Какого порядка k максимум в спектре будет наблюдаться на экране на расстоянии $l = 21 \text{ см}$ от центра дифракционной картины при освещении решетки нормально падающим параллельным пучком света с длиной волны $\lambda = 580 \text{ нм}$? Считать $\sin \alpha \approx \text{tg} \alpha$.

Решение



Из рисунка тангенс α равен:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta x}{L}$$

Так как $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha$, то

$$\sin \alpha = \frac{\Delta x}{L}.$$

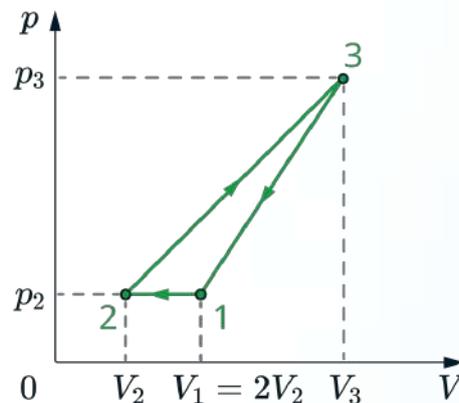
Введем величины: d — период дифракционной решетки, λ — длина волны лучей, k — порядок спектра. Запишем уравнение дифракционной решётки:

$$d \sin \alpha = k \lambda.$$

Отсюда:

$$k = \frac{d \Delta x}{\lambda L} = \frac{10^{-5} \text{ м} \cdot 0,21 \text{ м}}{580 \cdot 10^{-9} \text{ м} \cdot 1,8 \text{ м}} = 2$$

Задача 24 В цикле теплового двигателя, изображенном на диаграмме, используется в качестве рабочего тела некоторое количество одноатомного идеального газа. Чему равен КПД теплового двигателя η , если $p_3 = 4p_2$, $V_3 = 4V_2 = 2V_1$?



Решение

Работа газа в процессе равна площади треугольника.

$$A = \frac{1}{2} \cdot (4p_2 - p_2) \cdot (2V_2 - V_2) = \frac{3}{2}p_2V_2.$$

По первому закону термодинамики

$$Q = \Delta U + A, \quad (1)$$

где ΔU – изменение внутренней энергии, A – работа газа.

Внутренняя энергия равна

$$U = \frac{3}{2}\nu RT, \quad (2)$$

где ν – количество газа, T – температура газа.

Уравнение Менделеева-Клапейрона имеет вид:

$$pV = \nu RT \Rightarrow \frac{pV}{T} = \nu R = \text{const}.$$

Найдем в каких процессах газ получает положительное количество теплоты.

Процесс 1–2:

Объём газа уменьшается $A_{12} < 0$. Давление постоянно, значит, из уравнения

$$\frac{pV}{T} = \text{const}$$

температура уменьшается и $\Delta U_{12} < 0$. Из первого закона термодинамики

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} < 0$$

газ отдает положительное количество теплоты.

Процесс 2–3:

Объём увеличивается, значит, работа газа $A_{23} > 0$ и при этом давление также увеличивается, значит, из уравнения

$$\frac{pV}{T} = \text{const}$$

температура увеличивается и $\Delta U_{23} > 0$. Из первого закона термодинамики

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} > 0$$

газ получает положительное количество теплоты.

Процесс 3-1:

Объём уменьшается, значит, работа газа $A_{31} < 0$ и при этом давление также уменьшается, значит, из уравнения

$$\frac{pV}{T} = const$$

температура уменьшается и $\Delta U_{31} < 0$. Из первого закона термодинамики

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} < 0$$

газ отдаёт положительное количество теплоты.

Изменение внутренней энергии равно:

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)$$

С учётом уравнения Клапейрона-Менделеева:

$$p_2V_2 = \nu RT_2 \quad p_3V_3 = \nu RT_3.$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2}(4p_2 \cdot 4V_2 - p_2V_2) = \frac{45}{2}p_2V_2.$$

Работа газа на участке 2-3 ищется как площадь под графиком:

$$A_{23} = \frac{p_2 + 4p_2}{2} \cdot (4V_2 - V_2) = \frac{15}{2}p_2V_2$$

Тогда

$$Q_{23} = \frac{45}{2}p_2V_2 + \frac{15}{2}p_2V_2 = 30p_2V_2.$$

Откуда КПД

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{\frac{3}{2}p_2V_2}{\frac{60}{2}p_2V_2} = \frac{1}{20} = 0,05.$$

Задача 25 Имеется плоская горизонтальная рамка площадью $S = 0,1 \text{ м}^2$ и сопротивлением $R = 5 \text{ Ом}$. Рамка расположена в однородном магнитном поле перпендикулярно векторам магнитной индукции. Магнитная индукция уменьшилась от некоторого значения B_1 до $B_2 = 0,1 \text{ Тл}$, при этом по контуру прошел заряд $\Delta q = 0,008 \text{ Кл}$. Определите, чему равно B_1 .

