

Оборонно-техническая олимпиада 2022-2023 гг. (II этап)

Типовое задание для 8 класса

Направление: Физика

1	Гору длиной 50м лыжник прошёл за 10с, двигаясь с ускорением $0,4 \text{ м/с}^2$. Какова скорость лыжника в начале и в конце горы? Два числа записать подряд, не разделяя их пробелом.
2	Тело массой $m = 0,5 \text{ кг}$ под действием силы $F = 5 \text{ Н}$, направленной вдоль наклонной плоскости, движется вверх равномерно к вершине, а предоставленное самому себе, скользит равномерно вниз. Рассчитайте угол при основании наклонной плоскости.
3	Пуля массой $0,01 \text{ кг}$, летящая горизонтально со скоростью 500 м/с , попадает в брусок массой $0,5 \text{ кг}$, покоящийся на гладкой горизонтальной поверхности, и, пробивая его, вдвое уменьшает свою скорость. Определить кинетическую энергию бруска после вылета пули.
4	Простая лебёдка (ворот) состоит из барабана диаметром $0,25 \text{ м}$ и рычага с рукояткой, которые обеспечивают приложение силы на расстоянии $0,8 \text{ м}$ от оси барабана. Найдите минимальное значение модуля силы, приложенной к рукоятке, если лебёдка удерживает груз 256 кг .
5	В цилиндрическом сосуде поршень массой 100 кг и площадью $0,01 \text{ м}^2$ начинает двигаться вверх. Давление газа под поршнем постоянно и равно 600 кПа , атмосферное давление 100 кПа . Определите скорость поршня, когда он пройдёт путь $1,8 \text{ м}$. Трение не учитывать.
6	Тело отдало внешним телам через стенку количество теплоты, равно 300 Дж . При этом внешние силы совершили над ним работу, равную 600 Дж . Чему равно изменение внутренней энергии тела?
7	Два удалённых шара с зарядами -2 мкКл и $+1 \text{ мкКл}$ соединили сопротивлением 12 Ом . Определить максимальную силу тока в сопротивлении, если ёмкость каждого шара относительно земли $0,001 \text{ мкФ}$.
8	Сколько киловатт электроэнергии расходуется на нагревание провода ЛЭП, если суммарная мощность потребителей энергии 3000 МВт при напряжении 400 кВ , а падение напряжения на проводах 100 В ? ЛЭП – линия электропередач.
9	Два параллельных проводника с токами силой 10 А притягиваются с силой $0,2 \text{ Н}$ на каждый метр длины. Найти модуль вектора магнитной индукции поля, создаваемого одним проводником в месте расположения другого.
10	Определить первоначальную длину математического маятника, если при изменении его длины до 4 м период колебаний маятника уменьшился в 2 раза.

Указания:

В графе «ответ» все полученные значения записываются в СИ, если не сказано иного.

Все дробные числа записываются в виде конечной десятичной дроби.

Ускорение свободного падения	$g \approx 10 \text{ м/с}^2$	Скорость света в вакууме	$c \approx 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Универсальная газовая постоянная	$R \approx 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$	Величина элементарного заряда	$e \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Число Авогадро	$N_A \approx 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$	Коэффициент в законе Кулона	$k \approx 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
Молярная масса водорода	$\mu = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	Постоянная Планка	$h \approx 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Молярная масса гелия	$\mu = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	Число π «пи»	$\pi \approx 3,14$
Электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$	$\sqrt{2} \approx 1,41$ $\sqrt{3} \approx 1,73$	$\pi^2 \approx 10$
Удельная теплоёмкость воды	$c \approx 4200 \text{ Дж/кг} \cdot \text{°С}$	Плотность воды	$\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Удельная теплота парообразования воды	$L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$	Плотность льда	$\rho = 0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Удельная теплота сгорания керосина	$q = 4,6 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$	Плотность меди	$\rho = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Удельная теплота плавления льда	$\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$	Плотность свинца	$\rho = 11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Удельная теплота сгорания бензина	$q = 4,6 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$	Плотность бензина	$\rho = 0,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
		Плотность керосина	$\rho = 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

