

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ
РТ 2020/2021 г.
ЭТАП 2**

Часть А

В каждом задании части А, за исключением заданий А1 и А11, только один из предложенных ответов является верным. В заданиях А1 и А11 может быть два и более правильных ответа. В бланке ответов под номером задания поставьте метку (×) в клеточке, соответствующей номеру выбранного Вами ответа.

А1	Физическими величинами являются:	1) барометр; 2) <u>скорость</u> ; 3) динамометр; 4) <u>сила</u> ; 5) плавление.
А11	Из перечисленных ниже физических величин скалярными являются: <u>1) электрическое напряжение</u> ; <u>2) электрический заряд</u> ; 3) напряжённость электростатического поля; 4) сила Ампера; 5) сила Лоренца.	<u>1) 1</u> ; <u>2) 2</u> ; 3) 3; 4) 4; 5) 5.

A3

Тело движется равноускоренно и прямолинейно с начальной скоростью, модуль которой $v_0 = 1,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, и, пройдя некоторый путь, приобретает скорость, модуль которой $v = 7,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Модуль скорости v_1 движения тела в момент прохождения половины этого пути равен:

1) $4,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$;

2) $4,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$;

3) $5,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$;

4) $5,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$;

5) $6,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

$$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$s = \frac{7^2 - 1}{2a}$$

$$0,5s = \frac{v_1^2 - 1}{2a}$$

$$2 = \frac{49 - 1}{v_1^2 - 1}$$

$$v_1^2 - 1 = 24$$

$$v_1^2 = 25$$

$$v_1 = 5$$

A14 Два резистора сопротивлениями $R_1 = 18 \text{ Ом}$ и $R_2 = 25 \text{ Ом}$ соединены последовательно и подключены к источнику постоянного тока. Если за некоторое время суммарное количество теплоты, выделившееся на резисторах, $Q = 860 \text{ Дж}$, то количество теплоты Q_2 , выделившееся за это же время на втором резисторе, равно:

- 1) 0,36 кДж;
- 2) 0,43 кДж;
- 3) 0,50 кДж;
- 4) 0,55 кДж;
- 5) 0,62 кДж.

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$\left. \begin{array}{l} Q_1 = I^2 R_1 \Delta t \\ Q_2 = I^2 R_2 \Delta t \end{array} \right\} \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_1}{R_2}; \quad Q_1 = \frac{R_1}{R_2} Q_2$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = \frac{R_1}{R_2} Q_2 + Q_2 = \frac{R_1 + R_2}{R_2} Q_2$$

$$Q_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} Q = \frac{25}{25 + 18} 860 = 500 (\text{Дж}) = 0,5 (\text{кДж})$$

B1 Расстояние от дачи, с которой выехал велосипедист, до речки $s = 14$ км. Первые $t_1 = 15$ мин велосипедист ехал со скоростью, модуль которой $v_1 = 10 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. После этого он остановился, встретив приятеля, и разговаривал с ним в течение времени $t_2 = 10$ мин. Оставшийся до речки путь велосипедист ехал с постоянной скоростью, модуль которой $v_2 = 20 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Модуль средней скорости $\langle v \rangle$ пути велосипедиста равен ... $\frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

$$\langle v \rangle = \frac{s}{t_1 + t_2 + t_3}; \quad s_1 = v_1 t_1 = 14 \cdot \frac{15}{60} = 3,5(\text{км})$$

$$s_2 = s - s_1 = 14 - 3,5 = 10,5(\text{км})$$

$$t_3 = \frac{s_2}{v_2} = \frac{10,5}{20} = 0,525(\text{ч})$$

$$\begin{aligned} \langle v \rangle &= \frac{s}{t_1 + t_2 + t_3} = \frac{14}{\frac{15}{60} + \frac{10}{60} + 0,525} = \frac{14}{\frac{15 + 10 + 31,5}{60}} = \\ &= \frac{14 \cdot 60}{56,5} \approx 15 \left(\frac{\text{км}}{\text{ч}} \right) \end{aligned}$$

B2 Космическая станция, запущенная с Земли к Марсу (масса Марса $M_M = 6,420 \cdot 10^{23}$ кг, радиус Марса $R_M = 3,389 \cdot 10^6$ м), стала его искусственным спутником, движущимся по круговой орбите. Если центростремительное ускорение спутника $a_{\text{ц}} = 2,840 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, то он движется над поверхностью Марса на высоте h , равной ... км.

