

Пробный ЕГЭ № 2 по физике

Полный видеоразбор варианта можно посмотреть [здесь!](#)



Ответы, решения и критерии оценивания

Часть 1

№1

Ответ: 1,5

№7

Ответ: 2

№13

Ответ: 24

№19

Ответ: 31

№2

Ответ: 1,25

№8

Ответ: -1200

№14

Ответ: 40

№20

Ответ: 15

№3

Ответ: 17

№9

Ответ: 50

№15

Ответ: 25

№21

Ответ: 251

№4

Ответ: 34

№10

Ответ: 14

№16

Ответ: 11

№22

Ответ: 0,280,02

№5

Ответ: 12

№11

Ответ: 13

№17

Ответ: 43

№23

Ответ: 14

№6

Ответ: 34

№12

Ответ: 1

№18

Ответ: 73

Часть 2

№24

Ответ: см. решение

№26

Ответ: 61,2 см

№28

Ответ: 1,5

№30

Ответ: 22 Н

№25

Ответ: -7 Дж

№27

Ответ: 0,075

№29

Ответ: $3,6 \cdot 10^{-20}$ кг $\cdot$ м/с

Составитель варианта — [Кондрашкин Артем Витальевич](#).

№1

Координата тела x меняется с течением времени t согласно закону:

$$x = 20 - 6t + 2t^2$$

где t выражено в секундах, а x — в метрах. Через сколько секунд после начала отсчета времени $t = 0$ с проекция вектора скорости тела на ось Ox станет равной нулю?

Ответ

1,5

Решение

Общий вид закона изменения координаты тела со временем при движении с постоянным ускорением имеет вид:

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

Приведенная в условии зависимость координаты тела от времени $x = 20 - 6t + 2t^2$ описывается этой квадратичной зависимостью. Приравнявая коэффициенты при t находим, что проекция на ось Ox начальной скорости равна $v_{0x} = -6$ м/с, а проекция ускорения равна $a_x = 4$ м/с².

Проекция скорости тела на ось Ox станет равной нулю в момент времени, равный:

$$v_x(t) = v_{0x} + a_x t \Rightarrow 0 = -6 + 4t \Rightarrow t = \frac{6 \text{ м/с}}{4 \text{ м/с}^2} = 1,5 \text{ с}$$

Как альтернативный вариант нахождения проекции ускорения, можно взять вторую производную от уравнения координаты:

$$v_x(t) = x'(t) = (20 - 6t + 2t^2)' = -6 + 4t = 0 \Rightarrow t = \frac{6 \text{ м/с}}{4 \text{ м/с}^2} = 1,5 \text{ с}$$

№2

На штативе закреплён школьный 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 уменьшится вдвое?

Ответ

1,25

Решение

Согласно закону Гука $F_{\text{упр}} = k\Delta x$, где k — жесткость пружины, Δx — удлинение пружины. Груз на пружине покоится, то есть силу упругости $F_{\text{упр}}$ уравновешивает сила тяжести груза: $F_{\text{упр}} = mg$, где m — масса груза, g — ускорение свободного падения. Отсюда удлинение пружины:

$$\Delta x = \frac{mg}{k}$$

При уменьшении массы груза m в два раза, удлинение также уменьшится в два раза и составит $\frac{2,5 \text{ см}}{2} = 1,25 \text{ см}$.

№3

Тело движется по прямой. Начальный импульс тела равен 43 кг·м/с. Под действием постоянной силы величиной 13 Н, направленной вдоль этой прямой, за 2 с импульс тела уменьшился. Определите импульс тела в конце указанного промежутка времени.

Ответ

17

Решение

Запишем закон изменения импульса в векторном виде:

$$\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$$

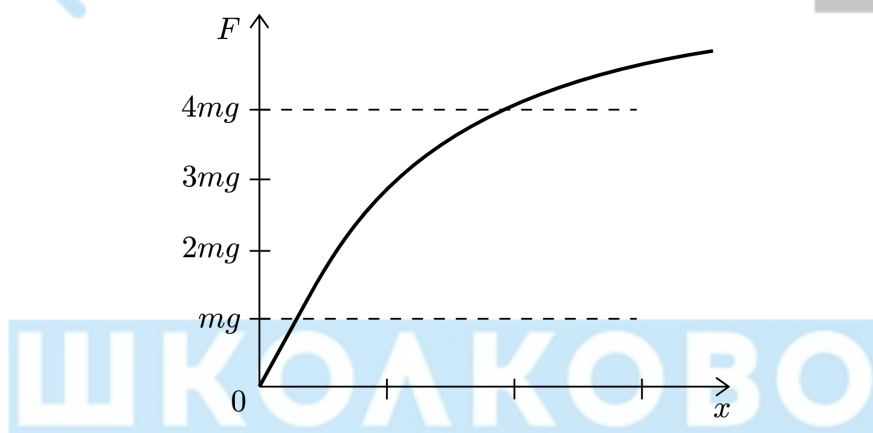
Спроецируем данное уравнение на горизонтальную ось с учетом того, что изменение импульса есть разность конечного и начального импульсов:

$$p_2 - p_1 = -F \Delta t \Rightarrow p_2 = p_1 - F \Delta t$$

$$p_2 = 43 \text{ кг} \cdot \text{м/с} - 13 \text{ Н} \cdot 2 \text{ с} = 17 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$$

№4

Зависимость модуля силы упругости резинового жгута F от удлинения x изображена на графике. Период малых вертикальных свободных колебаний груза массой m , подвешенного на резиноном жгуте, равен T_0 . Выберите все **верные** утверждения, соответствующие данному графику.



- 1) Для удлинения жгута закон Гука выполняется при всех используемых в опыте массах грузов.
- 2) Частота свободных колебаний груза сначала увеличивается, а затем уменьшается.
- 3) При увеличении массы груза период его вертикальных свободных колебаний на резиноном жгуте увеличивается.
- 4) Период T малых вертикальных свободных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению $T > 2T_0$.
- 5) Период T малых вертикальных свободных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению $T < 0,5T_0$.