Решение

Поскольку вектор магнитной индукции \vec{B} перпендикулярен плоскости рамки, магнитный поток через рамку будет иметь следующий вид:

$$\Phi = BS \cdot \cos \alpha = BS, \quad \cos \alpha = 1$$

Если поле меняется, то меняется и магнитный поток. По закону Фарадея, при изменении магнитного потока в контуре возникает ЭДС индукции, по модулю равная:

$$\mathcal{E} = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{\Delta B \cdot S}{\Delta t} \right|$$

ЭДС индукции вызывает индукционный ток I_i в рамке. Из закона Ома:

$$I_i = \frac{\mathcal{E}}{R} \rightarrow \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

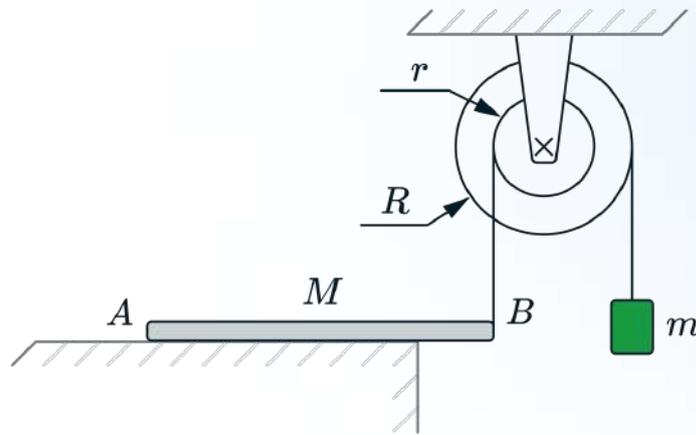
Совместим это уравнение в формулой для ЭДС:

$$\frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{|\Delta B| \cdot S}{\Delta t} \rightarrow |\Delta B| = B_1 - B_2 = \frac{\Delta q R}{S}$$

Выражаем отсюда B_1 :

$$B_1 = B_2 + \frac{\Delta q R}{S} = 0,1 + \frac{0,008 \cdot 5}{0,1} = 0,5 \text{ Тл}$$

Задача 26 Однородный брусок AB массой M постоянного прямоугольного сечения лежит на гладкой горизонтальной поверхности стола, свешиваясь с него менее чем наполовину (см. рисунок). К правому концу бруска прикреплена лёгкая нерастяжимая нить. Другой конец нити закреплён на меньшем из двух дисков идеального составного блока. На большем диске этого блока закреплена другая лёгкая нерастяжимая нить, на которой висит груз массой $m = 1$ кг. Диски скреплены друг с другом, образуя единое целое. $R = 10$ см, $r = 5$ см. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на брусок M , блок и груз m . Найдите минимальное значение M , при котором система тел остаётся неподвижной. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