Примечание. Гравитационная постоянная $G = 6,670 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$.

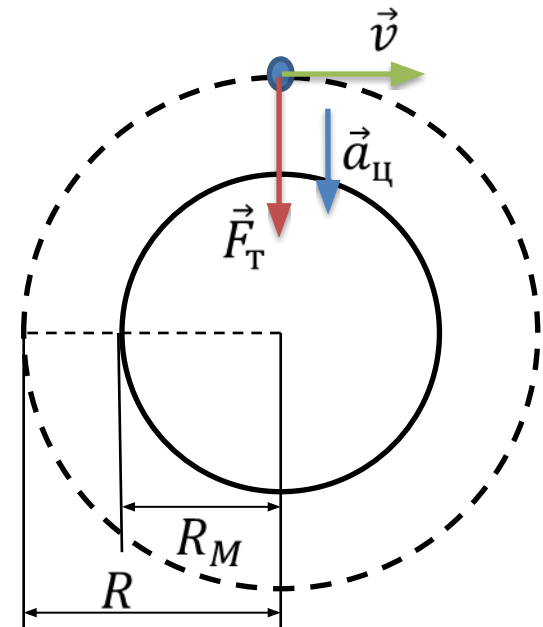
$$\frac{GMm}{R^2} = ma_{\text{ц}}; \quad \frac{GM}{R^2} = a_{\text{ц}}; \quad R^2 = \frac{GM}{a_{\text{ц}}}$$

$$R = \sqrt{\frac{GM}{a_{\text{ц}}}} = \sqrt{\frac{6,670 \cdot 10^{-11} \cdot 6,420 \cdot 10^{23}}{2,840}} =$$

$$= 3,883 \cdot 10^6 (\text{м})$$

$$h = R - R_M = 3,883 \cdot 10^6 \text{ м} - 3,389 \cdot 10^6 \text{ м} = 0,494 \cdot 10^6 \text{ м} =$$

$$= 494 \text{ км}$$



В3 Мальчик с помощью верёвки тянет с постоянной скоростью тюбинг, на котором сидит его младший брат. Верёвка направлена под углом $\alpha = 45^\circ$ к покрытой снегом горизонтальной поверхности, по которой движется тюбинг. Коэффициент трения между тюбингом и снегом $\mu = 0,12$. Если на пути $s = 28$ м силой натяжения верёвки совершена работа $A = 660$ Дж, то суммарная масса младшего брата и тюбинга равна ... кг.

$$\vec{F} + m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} = 0$$

OX:

$$F \cos \alpha = F_{\text{тр}}; \quad F_{\text{тр}} = \mu N$$

OY:

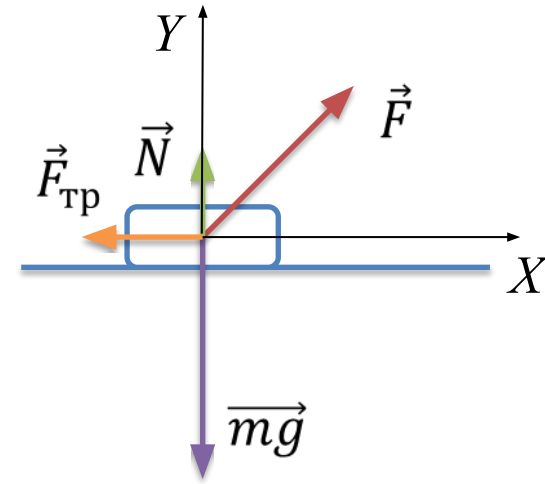
$$N + F \sin \alpha = mg; \quad N = mg - F \sin \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu(mg - F \sin \alpha)$$