Ответ

34

Решение

1) **Неверно**

Закон Гука имеет вид $F(x) = -kx$, где k — жёсткость пружины, x — удлинение пружины, F — сила упругости. В случае выполнения закона Гука зависимость $F(x)$ линейная (график в виде прямой) и коэффициент пропорциональности k постоянен. На графике из условия представлена нелинейная зависимость с линейным участком в области малых деформаций (закон Гука выполняется только в этой области).

2) **Неверно**

Зависимость силы упругости от удлинения жгута $F(x)$ нелинейная и коэффициент пропорциональности (жёсткость жгута) не постоянен. Геометрически коэффициент жесткости при определенном растяжении равен тангенсу угла наклона графика в соответствующей точке. Из графика видно, что с увеличением удлинения жесткость жгута уменьшается, поскольку тангенс

угла наклона уменьшается. Частота находится по формуле: $\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$, где m – масса груза. С увеличением массы груза и с уменьшением жесткости жгута, частота уменьшается.

3) Верно

Период обратно пропорционален частоте, так как частота уменьшается (см. п.2), то период увеличивается.

4) Верно

Если бы закон Гука соблюдался для всех масс груза, то период колебаний груза массой $4m$ был бы равен:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{4m}{k}} = 2 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2T_0$$

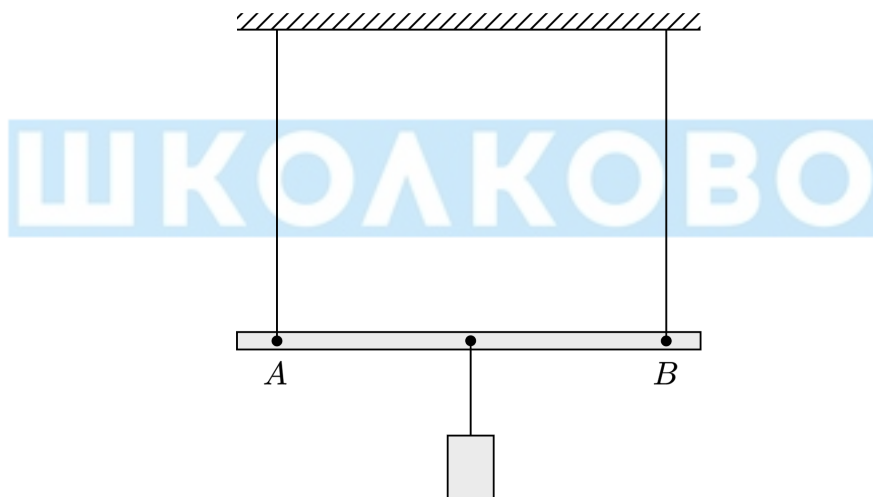
Поскольку это не так и коэффициент жесткости уменьшается (см. п.2), то период колебаний для груза увеличивается и в данном случае становится больше, чем $2T_0$.

5) Неверно

См. п.4.

№5

Лёгкий стержень AB подвешен в горизонтальном положении при помощи вертикальных нитей, привязанных к его концам. К середине стержня подвешен груз. Груз перевешивают ближе к концу A стержня.



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.

Модуль силы натяжения левой нити	Момент действующей на груз силы тяжести относительно точки A

Ответ

12

Решение

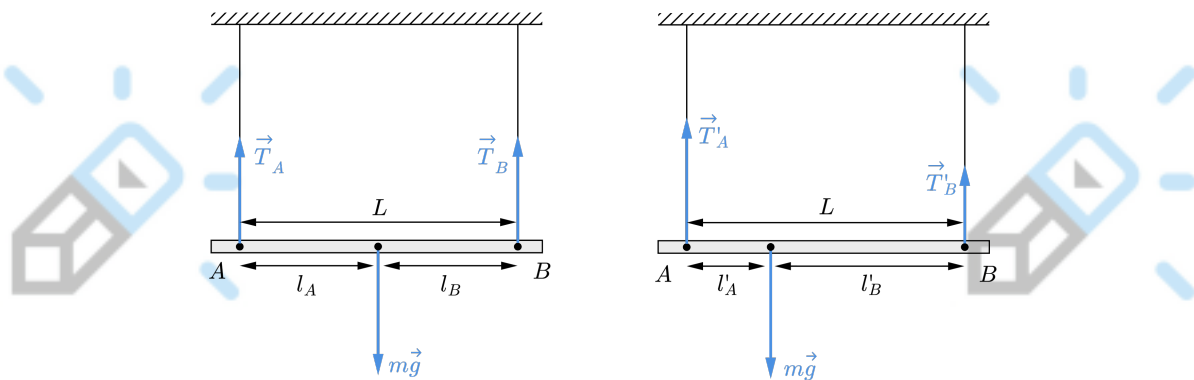
1) Ответ — 1.

Запишем правило моментов относительно точки A :

$$M_{mg} = M_{T_B} \Rightarrow mg \cdot l_A = T_B L$$

После перевешивания груза ближе к точке A сила тяжести не изменяется, плечо l_A уменьшается $l'_A < l_A$. Следовательно, сила натяжения T_B правой нити уменьшается $T'_B < T_B$.

По второму закону Ньютона $T_A + T_B = mg$. Так как сила натяжения T_B правой нити уменьшается и сила тяжести не изменяется, то сила натяжения T_A левой нити увеличивается.



2) Ответ — 2.

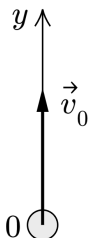
Момент действующей на груз силы тяжести относительно точки A :

$$M_{mg} = mg \cdot l_A$$

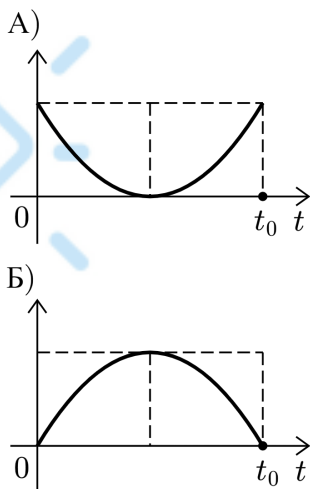
Так как при перевешивании груза ближе к точке A плечо l_A уменьшится $l'_A < l_A$, то и момент действующей на груз силы тяжести относительно точки A уменьшится.

№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.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

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

Ответ
34

Решение

А) Ответ — 3.