Обоснование

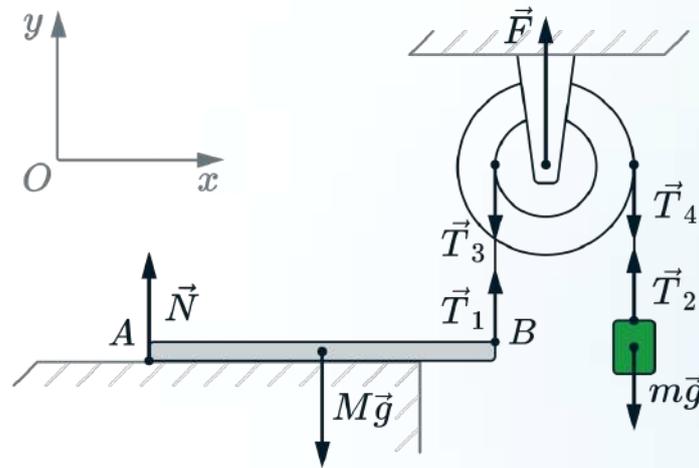
1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной (ИСО).
2. Брусок перед отрывом его правого края от поверхности стола будем считать твёрдым телом с осью вращения, проходящей перпендикулярно плоскости рисунка через точку A . Условие равновесия относительно вращения твёрдого тела на оси – равенство нулю суммы моментов сил, приложенных к телу, относительно этой оси.
3. Нити нерастяжимы, поэтому, если покоится брусок, то покоятся и все остальные тела системы.
4. Нити лёгкие, поэтому величина силы натяжения каждой нити в любой её точке одна и та же. В том числе: $T_1 = T_3$, $T_2 = T_4$ (см. рисунок в решении).
5. Блок идеальный (трения в осях нет, масса блока пренебрежимо мала). Поэтому условие равновесия блока – равенство нулю суммы моментов сил натяжения нитей относительно оси блока.
6. Груз может двигаться только поступательно вдоль вертикальной оси Oy , лежащей в плоскости рисунка. Поэтому для груза используем модель материальной точки и применим второй закон Ньютона. Вследствие этого условие равновесия – сумма приложенных к грузу сил равна нулю.

Решение

Брусок начнёт отрываться от поверхности стола, когда сила реакции опоры со стороны стола станет равна нулю. Рассмотрим случай минимальности груза. Брусок ещё покоится

на столе, но касается стола только в точке A , тогда сила реакции опоры приложена в точке A и направлена вертикально вверх.

Расставим силы, действующие на брусок M , блок и груз m .



Запишем уравнение моментов относительно оси, проходящей перпендикулярно рисунку в точке A :

$$T_1 \cdot AB - Mg \cdot \frac{AB}{2} = 0.$$

Отсюда

$$T_1 = \frac{Mg}{2}. \quad (1)$$

Запишем второй закон Ньютона для груза m

$$\vec{T}_2 + m\vec{g} = m\vec{a},$$

где a – ускорение груза.

Так как система покоится, то $a = 0$. Спроецируем второй закон Ньютона на оси Oy :

$$T_2 - mg = 0 \Rightarrow T_2 = mg. \quad (2)$$

Аналогично правило моментов для блока, относительно оси, проходящей через его центр:

$$T_3 \cdot r = T_4 \cdot R$$

Из условия лёгкости нити $T_1 = T_3, T_2 = T_4$, тогда

$$T_1 \cdot r = T_2 \cdot R \quad (3)$$

Подставим (1) и (2) в (3)

$$\frac{Mg}{2} \cdot r = mg \cdot R \Rightarrow M = 2m \cdot \frac{R}{r} = 2 \cdot 1 \text{ кг} \cdot \frac{0,1 \text{ м}}{0,05 \text{ м}} = 4 \text{ кг}$$



ШКОЛКОВО

Спецификация

от Виталича

Задача 1

1 балл **механика**

Тема: Кинематика

- Равномерное прямолинейное движение
- Равноускоренное прямолинейное движение

Задача 2

1 балл **механика**

Тема: Динамика

- II Закон Ньютона
- Закон всемирного тяготения. Сила тяжести
- Сила упругости. Закон Гука
- Сила трения

Задача 3

1 балл **механика**

Тема: Законы сохранения в механике

- Импульс
- Закон изменения и сохранения импульса
- Работа силы
- Кинетическая энергия
- Потенциальная энергия силы тяжести
- Потенциальная энергия пружины
- Законы сохранения и изменения энергии

Задача 4

1 балл **механика**

Тема: Статика и колебания

- Моменты силы
- Условия равновесия тела
- Закон Архимеда
- Период и частота колебаний
- Период математического и пружинного маятников
- Механические волны. Скорость распространения и длина волны



Задача 5

2 балла

механика

Тема: Выбор всех (2–3) верных утверждений по механике

- Кинематика
- Динамика
- Статика
- Законы сохранения
- Механические колебания и волны

Задача 6

2 балла

механика

Тема: Определение характера изменения физ. величин, соответствие между физическими величинами и графиками

- Кинематика
- Динамика
- Статика
- Законы сохранения
- Механические колебания и волны

Задача 7

1 балл

молекулярная физика и термодинамика

Тема: Молекулярная физика (МКТ)