$$F \cos \alpha = \mu(mg - F \sin \alpha)$$

$$mg - F \sin \alpha = \frac{F \cos \alpha}{\mu}; \quad mg = \frac{F \cos \alpha}{\mu} + F \sin \alpha =$$

$$= F \cos \alpha \left(\frac{1}{\mu} + 1 \right) = \frac{F \cos \alpha}{\mu} (1 + \mu); \quad m = \frac{F \cos \alpha (1 + \mu)}{\mu g}; \quad F - ?$$

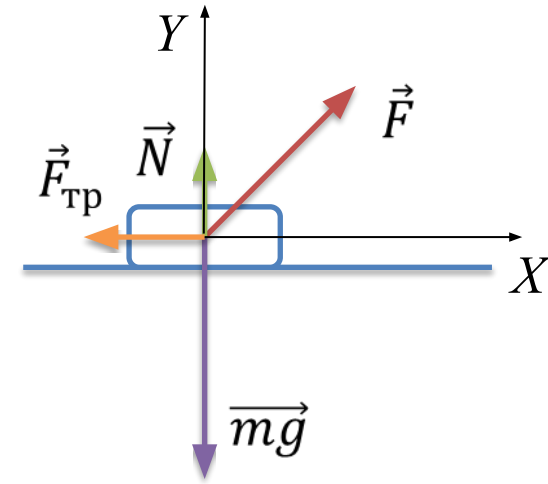


В3 Мальчик с помощью верёвки тянет с постоянной скоростью тюбинг, на котором сидит его младший брат. Верёвка направлена под углом $\alpha = 45^\circ$ к покрытой снегом горизонтальной поверхности, по которой движется тюбинг. Коэффициент трения между тюбингом и снегом $\mu = 0,12$. Если на пути $s = 28$ м силой натяжения верёвки совершена работа $A = 660$ Дж, то суммарная масса младшего брата и тюбинга равна ... кг.

$$A = F s \cos \alpha \Rightarrow F = \frac{A}{s \cos \alpha}$$

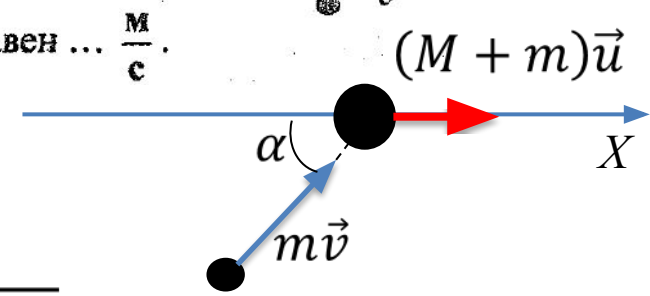
$$m = \frac{F \cos \alpha (1 + \mu)}{\mu g} = \frac{\frac{A}{s \cos \alpha} \cdot \cos \alpha (1 + \mu)}{\mu g} =$$

$$= \frac{A(1 + \mu)}{\mu g s} = \frac{660(1 + 0,12)}{0,12 \cdot 10 \cdot 28} = 22 \text{ (кг)}$$



B4

Тело массой $M = 100$ г, прикрепленное к лёгкой пружине жёсткостью $k = 704 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ (см. рис.), может двигаться без трения по горизонтальному стержню. В тело попадает и застревает в нём пуля массой $m = 10$ г, летящая со скоростью \vec{v} , направленной под углом $\alpha = 60^\circ$ к оси стержня. Если после этого тело начинает колебаться с амплитудой $x_{\max} = 5,0$ см, то модуль скорости v пули равен ... $\frac{\text{М}}{\text{с}}$.