Решение
8 класс

№	Условие	Рисунок	Решение	Балл
1	Дано: $S=50\text{м}$ $t=10\text{с}$ $a=0,4\text{м/с}^2$ Найти: V_0 ?, V ?	-	$S = V_0 t + \frac{at^2}{2}$; $V_0 = \frac{S - \frac{at^2}{2}}{t} = \frac{S}{t} - \frac{at}{2} =$ $5 - 2 = 3\text{м/с}$ $V = V_0 + at = 3 + 4 = 7\text{м/с}$	5
2	Дано: $m=0,5\text{ кг}$ $F=5\text{ Н}$ $V=\text{const}$ Найти: α - ?		$\vec{F}_{\text{рез}} = 0$; (оx): $F - mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = 0$ $F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha = 0$; $F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha$; $F = 2mg \sin \alpha$; $\sin \alpha = \frac{F}{mg} = \frac{5}{10} =$ $0,5$; $\alpha = 30^\circ$	15
3	Дано: $M_{\text{п}}=0,01\text{кг}$ $V_{\text{п}}=500\text{м/с}$ $m_{\text{бр}}=0,5\text{кг}$ $V_{\text{п}2}=\frac{V_{\text{п}1}}{2}$ Найти: $E_{\text{к.бр.}}$ - ?		$\vec{P}_{\text{полн.}} = \text{const}$ $m_{\text{п}} \vec{v}_{\text{п}1} = m_{\text{бр}} \vec{v}_{\text{бр}} + m_{\text{п}} \vec{v}_{\text{п}2}$ (оx) $m_{\text{п}} V_{\text{п}1} = m_{\text{бр}} V_{\text{бр}} + m_{\text{п}} V_{\text{п}2}$; $V_{\text{бр}} = \frac{m_{\text{п}}(V_{\text{п}1} - V_{\text{п}2})}{m_{\text{бр}}} = \frac{10^{-2}(500 - 250)}{0,5} = 5$ м/с ; $E_{\text{к.бр.}} = \frac{m_{\text{бр}} V_{\text{бр}}^2}{2} = \frac{0,5 \cdot 25}{2} = 6,25 \text{ Дж}$	10
4	Дано: $d=0,25\text{ м}$ $l=0,8\text{ м}$ $m=256\text{ кг}$ Найти: F_{min} - ?		$M_{\text{рез}} = 0$; $mg \frac{d}{2} - F_{\text{min}} l = 0$; $F_{\text{min}} =$ $\frac{mgd}{2l} = \frac{256 \cdot 10 \cdot 0,25}{1,6} = 400 \text{ Н}$	10
5	Дано: $V_0=0$ $m_{\text{п}}=100\text{кг}$ $S=0,01\text{ м}^2$ $p=600\text{кПа}$ $p_{\text{ат.}}=100\text{кПа}$ $l=1,8\text{ м}$ Найти: V - ?		$p = \frac{F_1}{S}$; $F = Ps$; $\vec{F}_{\text{рез.}} = m\vec{a}$; $a = \frac{(p - p_{\text{ат.}})S - m_{\text{п}}g}{m} = \frac{(p - p_{\text{ат.}})S}{m} - g =$ $\frac{5 \cdot 10^5 \cdot 10^{-2}}{10^2} - 10 = 40 \text{ м/с}^2$; $V^2 - V_0^2 = 2al$; $V =$ $\sqrt{V_0^2 + 2al} = \sqrt{2al} = \sqrt{2 \cdot 40 \cdot 1,8} =$ $12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	15
6	Дано: $Q = -300 \text{ Дж}$ $A = -600 \text{ Дж}$ Найти: ΔU - ?	-	$Q = \Delta U + A$; $\Delta U = Q - A = -300 +$ $600 = 300 \text{ Дж}$;	5
7	Дано: $q_1 = -2 \text{ мкКл}$	-	$C = \frac{q}{\varphi}$; $\varphi_1 = \frac{q_1}{C}$; $\varphi_2 = \frac{q_2}{C}$; $U = \Delta\varphi =$	10

