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) скорость; 3) динамометр; 4) сила; 5) плавление.

А11	Из перечисленных ниже физических величин скалярными являются: 1) электрическое напряжение; 2) электрический заряд; 3) напряжённость электростатического поля; 4) сила Ампера; 5) сила Лоренца.	1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5.

A3	Тело движется равноускоренно и прямолинейно с начальной скоростью, модуль которой $v_0 = 1{,}0\ \frac{м}{с}$, и, пройдя некоторый путь, приобретает скорость, модуль которой $v = 7{,}0\ \frac{м}{с}$. Модуль скорости v_1 движения тела в момент прохождения половины этого пути равен:	1) $4{,}0\ \frac{м}{с}$; 2) $4{,}5\ \frac{м}{с}$; 3) $5{,}0\ \frac{м}{с}$; 4) $5{,}5\ \frac{м}{с}$; 5) $6{,}0\ \frac{м}{с}$.

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

$$\left.\begin{aligned} s &= \frac{7^2 - 1}{2a} \\ 0{,}5s &= \frac{v_1^2 - 1}{2a} \end{aligned}\right\} \quad 2 = \frac{49 - 1}{v_1^2 - 1}$$

$$v_1^2 - 1 = 24$$

$$v_1^2 = 25$$

$$v_1 = 5$$

A14	Два резистора сопротивлениями $R_1 = 18$ Ом и $R_2 = 25$ Ом соединены последовательно и подключены к источнику постоянного тока. Если за некоторое время суммарное количество теплоты, выделившееся на резисторах, $Q = 860$ 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.

$$Q = Q_1 + Q_2$$

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

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

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

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 … $\frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

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

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

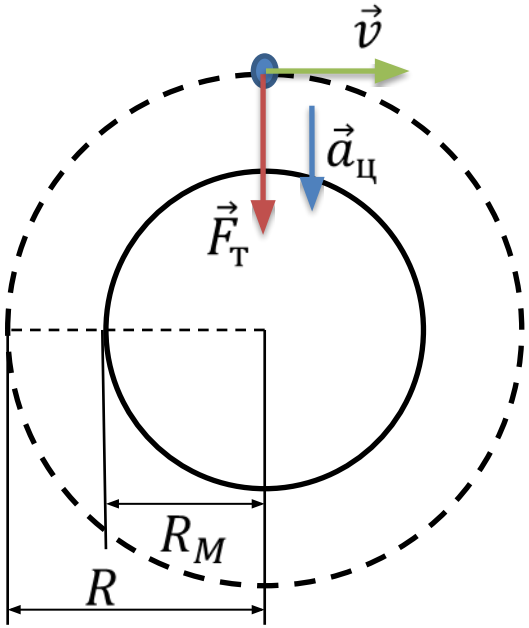
$$t_3 = \frac{s_2}{v_2} = \frac{10{,}5}{20} = 0{,}525(\text{ч})$$

$$\langle v \rangle = \frac{s}{t_1 + t_2 + t_3} = \frac{14}{\frac{15}{60} + \frac{10}{60} + 0{,}525} = \frac{14}{\frac{15 + 10 + 31{,}5}{60}} =$$

$$= \frac{14 \cdot 60}{56{,}5} \approx 15\left(\frac{\text{км}}{\text{ч}}\right)$$

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

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



$$\frac{GMm}{R^2} = ma_ц; \quad \frac{GM}{R^2} = a_ц; \quad R^2 = \frac{GM}{a_ц}$$

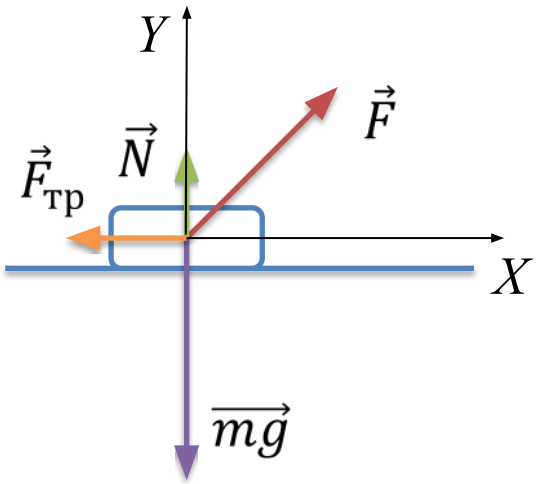
$$R = \sqrt{\frac{GM}{a_ц}} = \sqrt{\frac{6,670 \cdot 10^{-11} \cdot 6,420 \cdot 10^{23}}{2,840}} =$$

$$= 3,883 \cdot 10^6 (м)$$

$$h = R - R_М = 3,883 \cdot 10^6 м - 3,389 \cdot 10^6 м = 0,494 \cdot 10^6 м =$$

$$= 494 \text{ км}$$

B3 Мальчик с помощью верёвки тянет с постоянной скоростью тюбинг, на котором сидит его младший брат. Верёвка направлена под углом $\alpha = 45°$ 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.