Кинетическая энергия шарика равна: $E_k = \frac{mv^2}{2}$. Скорость шарика характеризуется линейной зависимостью от времени: $v_y(t) = v_{0y} - gt$. Найдём зависимость кинетической энергии шарика от времени:

$$E_k(t) = \frac{m(v_{0y} - gt)^2}{2} = \frac{m(v_{0y}^2 - 2v_{0y}gt + (gt)^2)}{2}$$

Отсюда находим квадратичную зависимость, графическим изображением которой является парабола с ветвями вверх (так как перед t^2 стоит знак «плюс»).

Б) Ответ — 4.

Потенциальная энергия шарика равна: $E_{\text{п}} = mgh$. Уравнение движения шарика по оси Oy (зависимость высоты от времени): $h(t) = y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2}$. Найдём зависимость потенциальной энергии шарика от времени:

$$E_{\text{п}}(t) = mg \left(v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} \right)$$

Отсюда находим квадратичную зависимость, графическим изображением которой является парабола с ветвями вниз (так как перед t^2 стоит знак «минус»).

№7

Концентрацию молекул идеального одноатомного газа увеличили в 4 раза. Одновременно в 2 раза уменьшили абсолютную температуру газа. Во сколько раз в результате этого увеличилось давление газа в сосуде?

Ответ

2

Решение

Давление идеального одноатомного газа можно найти по формуле: $p = nkT$. Концентрация n увеличивается в 4 раза, а температура T уменьшается в 2, тогда давление возрастает в 2 раза.

№8

Внутреннюю энергию 2 молей одноатомного идеального газа уменьшили на 800 Дж, а внешние силы совершили над ним работу 400 Дж. Какое количество теплоты отдал газ?

Ответ

-1200

Решение

Запишем первый закон термодинамики:

$$Q = \Delta U - A',$$

где Q — количество теплоты, ΔU — изменение внутренней энергии газа, A' — работа внешних сил над газом. Тогда газ отдал количество теплоты, равное:

$$Q = -800 \text{ Дж} - 400 \text{ Дж} = -1200 \text{ Дж}$$

№9

В цилиндре под поршнем находятся в равновесии воздух, водяной пар и вода. Отношение масс жидкости и пара $\alpha = 1/2$. В медленном изотермическом процессе объём влажного воздуха увеличивается в $k = 3$ раза. Найти относительную влажность воздуха φ в цилиндре в конечном состоянии.

Ответ

Решение

Поскольку по условию водяной пар и вода находятся в равновесии, то по определению пар насыщенный, а значит в начальном состоянии относительная влажность равна $\varphi_1 = 100\%$. При увеличении объема вода начнет испаряться до тех пор, пока вся не испарится.

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для начального состояния:

$$p_n V_0 = \nu_0 R T$$

Сделаем предположение, что вся вода испарилась, тогда масса пара в конечном состоянии увеличится на 50% и станет равна $\frac{3}{2}m$. Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для конечного состояния:

$$p_2 \cdot 3V_0 = \frac{3}{2}\nu_0 R T$$

Из этих двух уравнений находим давление в конечном состоянии:

$$p_2 = \frac{1}{2}p_n$$

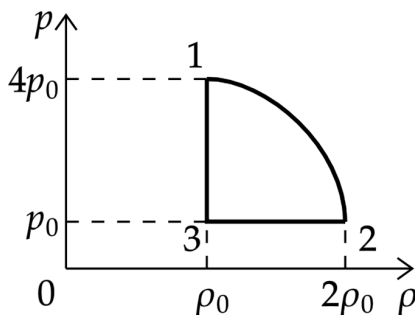
Отсюда относительная влажность в конечном состоянии:

$$\varphi_2 = \frac{p_2}{p_n} = 0,5 = 50\%$$

Таким образом, вся вода испарится и пар перестанет быть насыщенным.

№10

На рисунке показана зависимость давления 2 моль идеального газа p от его плотности ρ в циклическом процессе, совершаемом в идеальном тепловом двигателе. Цикл состоит из двух отрезков прямых и четверти окружности. (Демоверсия 2017)



На основании анализа этого циклического процесса выберите **все** верные утверждения.

- 1) В процессе 1-2 температура газа уменьшается.
- 2) В состоянии 3 температура газа максимальна.
- 3) В процессе 2-3 объём газа уменьшается.
- 4) Отношение максимальной температуры к минимальной температуре в цикле равно 8.
- 5) Работа газа в процессе 3-1 положительна.

Ответ

14

Решение

- 1) Верно

По уравнению Клапейрона-Менделеева:

$$p = \frac{\rho}{\mu} R T,$$

где T — температура, μ — молярная масса газа.

В процессе 1-2 давление уменьшилось в 4 раза, а плотность увеличилась в 2 раза, следовательно, температура уменьшилась в 8 раз.

2) Неверно

Аналогично предыдущему пункту:

$$p = \frac{\rho}{\mu} RT$$

Максимальная температура в состоянии 1: давление максимально, плотность минимальна.

3) Неверно

В процессе 2-3 плотность уменьшается. Плотность по определению $\rho = \frac{m}{V}$. Объем увеличивается.

4) Верно

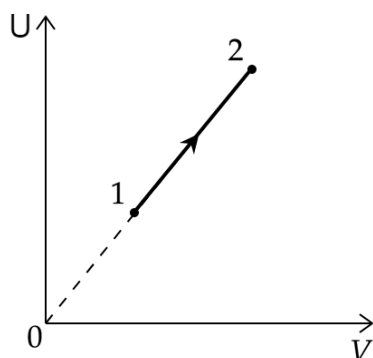
Аналогично пункту 2, минимальная температура достигается в точке с наименьшим давлением и наибольшей плотностью (точка 2), а отношение температур действительно равно 8.

5) Неверно

Плотность по определению $\rho = \frac{m}{V}$. В процессе 2-3 плотность постоянна, следовательно, объем постоянен и поэтому газ не совершает работу $A = p\Delta V = 0$.

№11

На рисунке показан процесс изменения состояния одного моля одноатомного идеального газа (U — внутренняя энергия газа; V — занимаемый им объём). Как изменяются в ходе этого процесса давление и абсолютная температура газа?