	$q_2 = +1$ мкКл $R = 12$ Ом $C = 0,001$ мкФ Найти: I_{\max} - ?		$\frac{q_2 - q_1}{C}$; $I_{\max} = \frac{U}{R} = \frac{q_2 - q_1}{CR} = \frac{3 \cdot 10^{-6}}{10^{-9} \cdot 12} = 250$ А	
8	Дано: $P_{\text{потр.}} = 3000$ МВт $U_{\text{потр.}} = 400$ кВ $\Delta U = 100$ В Найти: I_{\max} - ?	-	$P = IU$; $I = \frac{P_{\text{потр.}}}{U_{\text{потр.}}} = \frac{3 \cdot 10^9}{4 \cdot 10^5} = 0,75 \cdot 10^4$ А ; $\Delta P = I \Delta U = 0,75 \cdot 10^4 \cdot 10^2 = 75 \cdot 10^4$ $Вт = 750$ кВт	10
9	Дано: $I_1 = I_2 = 10$ А $F/l = 0,2$ Н Найти: F_{\min} - ?		$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1 I_2}{r}$; $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$; $\frac{F}{l} = IB$; $F = IBl$; $B = \frac{F}{Il} = \frac{0,2}{10} = 0,02$ Тл	15
10	Дано: $l_2 = 4$ м $T_2 = T_1/2$ Найти: l_1 - ?	-	$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$; $2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}} = 2 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}}$; $l_1 = 4l_2$ $= 4 \cdot 4 = 16$ м	5

Оборонно-техническая олимпиада 2022-2023 гг. (II этап)

Типовое задание для 9 класса

Направление: Физика

1	Половину пути тело движется со скоростью 1 м/с, а оставшийся путь – со скоростью 3 м/с. Определить среднюю скорость.
2	Плотность некоторой планеты такая же, как у Земли, а радиус вдвое меньше. Во сколько раз первая космическая скорость для Земли больше, чем для планет?
3	Плотность некоторой планеты такая же, как у Земли, а радиус вдвое меньше. Во сколько раз первая космическая скорость для Земли больше, чем для планет?
4	К гладкой вертикальной стенке на нитке длиной 4 см подвешен шар 0,3 кг и радиусом 2,5 см. Один конец нитки закреплен на стенке, другой – на поверхности шара. Определить модуль силы давления шара на стенку.
5	Когда из сосуда выпустили некоторое количество идеального газа, давление в нем упало на 40%, а абсолютная температура уменьшилась на 20%. Какую часть газа выпустили из сосуда?
6	При изготовлении бетонной смеси в бункер засыпали некоторую массу песка и вдвое большую массу цемента. Определить удельную теплоемкость смеси после перемешивания. Удельная теплоемкость песка равна 960 Дж/кг*К, а цемента – 810 Дж/кг*К.
7	На конце невесомой, первоначально расположенной вертикально пружине с коэффициентом упругости 0,04 Н/м подвешен шарик массой 0,03 г и зарядом 1 мкКл. Определить в сантиметрах величину растяжения пружины в горизонтальном электрическом поле напряженностью 400 В/м?
8	Перегоревшую спираль электрической плитки с номинальной мощностью 420 Вт укоротили на 1/8 ее первоначальной длины. Какой стала ее мощность при включении в ту же сеть?
9	Найти в микроджоулях кинетическую энергию частицы, которая движется в магнитном поле с индукцией 0,1 Тл по окружности радиусом 1 м. Масса и заряд частицы равен 0,001 г и 6 мкКл.
10	Математический маятник длиной 2,5 м совершил 100 полных колебаний за 314 с. Определить ускорение свободного падения для данной планеты.