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

OX:

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

OY:

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

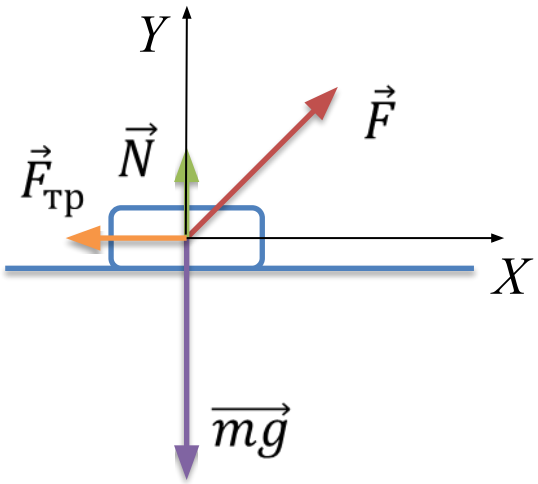
$$F_{тр} = \mu N = \mu(mg - F\sin\alpha)$$

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

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

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

B3 Мальчик с помощью верёвки тянет с постоянной скоростью тюбинг, на котором сидит его младший брат. Верёвка направлена под углом $\alpha = 45°$ 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.

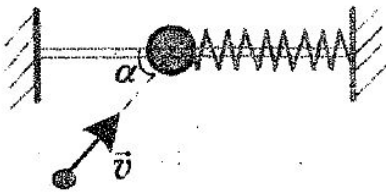


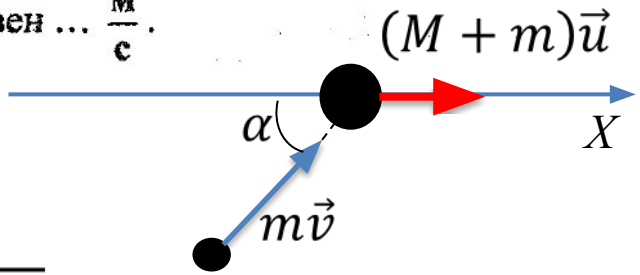
$$A = Fs\cos\alpha \quad \Rightarrow \quad F = \frac{A}{s\cos\alpha}$$

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

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

B4 Тело массой $M = 100$ г, прикреплённое 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 $\alpha = 60°$ к оси стержня. Если после этого тело начинает колебаться с амплитудой $x_{max} = 5{,}0$ см, то модуль скорости v пули равен … $\frac{\text{м}}{\text{с}}$.





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

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

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

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

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

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

$$\Delta m = m_2 - m_1 = \frac{p_0VM}{RT_2} - \frac{p_0VM}{RT_1} = \frac{p_0VMT_1 - p_0VMT_2}{RT_1T_2} =$$

$$= \frac{p_0VM(T_1 - T_2)}{RT_1T_2} = \frac{1 \cdot 10^5 \cdot 60 \cdot 0{,}029(306 - 281)}{8{,}31 \cdot 306 \cdot 281} \approx 6(кг)$$

B6 Автомобиль в течение некоторого промежутка времени движется со скоростью, модуль которой $v = 54\ \frac{км}{ч}$. Если мощность, развиваемая двигателем автомобиля, $P = 21\ кВт$, а коэффициент полезного действия двигателя $\eta = 25\%$, то расход бензина $\left(\rho = 700\ \frac{кг}{м^3},\ q = 4{,}6 \cdot 10^7\ \frac{Дж}{кг}\right)$ составит $V = 12\ л$ на пути s, равном … км.

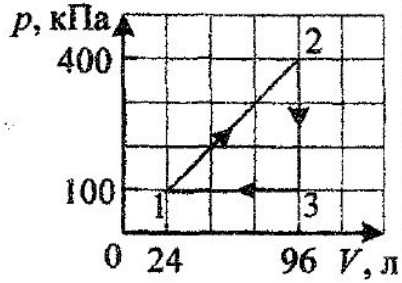
$$s = vt; \quad t - ?$$

$$\left.\begin{aligned} A &= Pt \\ A &= \eta Q = \eta q m = \eta q \rho V \end{aligned}\right\} \quad Pt = \eta q \rho V; \quad t = \frac{\eta q \rho V}{P}$$