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 газа	Давление газа

Ответ

13

Решение

1) Ответ — 1.

Внутренняя энергия одноатомного газа:

$$U = \frac{3}{2} \nu RT,$$

где ν — количество вещества газа, R — универсальная газовая постоянная, T — абсолютная температура.

Внутренняя энергия газа прямо пропорциональна его температуре T . Из графика видно, что внутренняя энергия газа U увеличивается, следовательно, температура T также увеличивается.

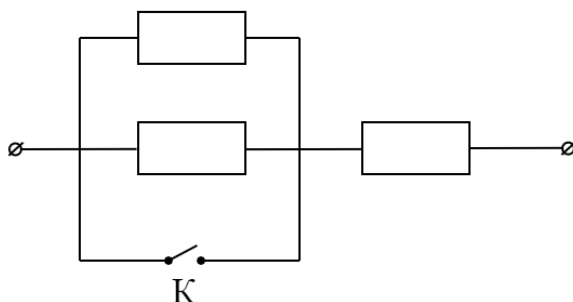
2) Ответ — 3.

Из графика видно, что внутренняя энергия газа зависит от его объема линейно: $U \sim V$.

Можно сделать вывод, что так как $U \sim V$ и $U \sim T$, то объем газа прямо пропорционален его температуре: $V \sim T$. Прямая зависимость объема газа от его температуры соответствует изобарному процессу ($p = \text{const}$). Поэтому давление не изменяется.

№12

На участке цепи, изображенном на рисунке, сопротивление каждого из резисторов равно $R = 1$ Ом. Чему равно полное сопротивление участка при замкнутом ключе К?



Ответ

1

Решение

При замыкании ключа К два параллельно соединенных резисторов «выпадают» из цепи. Полное сопротивление участка при замкнутом ключе К равно:

$$R_{\text{общ}} = R = 1 \text{ Ом}$$

№13

За время $t = 4$ с магнитный поток через площадку, ограниченную проволочной 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. (Демоверсия 2019)

Ответ

24

Решение

Модуль ЭДС индукции найдем по закону Фарадея:

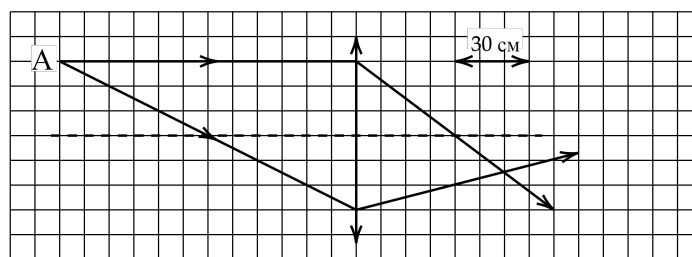
$$|\mathcal{E}_i| = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{\Phi_0}{\Delta t}$$

Отсюда начальный магнитный поток Φ через рамку равен:

$$\Phi_0 = |\mathcal{E}_i| \cdot \Delta t = 6 \text{ мВ} \cdot 4 \text{ с} = 24 \text{ мВб}$$

№14

На рисунке показан ход двух лучей от точечного источника света А через тонкую линзу. Каково фокусное расстояние этой линзы?



Ответ

40

Решение

Способ 1

Из рисунка расстояние от источника света A до линзы равно 120 см, а расстояние от линзы до изображения равно 60 см. По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{120 \text{ см}} + \frac{1}{60 \text{ см}} = \frac{1}{40 \text{ см}}$$

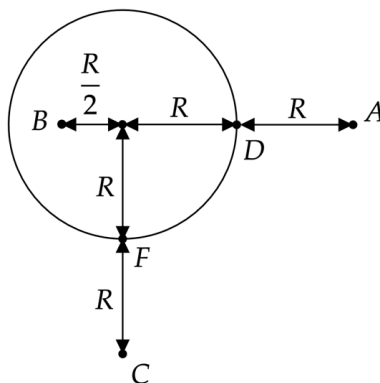
Отсюда найдем фокусное расстояние $F = 40$ см.

Способ 2

Найдем фокусное расстояние линзы из рисунка. Луч, идущий параллельно главной оптической оси, должен проходить через фокус линзы. В данном случае луч пересекает главную оптическую ось на расстоянии 4 клетки от линзы, то есть 40 см.

№15

На уединённой неподвижной проводящей сфере радиусом R находится положительный заряд Q . Сфера находится в вакууме. Напряжённость электростатического поля сферы в точке A равна 36 В/м. Все расстояния указаны на рисунке.



Выберете **все** верные утверждения, описывающие данную ситуацию.

- 1) Потенциал электростатического поля в точке A выше, чем в точке F : $\varphi_A > \varphi_F$
- 2) Потенциал электростатического поля в точках B и D одинаков: $\varphi_B = \varphi_D$
- 3) Потенциал электростатического поля в точках A и B одинаков: $\varphi_A = \varphi_B$
- 4) Напряжённость электростатического поля в точке C $E_C = 9$ В/м.
- 5) Напряжённость электростатического поля в точке B $E_B = 0$ В/м.

(Досрочный экзамен по физике 2020 г.)

Ответ

25

Решение

Определим формулы, по которым можно рассчитать необходимые величины.

Потенциал: $\varphi = \frac{kQ}{r}$. Но потенциал внутри сферы будет равен потенциалу на поверхности сферы.

Напряженность: $E = \frac{kQ}{r^2}$. Но напряженность внутри сферы равна 0. r — расстояние от центра сферы до нужной точки.

1) **Неверно**

Точка A находится дальше от центра сферы, следовательно, потенциал в ней меньше.

2) **Верно**

Из вышесказанного потенциалы одинаковы (см. перед пунктом 1).

3) **Неверно**

Точка A находится дальше от центра сферы, следовательно, потенциал в ней меньше.

4) **Неверно**

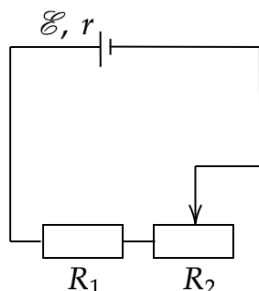
Расстояние от центра сферы до точек A и C одинаково, следовательно, напряженность в этих точках тоже одинаковая.