Указания:

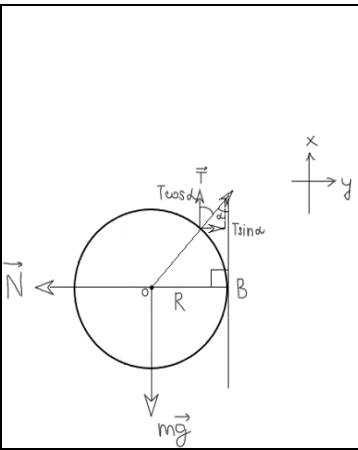
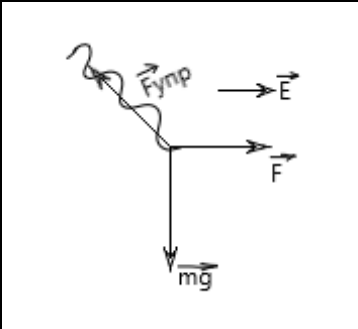
В графе «*ответ*» все полученные значения записываются в СИ, если не сказано иного.

Все дробные числа записываются в виде конечной десятичной дроби.

Ускорение свободного падения	$g \approx 10 \text{ м/с}^2$	Скорость света в вакууме	$c \approx 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Универсальная газовая постоянная	$R \approx 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$	Величина элементарного заряда	$e \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Число Авогадро	$N_A \approx 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$	Коэффициент в законе Кулона	$k \approx 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
Молярная масса водорода	$\mu = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	Постоянная Планка	$h \approx 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Молярная масса гелия	$\mu = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	Число π «пи»	$\pi \approx 3,14$
Электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$	$\sqrt{2} \approx 1,41$ $\sqrt{3} \approx 1,73$	$\pi^2 \approx 10$
Удельная теплоёмкость воды	$c \approx 4200 \text{ Дж/кг} \cdot \text{°С}$	Плотность воды	$\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Удельная теплота парообразования воды	$L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$	Плотность льда	$\rho = 0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Удельная теплота сгорания керосина	$q = 4,6 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$	Плотность меди	$\rho = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Удельная теплота плавления льда	$\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$	Плотность свинца	$\rho = 11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Удельная теплота сгорания бензина	$q = 4,6 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$	Плотность бензина	$\rho = 0,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
		Плотность керосина	$\rho = 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