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

$$= 69000(м) = 69(км)$$

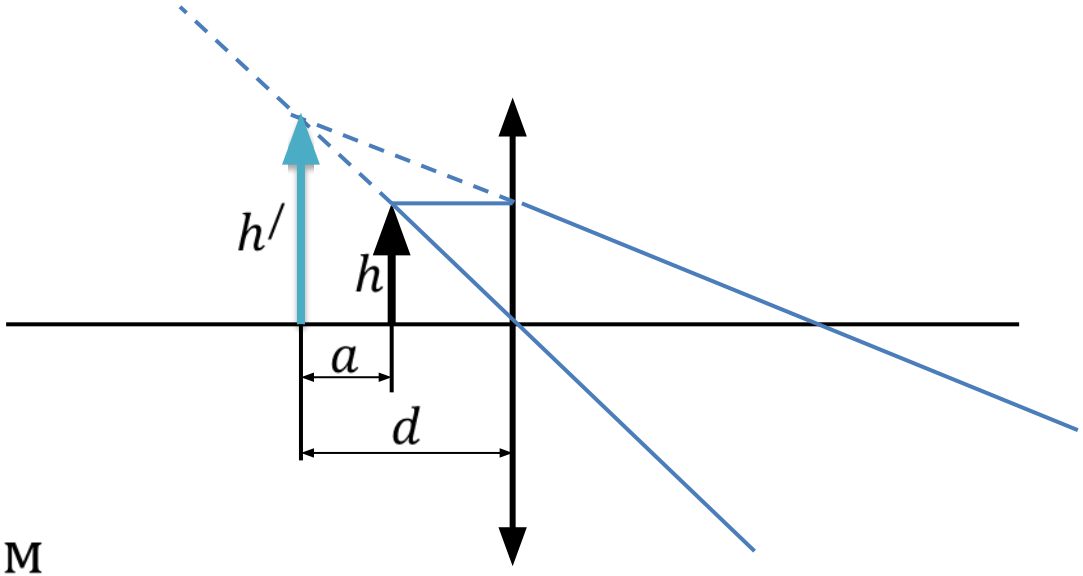
B7 График циклического процесса в координатах (p, V), происходящего с некоторой массой идеального газа, представлен на рисунке. Работа, совершаемая силой давления газа за цикл, равна … кДж.



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

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

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.



$$\frac{h^/}{h} = 2 = \frac{d}{d-a}$$

$$2d - 2a = d$$

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

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

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

B9 Площадь пластин плоского воздушного конденсатора $S = 60\ \text{см}^2$, расстояние между пластинами $d_1 = 6$ мм, заряд конденсатора $q = 1{,}77$ нКл. Если минимальная работа при увеличении расстояния между пластинами конденсатора, отключённого от источника, $A_{\min} = 59$ нДж, то пластины раздвинули до расстояния d_2, равного … мм.

$$W_0 + A = W;$$

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

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

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

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

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

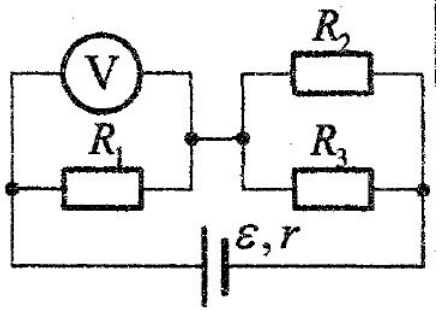
$$d_2 = 0{,}006 +$$

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

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

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

B10 Три резистора, сопротивления которых одинаковы: $R_1 = R_2 = R_3 = 2,0$ Ом, подключены к источнику постоянного тока с ЭДС $\mathscr{E} = 20$ В и внутренним сопротивлением $r = 1,0$ Ом (см. рис.). Показание U вольтметра равно … В.



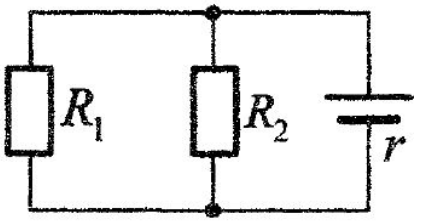
$$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 1(\text{Ом})$$

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

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

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

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 $S = 30$ см^2, расположен в магнитном поле, модуль индукции которого $B = 30$ мТл. Плоскость контура параллельна линиям магнитной индукции. Контур поворачивают на угол $\alpha = 90°$ таким образом, что плоскость контура располагается перпендикулярно линиям магнитной индукции. Модуль заряда, прошедшего по контуру при его повороте, равен … **мкКл**.

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

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

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

B13 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.

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

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

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

B14	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.

$$t = 2T_{1/2} = 48 \text{ ч}$$