$$\frac{(M + m)u^2}{2} = \frac{kx_{\max}^2}{2}; \quad u^2 = \frac{kx_{\max}^2}{M + m}$$

$$u = \sqrt{\frac{kx_{\max}^2}{M + m}} = \sqrt{\frac{k}{M + m}} x_{\max} = \sqrt{\frac{704}{0,1 + 0,01}} 0,05 =$$

$$= \sqrt{6400} \cdot 0,05 = 4 \left(\frac{\text{М}}{\text{с}} \right)$$

$$m\vec{v} = (M + m)\vec{u}$$

OX:

$$mv \cos \alpha = (M + m)u$$

$$v = \frac{(M + m)u}{m \cos \alpha} = \frac{(0,1 + 0,01)4}{0,01 \cdot 0,5} = 88 \left(\frac{\text{М}}{\text{с}} \right)$$

B5 В комнате объёмом $V = 60 \text{ м}^3$ температура воздуха летом достигает $t_1 = 33^\circ\text{С}$, а зимой опускается до $t_2 = 8^\circ\text{С}$. Молярная масса воздуха $M = 0,029 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$. Если атмосферное давление зимой и летом одинаковое $p_0 = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$, то масса воздуха, находящегося в комнате зимой и летом при указанных температурах, отличается на $|\Delta m|$, равное ... кг.

$$pV = \frac{m}{M}RT; \quad m = \frac{pVM}{RT}; \quad m_1 = \frac{p_0VM}{RT_1}; \quad m_2 = \frac{p_0VM}{RT_2}$$

$$\Delta m = m_2 - m_1 = \frac{p_0VM}{RT_2} - \frac{p_0VM}{RT_1} = \frac{p_0VM T_1 - p_0VM T_2}{RT_1 T_2} =$$

$$= \frac{p_0VM(T_1 - T_2)}{RT_1 T_2} = \frac{1 \cdot 10^5 \cdot 60 \cdot 0,029(306 - 281)}{8,31 \cdot 306 \cdot 281} \approx 6(\text{кг})$$

В6

Автомобиль в течение некоторого промежутка времени движется со скоростью, модуль которой $v = 54 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

Если мощность, развиваемая двигателем автомобиля, $P = 21 \text{ кВт}$, а коэффициент полезного действия двигателя $\eta = 25\%$, то расход бензина $\left(\rho = 700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}, q = 4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \right)$ составит $V = 12 \text{ л}$ на пути s , равном ... км.

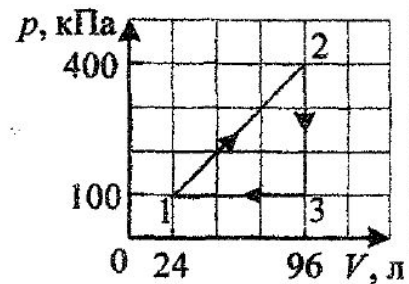
$$s = vt; \quad t - ?$$

$$\left. \begin{array}{l} A = Pt \\ A = \eta Q = \eta qm = \eta q\rho V \end{array} \right\} Pt = \eta q\rho V; \quad t = \frac{\eta q\rho V}{P}$$

$$s = vt = \frac{v\eta q\rho V}{P} = \frac{15 \cdot 0,25 \cdot 4,6 \cdot 10^7 \cdot 700 \cdot 12 \cdot 10^{-3}}{21 \cdot 10^3} =$$

$$= 69000(\text{м}) = 69(\text{км})$$

В7 График циклического процесса в координатах (p, V) , происходящего с некоторой массой идеального газа, представлен на рисунке. Работа, совершаемая силой давления газа за цикл, равна ... кДж.



$$A = \frac{1}{2} (400 - 100) \cdot 10^3 \cdot (96 - 24) \cdot 10^{-3} =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 72 = 10800 \approx 11(\text{кДж})$$

B8 Стержень расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой линзы. Расстояние между стержнем и его мнимым изображением равно $a = 50$ см. Если высота изображения в $\Gamma = 2$ раза больше высоты стержня, то оптическая сила линзы равна ... дптр.