5) **Верно**

Точка B находится внутри сферы, следовательно, напряженность в ней равна 0.

№16

Электрическая цепь состоит из источника тока с ЭДС $\mathcal{E}$ резистора R_1 и реостата R_2 . Как изменятся сила тока и тепловая мощность, если уменьшить сопротивление реостата R_2 ? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.



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	Тепловая мощность

Ответ

11

Решение

А) Ответ — 1.

По закону Ома сила тока в цепи равна:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2}$$

Из этой формулы видно, что при уменьшении сопротивления R_2 сила тока в цепи увеличивается.

Б) Ответ — 1.

Тепловая мощность, вырабатываемая электрическим током, равна:

$$P = I^2 \cdot (R_1 + R_2) = \frac{\mathcal{E}^2}{(R_1 + R_2)^2} \cdot (R_1 + R_2) = \frac{\mathcal{E}^2}{R_1 + R_2}$$

Так как R_2 уменьшается, то тепловая мощность увеличивается.

№17

Заряженная частица массой m , несущая положительный заряд q , движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля $\vec{B}$ по окружности радиусом R . Действием силы тяжести пренебречь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) модуль импульса частицы	1) $\frac{mq}{RB}$ 2) $\frac{m}{qB}$
Б) период обращения частицы по окружности	3) $\frac{2\pi m}{qB}$ 4) qBR

Ответ

43

Решение

А) Ответ — 4.

На движущуюся частицу в магнитном поле действует сила Лоренца. По второму закону Ньютона:

$$qvB = ma = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow v = \frac{qBR}{m}$$

Модуль импульса частицы равен:

$$p = mv = qBR$$

Б) Ответ — 3.

На движущуюся частицу в магнитном поле действует сила Лоренца. По второму закону Ньютона:

$$qvB = ma = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow qB = m\omega \Rightarrow \omega = \frac{qB}{m}$$

Период обращения частицы по окружности равен:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi m}{qB}$$

№18

В результате ядерной реакции, в которой участвуют изотоп бора ${}^{10}_5\text{B}$ и нейтрон, появляются α -частица и ядро другого вещества ${}^A_Z\text{X}$. Определите A и Z .

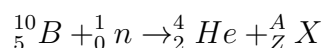
Массовое число ядра A	Заряд ядра Z

Ответ

73

Решение

Запишем данную ядерную реакцию:



Массовое число ядра A : $10 + 1 = A + 4 \Rightarrow A = 7$.

Заряд ядра Z : $5 = Z + 2 \Rightarrow Z = 3$.

№19

Как изменяются при β -распаде массовое число ядра и его заряд?

Для каждой величины определите соответствующий характер 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	Заряд ядра

Ответ

31

Решение

При бета-распаде ядро испускает электрон и антинейтрино. Следовательно, массовое число ядра не изменится, а его заряд увеличится.

№20

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

- 1) Тело, расстояние между любыми двумя точками которого остаётся неизменным, называется абсолютно твёрдым телом.
- 2) Теплопередача путём электромагнитного излучения возможна только в атмосфере Земли и не наблюдается в вакууме.
- 3) В процессе электризации трением два первоначально незаряженных тела приобретают разноимённые и различные по модулю заряды.
- 4) Магнитное поле индукционного тока в контуре всегда увеличивает магнитный поток, изменение которого привело к возникновению этого индукционного тока.
- 5) Через промежуток времени, равный периоду полураспада, нераспавшимися остаётся половина от большого числа изначально имевшихся радиоактивных ядер данного элемента.

Ответ

15

Решение

1) Верно

Да, это определение абсолютно твердого тела.

2) Неверно

Электромагнитные волны также распространяются в вакууме и переносят тепловую энергию.

3) Неверно

По закону сохранения заряда, величины зарядов при электризации трением по модулю одинаковы, но разные по знаку.

4) Неверно

По правилу Ленца в контуре при возникновении индукционного тока, он возникает с таким направлением, чтобы препятствовать изменению магнитного потока контура.

5) Верно

Закон радиоактивного распада:

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}},$$

где N — количество оставшихся ядер, N_0 — начальное количество ядер, t — время, T — период полураспада.

То есть половина ядер распадается за период полураспада.

№21

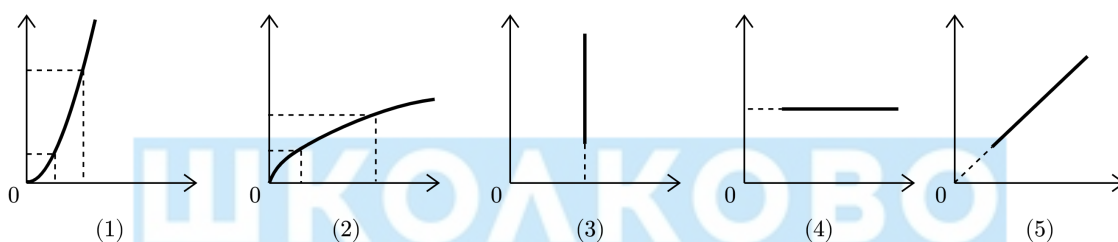
Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость времени свободного падения тела на землю из состояния покоя от начальной высоты над землёй;

Б) зависимость давления постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры в изохорном процессе;

В) зависимость количества теплоты, выделяющегося на резисторе сопротивлением R за время от силы тока, протекающего по резистору.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1—5. Для каждой зависимости А-В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



Ответ

251

Решение

А) Ответ — 2.

Зависимость пути, пройденного свободно падающим телом без начальной скорости, от времени выражается формулой $S = \frac{gt^2}{2}$, где t — время. Отсюда получаем зависимость $t = \sqrt{\frac{2S}{g}}$, графиком которой является ветвь параболы.

Б) Ответ — 5.

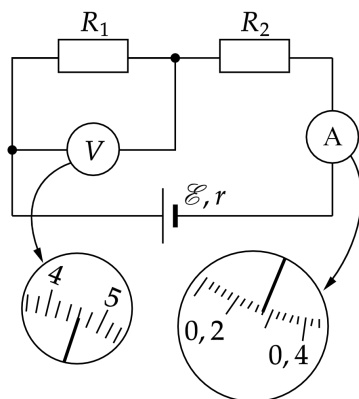
При изохорном процессе объём постоянен $V = const$, по закону Шарля: $\frac{p}{T} = const$. Получаем линейную зависимость, графиком которой является прямая, выходящая из начала координат под некоторым углом.