Решение
9 класс

1	<p>Дано:</p> $S_1 = \frac{S}{2}$ $V_1 = 1 \text{ м/с}$ $S_2 = \frac{S}{2}$ $V_2 = 3 \text{ м/с}$ <p>Найти:</p> $V_{\text{ср}} - ?$	-	$V_{\text{ср}} = \frac{S}{t} = \frac{S}{t_1 + t_2};$ $V_1 = \frac{S_1}{t_1}; t_1 = \frac{S_1}{V_1} = \frac{\frac{S}{2}}{V_1} = \frac{S}{2V_1};$ $V_2 = \frac{S_2}{t_2}; t_2 = \frac{S_2}{V_2} = \frac{\frac{S}{2}}{V_2} = \frac{S}{2V_2};$ $V_{\text{ср}} = \frac{S}{\frac{S}{2V_1} + \frac{S}{2V_2}} = \frac{S}{\frac{S}{2}(\frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2})} = \frac{2}{\frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2}} = \frac{2}{\frac{1}{1} + \frac{1}{3}} = \frac{2}{\frac{4}{3}} = \frac{2 \cdot 3}{4} = 1,5 \text{ м/с}$
2	<p>Дано:</p> $\rho_{\text{пл}} = \rho_3$ $R_{\text{пл}} = \frac{R_3}{2}$ <p>Найти:</p> $\frac{V_{1з}}{V_{1\text{пл}}} - ?$	-	$\frac{V_{1з}}{V_{1\text{пл}}} = \frac{\sqrt{g_0 \cdot R_3}}{\sqrt{a_0 \cdot R_{\text{пл}}}} = \sqrt{\frac{g_0}{a_0} + \frac{R_3}{R_{\text{пл}}}}$ $g_0 = G \frac{m_3}{R_3^2};$ $a_0 = G \frac{m_{\text{пл}}}{R_{\text{пл}}^2};$ $\frac{V_{1з}}{V_{1\text{пл}}} = \sqrt{\frac{G \frac{m_3}{R_3^2} \cdot R_3}{G \frac{m_{\text{пл}}}{R_{\text{пл}}^2} \cdot R_{\text{пл}}}} = \sqrt{\frac{m_3}{m_{\text{пл}}} \cdot \frac{R_{\text{пл}}}{R_3}}; \rho = \frac{m}{V}; m = \rho \cdot V;$ $V_{\text{шара}} = \frac{4}{3} \pi R^3; m = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R; \frac{V_{1з}}{V_{1\text{пл}}} = \sqrt{\frac{\rho_3 \cdot \frac{4}{3} \pi R_3^3 \cdot R_{\text{пл}}}{\rho_{\text{пл}} \cdot \frac{4}{3} \pi R_{\text{пл}}^3 \cdot R_3}} = \frac{R_3}{R_{\text{пл}}} = 2$
3	<p>Дано:</p> $m = 0,1 \text{ кг}$ $k = 1000 \text{ Н/м}$ <p>Найти:</p> $V_{\text{max}} - ?$	-	$\frac{m V_{\text{max}}^2}{2} = \frac{k (\Delta x_{\text{max}})^2}{2}; \sqrt{m} \cdot V_{\text{max}} = \sqrt{k} \cdot \Delta x_{\text{max}}$ $V_{\text{max}} = \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \Delta x_{\text{max}};$ <p>Рассмотрим тело в нижней точке траектории</p> $\vec{V} = 0; \vec{F}_{\text{рез}} = 0$ <p>(Oy): $F_{\text{упр}} - mg = 0; F_{\text{упр}} = mg;$</p> <p>Закон Гука: $\vec{F}_{\text{упр}} = -k \Delta \vec{x}; \vec{F}_{\text{упр}} = k \Delta x_{\text{max}}$ (в нижней точке деформация максимальна)</p> $k \Delta x_{\text{max}} = mg; \Delta x_{\text{max}} = \frac{mg}{k};$ $V_{\text{max}} = \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \frac{mg}{k} = \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot g = \sqrt{\frac{0,1}{10^3}} \cdot 10 = \sqrt{10^{-4}} \cdot 10 = 10^{-2} \cdot 10 = 10^{-1} = 0,1 \text{ м/с}$