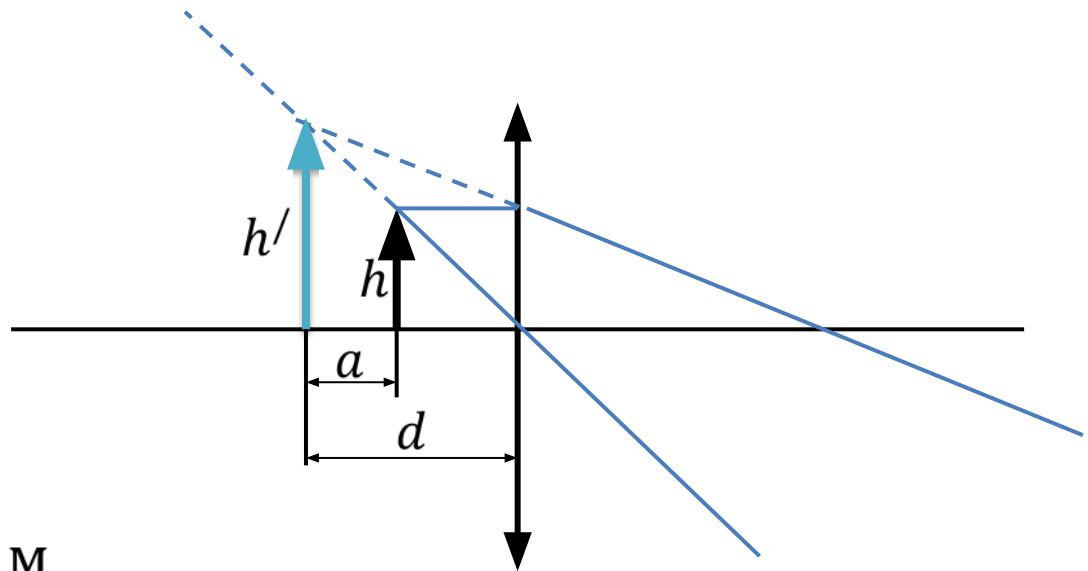
$$\frac{h'}{h} = 2 = \frac{d}{d - a}$$

$$2d - 2a = d$$

$$d = 2a = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$$

$$2 = \frac{f}{d}; \quad f = 2d = 100 \text{ см} = 1 \text{ м}$$

$$D = \frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{1}{0,5} - \frac{1}{1} = 1 \text{ (дптр)}$$



В9 Площадь пластин плоского воздушного конденсатора $S = 60 \text{ см}^2$, расстояние между пластинами $d_1 = 6 \text{ мм}$, заряд конденсатора $q = 1,77 \text{ нКл}$. Если минимальная работа при увеличении расстояния между пластинами конденсатора, отключённого от источника, $A_{\min} = 59 \text{ нДж}$, то пластины раздвинули до расстояния d_2 , равного ... мм.

$$W_0 + A = W;$$

$$\frac{q^2}{2C_1} + A = \frac{q^2}{2C_2}$$

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d} = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$$

$$C_1 = \frac{\varepsilon_0 S}{d_1}; \quad C_2 = \frac{\varepsilon_0 S}{d_2}$$

$$\frac{q^2}{2\varepsilon_0 S} + A = \frac{q^2}{2\varepsilon_0 S} \frac{d_1}{d_2}$$

$$\frac{q^2 d_1}{2\varepsilon_0 S} + A = \frac{q^2 d_2}{2\varepsilon_0 S}; \quad d_1 + \frac{2\varepsilon_0 S A}{q^2} = d_2$$