В) Ответ — 1.

Количество теплоты по закону Джоуля-Ленца равно: $Q = I^2Rt$, где I — сила тока, R — сопротивление, t — время. Квадратичная зависимость.

№22

Ученик собрал электрическую цепь, состоящую из батарейки, двух резисторов, амперметра и вольтметра. После этого он провёл измерения напряжения на одном из резисторов и силы тока в цепи. Погрешности измерения силы тока в цепи и напряжения на источнике равны цене деления амперметра и вольтметра. Чему равна по результатам этих измерений сила тока, протекающего в цепи? Амперметр проградуирован в амперах (А).

**Ответ**

0,280,02

Решение

Определим цену деления амперметра $\frac{0,4 \text{ A} - 0,2 \text{ A}}{10} = 0,02 \text{ A}$.

Стрелка прибора показывает $0,2 \text{ A} + 4 \text{ деления}$, то есть: $0,2 \text{ A} + 4 \cdot 0,02 \text{ A} = 0,28 \text{ A}$.

С учетом погрешности: $0,28 \pm 0,02 \text{ A}$.

№23

Школьник изучает свободные колебания нитяного маятника. В его распоряжении имеется пять маятников, характеристики которых указаны в таблице. Какие два маятника необходимо взять школьнику для того, чтобы на опыте выяснить зависит ли период свободных колебаний маятника от длины маятника. Шарiki сплошные.

№ маятника	Длина маятника, м	Объем шарика, см ³	Материал, из которого сделан шарик
1	2	8	алюминий
2	0,5	10	алюминий
3	1	5	сталь
4	1,5	8	алюминий
5	1	5	алюминий

В ответ запишите номера выбранных маятников.

Ответ

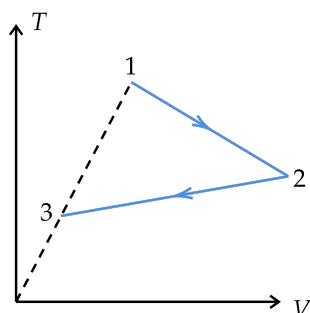
14

Решение

Школьник исследует зависимость периода свободных колебаний маятника от длины маятника, а значит длина маятников должна быть разной, а все остальные показатели одинаковыми. Для этого подходят маятники 1 и 4.

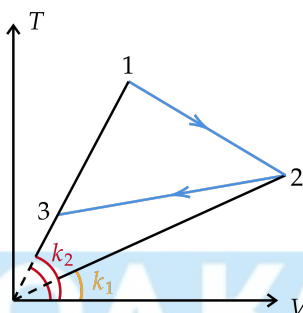
№24

На диаграмме $T - V$ (см. рисунок) показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа в сосуде под поршнем. Объясните, как меняется давление газа по мере его перехода из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3.



Решение

Проведем две прямые через начало координат так, как показано на рисунке:



Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT,$$

где p – давление газа, V – объём газа, ν – количество вещества, T – температура газа. Давление из уравнения Менделеева-Клапейрона равно:

$$p = \frac{\nu RT}{V}$$

При этом прямые описываются уравнением:

$$T_1(V) = k_1 V \quad T_2(V) = k_2 V$$

Тогда

$$p_1 = k_1 \nu R \quad p_2 = k_2 \nu R$$

То есть давление в точках 1-3 описывает только с помощью угловых коэффициентов. Так как точки 1 и 3 лежат на одной прямой, то давление в них одинаково, при этом $k_1 < k_2$, значит, давление в точке 2 меньше, чем давление в точках 1 и 3.

Содержание критерия	Балл
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае сказано как изменяется давление) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: уравнение Менделеева-Клапейрона).	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) I) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ) II) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) III) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. IV) При неверном построении или отсутствии рисунка и (или) графика за задачу ставится 2 балла.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше.	0
Максимальный балл	3

№25

Тело массой 0,5 кг соскальзывает с вершины наклонной плоскости высотой 7 м до ее основания. Угол наклона плоскости к горизонту 45° , коэффициент трения 0,2. Найдите работу силы трения.

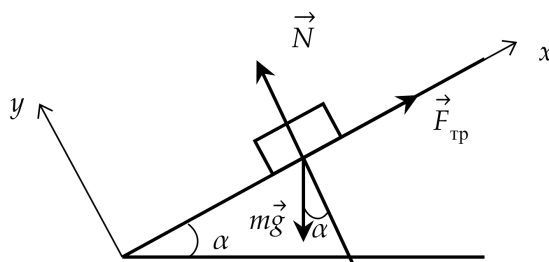
Ответ

- 7 Дж

Решение

Найдём перемещение тела при движении с вершины до основания: $S = \frac{h}{\sin \alpha}$, где h – высота, $\alpha = 45^\circ$.

Сделаем рисунок с указанием сил, действующих на тело:



Запишем второй закон Ньютона:

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

где $F_{\text{тр}}$ – сила трения, N – сила реакции опоры, m – масса тела, a – ускорение тела. Спроецируем второй закон Ньютона на ось x и y :

$$\begin{cases} mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = ma \\ N - mg \cos \alpha = 0 \end{cases}$$

Из второго уравнения системы получаем:

$$N = mg \cos \alpha$$

Сила трения равна $F_{\text{тр}} = \mu N$, где μ – коэффициент трения. С учетом ранее полученного выражения сила трения равна:

$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$$

Работа силы трения равна:

$$A = F_{\text{тр}} S \cos \beta = \mu mg \cos \alpha \cdot S \cos \beta = -\mu mg \cos \alpha \frac{h}{\sin \alpha}$$

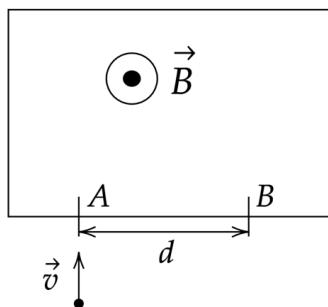
где β – угол между силой и перемещением. В нашем случае $\beta = 180^\circ$.
Найдем работу силы трения:

$$A = -0,2 \cdot 0,5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{7 \text{ м}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = -7 \text{ Дж}$$