- Кинетическая энергия молекулы газа
- Уравнение $p = nkT$
- Уравнение Менделеева–Клапейрона
- Внутренняя энергия одноатомного идеального газа
- Изопроцессы. Газовые законы

Задача 8

1 балл

молекулярная физика и термодинамика

Тема: Термодинамика

- Количество теплоты
- Тепловые явления
- Работа идеального газа
- Первый закон Термодинамики
- Адиабатический процесс
- КПД тепловых двигателей
- КПД цикла Карно



Задача 9

2 балла

молекулярная физика и термодинамика

Тема: Выбор всех (2–3) верных утверждений по МКТ и термодинамике

- Молекулярная физика
- Термодинамика
- Тепловые явления
- Влажность. Водяной пар

Задача 10

2 балла

молекулярная физика и термодинамика

Тема: Определение характера изменения физ. величин, соответствие между физическими величинами и графиками

- Молекулярная физика
- Термодинамика
- Тепловые явления
- Влажность. Водяной пар

Задача 11

1 балл

электродинамика и оптика

Тема: Электростатика и электрический ток

- Закон Кулона
- Сила тока
- Закон Ома для участка цепи
- Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца
- Мощность источника тока

Задача 12

1 балл

электродинамика и оптика

Тема: Магнетизм

- Сила Ампера
- Сила Лоренца
- Индуктивность. Самоиндукция
- Энергия катушки индуктивности



Задача 13

1 балл

электродинамика и оптика

Тема: Электромагнитные колебания и геометрическая оптика

- Колебательный контур
- Формула Томсона
- Связь амплитуды силы тока и заряда в колебательном контуре
- Закон отражения света
- Построение изображения в плоском зеркале
- Линзы. Формула тонкой линзы

Задача 14

2 балла

электродинамика и оптика

Тема: Выбор всех (2–3) верных утверждений по электродинамике и оптике

- Электростатика. Электрическое поле
- Электрический ток
- Магнитное поле
- Электромагнитная индукция
- Электромагнитные колебания и волны
- Геометрическая оптика
- Волновая оптика

Задача 15

2 балла

электродинамика и оптика

Тема: Определение характера изменения физ. величин, соответствие между физическими величинами и графиками

- Электростатика. Электрическое поле
- Электрический ток
- Магнитное поле
- Электромагнитная индукция
- Электромагнитные колебания и волны
- Геометрическая оптика
- Волновая оптика



Задача 16

1 балл

квантовая физика

Тема: Квантовая физика

- Планетарная модель атома. Модель и заряд ядра. Массовое число ядра
- Радиоактивность. Виды распадов
- Закон радиоактивного распада
- Ядерные реакции. Деление и синтез ядер

Задача 17

2 балла

квантовая физика

Тема: Выбор всех (2–3) верных утверждений, определение характера изменения физ. величин, соответствие между физическими величинами и графиками

- Корпускулярно-волновой дуализм
- Физика атома
- Физика атомного ядра

Задача 18

2 балла

Тема: Выбор всех (2–3) верных утверждений

- Механика
- МКТ и термодинамика
- Электродинамика
- Оптика
- Квантовая физика

Задача 19

1 балл

Тема: Определение показаний измерительных приборов

Задача 20

1 балл

Тема: Планирование эксперимента. Подбор оборудования

Задача 21

3 балла

Тема: Качественная задача

- Механика
- МКТ и термодинамика
- Электродинамика



Задача 22

2 балла

Тема: Простая расчётная задача

- Механика
- МКТ и термодинамика

Задача 23

2 балла

Тема: Простая расчётная задача

- МКТ и термодинамика
- Электродинамика
- Геометрическая и волновая оптика

Задача 24

3 балла

молекулярная физика и термодинамика

Тема: Сложная расчётная задача

- Молекулярная физика
- Термодинамика
- Тепловые явления
- Влажность. Водяной пар

Задача 25

3 балла

электродинамика

Тема: Сложная расчётная задача

- Электростатика. Электрическое поле
- Электрический ток
- Магнитное поле
- Электромагнитная индукция
- Колебательный контур

Задача 26

4 балла

механика

Тема: Сложная расчётная задача с обоснованием

- Динамика
- Законы сохранения
- Смешанная задача на динамику или законы сохранения с кинематикой
- Статика