$$d_2 = 0,006 +$$

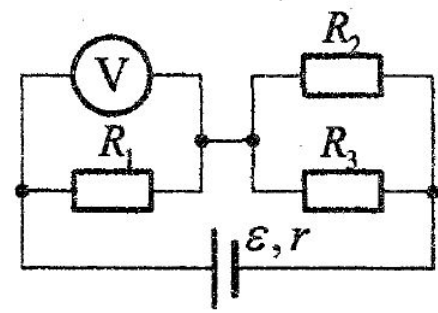
$$+ \frac{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 60 \cdot 10^{-4} \cdot 59 \cdot 10^{-9}}{(1,77 \cdot 10^{-9})^2} =$$

$$= 0,006 + 20000 \cdot 10^{-7} =$$

$$= 0,006 + 0,002 = 0,008(\text{м}) = 8(\text{мм})$$

B10

Три резистора, сопротивления которых одинаковы: $R_1 = R_2 = R_3 = 2,0$ Ом, подключены к источнику постоянного тока с ЭДС $\mathcal{E} = 20$ В и внутренним сопротивлением $r = 1,0$ Ом (см. рис.). Показание U вольтметра равно ... В.



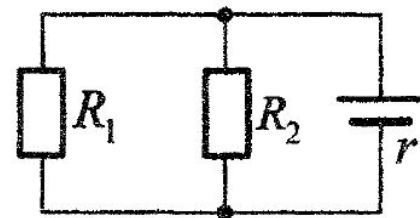
$$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 1(\text{Ом})$$

$$R = R_1 + R_{23} = 2 + 1 = 3(\text{Ом})$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{20}{3 + 1} = 5(\text{А})$$

$$U_1 = IR_1 = 5 \cdot 2 = 10(\text{В})$$

B11 В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, сопротивления резисторов $R_1 = 2,0$ Ом и $R_2 = 6,0$ Ом. Если внутреннее сопротивление источника тока $r = 0,50$ Ом, то коэффициент полезного действия η источника тока равен ... %.



$$\eta = \frac{R}{R + r} \cdot 100\%$$

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2 \cdot 6}{2 + 6} = 1,5(\text{Ом})$$

$$\eta = \frac{1,5}{1,5 + 0,5} \cdot 100\% = 75\%$$

B12 Плоский замкнутый контур сопротивлением $R = 5,0$ Ом, охватывающий площадь $S = 30$ см², расположен в магнитном поле, модуль индукции которого $B = 30$ мТл. Плоскость контура параллельна линиям магнитной индукции. Контур поворачивают на угол $\alpha = 90^\circ$ таким образом, что плоскость контура располагается перпендикулярно линиям магнитной индукции. Модуль заряда, прошедшего по контуру при его повороте, равен ... мкКл.

$$\mathcal{E}_i = \frac{BS}{\Delta t}; \quad I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{BS}{R\Delta t}$$

$$\Delta q = I\Delta t = \frac{BS}{R\Delta t} \Delta t = \frac{BS}{R} = \frac{30 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 10^{-4}}{5} =$$

$$= 18 \cdot 10^{-6} (\text{Кл}) = 18 (\text{мкКл})$$

В13

Зарядовое число ядра цинка $Z = 30$. Молярная масса цинка $M = 64 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$. Если сумма зарядов ядер атомов цинковой пластинки составляет $Q = 720$ кКл, то масса пластинки равна ... г.

$$N = \frac{Q}{Z \cdot e}$$

$$\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{Q}{Z \cdot e \cdot N_A}$$

$$m = \nu M = \frac{Q \cdot M}{Z \cdot e \cdot N_A} = \frac{720 \cdot 10^3 \cdot 64}{30 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}} \approx 16(\text{г})$$

В14

Если период полураспада радиоактивного изотопа $T_{1/2} = 24$ ч, то $k = \frac{3}{4}$ начального количества ядер этого изотопа распадётся за время t , равное ... ч.

$$t = 2T_{1/2} = 48 \text{ ч}$$