Содержание критерия	Балл
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) Записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: второй закон Ньютона в проекциях на выбранные оси, формула силы трения в соответствии с кодификатором, формула работы силы трения) II) Описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов. (Описаны величины, не входящие в КИМы). III) Представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями) IV) Представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. (В ответе обязательно указываются единицы измерений.)	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. (Не описаны вновь вводимые величины, которых нет в условии и КИМ). ИЛИ В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины).	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше.	0
Максимальный балл	2

№26

В точке A в область действия поля $\vec{B}$ влетает частица в направлении, показанном на рисунке, а вылетает в точке B . Отношение массы к заряду частицы $m/q = 1,02 \cdot 10^{-8}$ кг/Кл. Скорость частицы в точке равна $v = 6 \cdot 10^5$ м/с, индукция магнитного поля $B = 0,02$ Тл. Найдите расстояние d между точками A и B . (Досрочная волна 2019)

**Ответ**

61,2 см

Решение

Так как частица залетит в точке A и вылетит в B , значит, частица совершит движение по полуокружности. Расстояние между точками A и B равно удвоенному радиусу.

В магнитном поле на частицу действует сила Лоренца, равная $F_l = qvB \sin \alpha = qvB$, угол $\alpha = 90^\circ$, при этом движение будет осуществляться по дуге окружности с центростремительным ускорением:

$$a = \frac{v^2}{R}$$

Радиус можем найти из второго закона Ньютона:

$$F_l = ma \Leftrightarrow qvB = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB}$$

Откуда диаметр (расстояние d между точками A и B):

$$D = 2R = \frac{2mv}{qB} = \frac{2 \cdot 1,02 \cdot 10^{-8} \text{ кг/Кл} \cdot 6 \cdot 10^5 \text{ м/с}}{0,02 \text{ Тл}} = 61,2 \text{ см}$$

Содержание критерия	Балл
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) Записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: записан второй закон Ньютона, записана формула силы Лоренца в соответствии с кодификатором, записана формула центростремительного ускорения) II) Описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов. (введены обозначения для величин не входящих в КИМы) III) Представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями.) IV) Представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. (В ответе обязательно указываются единицы измерений.)	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. (не описаны вновь вводимые величины, которых нет в условии и КИМ) ИЛИ В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины).	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0
Максимальный балл	2

№27

В вертикальном цилиндре, закрытом лёгким поршнем, находится этиловый спирт (C_2H_6O) при температуре кипения $t = 78^\circ C$. При сообщении спирту количества теплоты Q часть его превращается в пар, который при изобарном расширении совершает работу A . Удельная теплота парообразования спирта $L = 846 \cdot 10^3$ Дж/кг, а его молярная масса — $46 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Какая часть подведённого к этиловому спирту количества теплоты переходит в работу? Объёмом жидкого этилового спирта пренебречь. *Основная волна 2020*

Ответ

0,075

Решение

Количество теплоты, полученное системой равно

$$Q = L\Delta m, \quad (1)$$

где Δm — масса образовавшегося пара.

Так как процесс испарения прошёл не до конца, то данный процесс изотермический, а значит изменение внутренней энергии будет за счёт изменения массы пара:

$$A = \frac{\Delta m}{M} RT, \quad (2)$$

где T — абсолютная температура газа.

Объединим (1), (2) и (3) и определим, какая часть подведённого к этиловому спирту количества теплоты переходит в работу:

$$\frac{A}{Q} = \frac{\frac{\Delta m}{M} RT}{L\Delta m} = \frac{RT}{LM} = \frac{8,31 \text{ Дж/(К·моль)} \cdot 351 \text{ К}}{846 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг} \cdot 46 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}} \approx 0,075$$

Содержание критерия	Балл
I) Записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: формула количества теплоты при парообразовании бензола, уравнение Менделеева-Клапейрона. Сказано, что процесс кипения будет являться изобарным расширением газа. Формула расчеты работы газа в изобарном процессе) II) Описаны все вводимые буквенные обозначения величин, кроме тех, которые приведены в условии задачи или представлены в виде констант в КИМ, стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов. (введены обозначения для всех величин, которых нет в КИМах) III) Представлены математические образования, приводящие к верному ответу (в данном случае последовательное выражение величин с пояснением действий). IV) Получен верный ответ.	3
Верно записаны все положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеются один или несколько из следующих недостатков: I) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) II) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. (Получение конечной формулы сразу, без последовательного, логического вывода. Пропуск преобразований в формулах.) И (ИЛИ) III) Отсутствуют описания вновь вводимых в решение буквенных обозначений физических величин. И (ИЛИ) IV) Ответ получен неверный или в нём допущена ошибка. (В ответе обязательно указываются единицы измерений.)	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Записаны только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше.	0
Максимальный балл	3

№28

Резисторы, сопротивлениями 4 и 9 Ом, поочередно подключенные к источнику тока, потребляют одинаковую мощность. Во сколько раз КПД источника во втором случае больше, чем в первом?

Ответ

1,5

Решение

По закону Ома для полной цепи, сила тока в цепи

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r},$$

где $\mathcal{E}$ и r – ЭДС и внутреннее сопротивление источника, R – внешнее сопротивление. Мощность вычисляется по формуле:

$$P = I^2 R = \left(\frac{\mathcal{E}}{r + R} \right)^2 R$$

Преобразуем данное уравнение:

$$\frac{\mathcal{E}^2 R}{r^2 + 2rR + R^2} = P$$

Поделим на $\frac{P}{r^2 + 2rR + R^2}$

$$\frac{\mathcal{E}^2 R}{r^2 + 2rR + R^2} \cdot \frac{r^2 + 2rR + R^2}{P} = P \cdot \frac{r^2 + 2rR + R^2}{P}$$