4	<p>Дано: $l = 4 \text{ см}$ $m = 0,3 \text{ кг}$ $R = 2,5 \text{ см}$</p> <p>Найти: $F_{\text{давл}} - ?$</p>		$\sum_i M_i = 0$ $\sum_i \vec{F}_i = 0$ <p>(Ox): $T \sin \alpha - N = 0$</p> <p>(Oy): $T \cos \alpha - mg = 0$</p> $\begin{cases} T \sin \alpha = N & (1) \\ T \cos \alpha = mg & (2) \end{cases}$ <p>3 закон Ньютона: $F_{\text{давл}} = N$</p>
5	<p>Дано: $\frac{P_1 - P_2}{P_1} * 100\% = 40\%$ $\frac{T_1 - T_2}{T_1} * 100\% = 20\%$</p> <p>Найти: $\frac{\Delta m}{m_1} - ?$</p>	-	$\frac{P_1 - P_2}{P_1} = 0,4 \quad 1 - \frac{P_2}{P_1} = 0,4$ $\frac{T_1 - T_2}{T_1} = 0,2 \quad \frac{P_2}{P_1} = 1 - 0,4 = 0,6$ $1 - \frac{T_2}{T_1} = 0,2; \quad \frac{T_2}{T_1} = 1 - 0,2 = 0,8$ $P_1 V = \frac{m_1}{M} * RT_1 \quad (1)$ $P_2 V = \frac{m_1 - \Delta m}{M} * RT_2 \quad (2)$ $\frac{(2)}{(1)} = \frac{P_2 V}{P_1 V} = \frac{(\frac{m_1 - \Delta m}{M}) * RT_2}{\frac{m_1}{M} * RT_1};$ $0,6 = \frac{m_1 - \Delta m}{m_1} * 0,8; \quad 6 = 8(1 - \frac{\Delta m}{m_1})$ $1 - \frac{\Delta m}{m_1} = \frac{3}{4} = 0,75; \quad \frac{\Delta m}{m_1} = 1 - 0,75 = 0,25$
6	<p>Дано: $m_{\text{ц}} = 2m_{\text{н}}$ $c_{\text{ц}} = 960 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ $c_{\text{н}} = 810 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$</p> <p>Найти: $c_{\text{см}} - ?$</p>	-	$c = \frac{Q}{m \Delta T}$ $c_{\text{см}} = \frac{Q_{\text{см}}}{(m_{\text{ц}} + m_{\text{н}}) \Delta T} = \frac{Q_{\text{ц}} + Q_{\text{н}}}{(m_{\text{ц}} + m_{\text{н}}) \Delta T}$ $Q_{\text{ц}} = c_{\text{ц}} m_{\text{ц}} \Delta T; \quad Q_{\text{н}} = c_{\text{н}} m_{\text{н}} \Delta T$ $c_{\text{см}} = \frac{c_{\text{ц}} m_{\text{ц}} \Delta T + c_{\text{н}} m_{\text{н}} \Delta T}{(m_{\text{ц}} + m_{\text{н}}) \Delta T} = \frac{\Delta T (c_{\text{ц}} m_{\text{ц}} + c_{\text{н}} m_{\text{н}})}{(m_{\text{ц}} + m_{\text{н}}) \Delta T} = \frac{c_{\text{ц}} * 2m_{\text{н}} + c_{\text{н}} m_{\text{н}}}{3m_{\text{н}}}$ $\frac{m_{\text{н}} (2c_{\text{ц}} + c_{\text{н}})}{3m_{\text{н}}} = \frac{2 * 810 + 960}{3} = 2 * 270 + 320 = 540 + 320 = 860$ <p>$\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$</p>
7	<p>Дано: $k = 0,04 \text{ Н/м}$ $m = 0,03 \text{ г}$ $q = 1 \text{ мкКл}$ $E = 400 \text{ В/м}$</p> <p>Найти: $\Delta x - ? (\text{см})$</p>		$\vec{E} = \frac{\vec{E}}{q};$ $\vec{F}_{\text{рез}} = 0;$ $\sqrt{(mg)^2 + (qE)^2} = F_{\text{упр}}$ $\vec{F}_{\text{упр}} = -k \Delta \vec{x}; \quad F_{\text{упр}} = k \Delta x; \quad \Delta x = \frac{F_{\text{упр}}}{k} =$ $\frac{\sqrt{(mg)^2 + (qE)^2}}{k} = \frac{\sqrt{(3 * 10^{-5})^2 + (10^{-6} * 4 * 10^2)^2}}{4 * 10^{-2}} =$ $1,25 * 10^{-2} \text{ м} = 1,25 \text{ см}$