$$\frac{\mathcal{E}^2 R}{P} = r^2 + 2rR + R^2$$

$$-R^2 + R\left(\frac{\mathcal{E}^2}{P} - 2r\right) - r^2 = 0$$

$$R^2 - R\left(\frac{\mathcal{E}^2}{P} - 2r\right) + r^2 = 0$$

где корни R_1 и R_2 удовлетворяют условию $r^2 = R_1 R_2$. Откуда внутреннее сопротивление источника:

$$r = \sqrt{R_1 R_2} = \sqrt{4 \text{ Ом} \cdot 9 \text{ Ом}} = 6 \text{ Ом}$$

КПД источника же равно отношению полезной мощности, переданной в цепь, к общей мощности, переданной в цепь

$$\eta = \frac{I^2 R}{I^2 (r + R)} = \frac{R}{r + R}$$

Найдем КПД для первого и второго резисторов:

$$\eta_1 = \frac{4 \text{ Ом}}{6 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом}} = \frac{4}{10}$$

$$\eta_2 = \frac{9 \text{ Ом}}{6 \text{ Ом} + 9 \text{ Ом}} = \frac{9}{15}$$

Откуда отношение КПД:

$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{90}{60} = 1,5$$

Содержание критерия	Балл
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) Записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон Ома для участка цепи и для полной цепи, формула мощности. Сказано как находится КПД, записана формула расчета) II) Описаны все вводимые буквенные обозначения величин, кроме тех, которые приведены в условии задачи или представлены в виде констант в КИМ, стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов. (Введены обозначения для величин не входящих в КИМы) III) Проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями). IV) Представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Верно записаны все положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеются один или несколько из следующих недостатков: Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. И (ИЛИ) При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка. (В ответе обязательны единицы измерений).	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Записаны только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0
Максимальный балл	3

№29

π^0 -мезон массой $2,4 \cdot 10^{-28}$ кг распадается на два γ -кванта. Найдите модуль импульса одного из образовавшихся γ -квантов в системе отсчета, где первичный π^0 -мезон покоится.

Ответ

$3,6 \cdot 10^{-20}$ кг м/с

Решение

По закону сохранения импульса фотоны улетают в противоположные стороны с одинаковыми импульсами p_0 . Энергия фотона:

$$E_0 = p_0 c$$

По закону сохранения энергии:

$$E = mc^2 = 2E_0$$

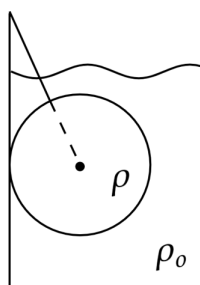
$$mc = 2p_0$$

$$p_0 = \frac{mc}{2} = 3,6 \cdot 10^{-20} \text{ кг м/с}$$

Содержание критерия	Балл
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) Записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: записан формула энергии фотона, записан закон сохранения энергии, записан закон сохранения импульса) II) Описаны все вводимые буквенные обозначения величин, кроме тех, которые приведены в условии задачи или представлены в виде констант в КИМ, стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов. (введены обозначения для величин не входящих в КИМы) III) Проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями). IV) Представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Верно записаны все положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеются один или несколько из следующих недостатков: Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. И (ИЛИ) При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка. (В ответе обязательны единицы измерений).	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Записаны только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0
Максимальный балл	3

№30

К стенке стакана с водой привязан алюминиевый шар массой $m = 3$ кг. Нить образует со стенкой сосуда угол $\alpha = 30^\circ$. Найдите силу натяжения нити. Какие законы Вы используете для решения задачи? Обоснуйте их применение. (Досрочная волна, 2018)



Ответ

22 Н

Обоснование

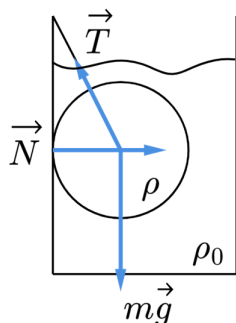
1. Введем инерциальную систему отсчета (ИСО) связанную с Землей.
2. Описываем тело моделью твердого тела (форма и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя точками тела остаётся неизменным).

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.

Решение



Второй закон Ньютона в этом случае

$$\vec{F}_A + m\vec{g} + \vec{T} = m\vec{a},$$

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 на ось y :

$$F_A - mg + T \cos \alpha = 0 \quad (1)$$

С учетом того, что сила Архимеда равна:

$$F_A = \rho_0 g V = \rho_0 g \frac{m}{\rho} \quad (2)$$

где ρ_0 – плотность жидкости, V – объем погруженной части тела, ρ – плотность алюминия.

Выразим из (1) силу натяжения нити T , с учетом (2):

$$T = \frac{mg - \frac{\rho_0 g m}{\rho}}{\cos \alpha} = \frac{mg(\rho - \rho_0)}{\rho \cos \alpha} = \frac{30 \text{ Н} \cdot (2700 \text{ кг/м}^3 - 1000 \text{ кг/м}^3)}{2700 \text{ кг/м}^3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = 22 \text{ Н}$$

Содержание критерия 1	Балл
1. Введена инерциальная система отсчета. 2. Сказано, что тело будем рассматривать моделью твердого тела (форма и размеры неизменны). 3. Описание того, что движение тела описывается совокупностью поступательного и вращательного движения.. 4. Сказаны условия равновесия тела относительно поступательного и вращательного движения. В остальных случаях ставится 0 баллов по данному критерию.	1 0
Максимальный балл	1
Содержание критерия 2	Балл
I) Записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: второй закон Ньютона в векторной форме и в проекциях на координатную ось, закон Архимеда, формула плотности вещества). II) Описаны все вводимые буквенные обозначения величин, кроме тех, которые приведены в условии задачи или представлены в виде констант в КИМ, стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов. III) Представлены математические образования, приводящие к верному ответу (в данном случае последовательное выражение величин с пояснением действий). IV) Получен верный ответ.	3
Верно записаны все положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеются один или несколько из следующих недостатков: I) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) II) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. (Получение конечной формулы сразу, без последовательного, логического вывода. Пропуск преобразований в формулах.) И (ИЛИ) III) Отсутствуют описания вновь вводимых в решение буквенных обозначений физических величин. И (ИЛИ) IV) Ответ получен неверный или в нём допущена ошибка. (В ответе обязательно указываются единицы измерений.)	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Записаны только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше.	0
Максимальный балл	3