8	<p>Дано: $P_{\text{ном}} = 420 \text{ Вт}$</p> <p>$\Delta l = \frac{l_0}{8}$</p> <p>Найти: $P - ?$</p>	-	$P = \frac{U^2}{R}; U = \text{const}; R_{\text{ном}} = \frac{\rho l_0}{S}; R = \frac{\rho(l_0 - \Delta l)}{S}$ $\frac{P}{P_{\text{ном}}} = \frac{\frac{U^2}{R}}{\frac{U^2}{R_{\text{ном}}}} = \frac{R_{\text{ном}}}{R} = \frac{\frac{\rho l_0}{S}}{\frac{\rho(l_0 - \Delta l)}{S}} = \frac{l_0}{l_0 - \Delta l} = \frac{l_0}{l_0 - \frac{l_0}{8}} = \frac{8}{7}; P = \frac{8}{7} * P_{\text{ном}} = \frac{8}{7} * 420 = 480 \text{ Вт}$
9	<p>Дано: $B = 0,1 \text{ Тл}$ $R = 1 \text{ м}$ $m = 0,0012$ $q = 6 \text{ мкКл}$</p> <p>Найти: $W_{\text{кин}} - ?$</p>	-	$\vec{F}_{\text{лор}} = q_+ [\vec{V}, \vec{B}]; \vec{F}_{\text{лор}} = qVB \sin(\vec{V}, \vec{B})$ <p>Т.к. частица движется по окружности, то \vec{V} перпендикулярно \vec{B}.</p> $F_{\text{лор}} = qVB = F_{\text{ц.с.}} = ma_{\text{ц.с.}} = \frac{mV^2}{R}$ $qVB = \frac{mV^2}{R}; V = \frac{qBR}{m} = \frac{6 \cdot 10^{-6} \cdot 0,1 \cdot 1}{10^{-6}} = 0,6 \text{ м/с}$ $W_{\text{кин}} = \frac{mV^2}{2} = \frac{10^{-6} \cdot 0,36}{2} = 0,18 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} = 0,18 \text{ мкДж}$
10	<p>Дано: $l = 2,5 \text{ м}$ $N = 100$ $t = 314 \text{ с}$</p> <p>Найти: $a - ?$</p>	-	$T = \frac{t}{N} = \frac{314}{100} = 3,14 \text{ с} = \pi \text{ (с)}$ $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{a}}; T^2 = 4\pi^2 \frac{l}{a};$ $a = \frac{4\pi^2 l}{T^2} = \frac{4 \cdot 10 \cdot 2,5}{3,14^2} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Оборонно-техническая олимпиада 2022-2023 гг. (II этап)

Типовое задание для 10 класса

Направление: Физика

1	Камень брошен со скоростью 20 м/с под углом 30° к горизонту с башни высотой 15 м. На каком расстоянии от основания башни камень упадет на поверхность Земли? Соппротивлением воздуха пренебречь.
2	На какую максимальную высоту подпрыгнет мяч, падающий без начальной скорости с высоты 20 м, если за время удара о горизонтальную поверхность модуль импульса равнодействующей силы равен $40 \text{ н}\cdot\text{с}$? Масса мяча равна 1 кг. Соппротивлением воздуха пренебречь.
3	Спутник массой 10 т вращается по круговой орбите вокруг Земли, обладал кинетической энергией $6,4 \cdot 10^{10} \text{ Дж}$. Во сколько раз радиус орбиты спутника больше радиуса Земли? Радиус Земли принять равным 6400 км.
4	Диск массой 3 кг находится на наклонной плоскости с углом при основании 60° . Качение диска предотвращено трением и горизонтально расположенной нитью, которая одним концом прикреплена к самой высокой точке диска, другим – к плоскости. Найти модуль силы натяжения нити.
5	Аэрозонд, наполненный водородом объемом $0,2 \text{ м}^3$ находится в воздухе плотностью $1,45 \text{ кг/м}^3$ во взвешенном состоянии. Определить массу оболочки аэрзонда. Средняя молярная масса воздуха составляет 29 г/моль. Упругостью оболочки пренебречь.
6	Газ, состоящий из смеси 0,5 г водорода и 1,4 г гелия, при изобарическом расширении совершил работу 2988 Дж. Во сколько раз увеличился объем газа, если начальная температура смеси 300 К? Молярные массы водорода и гелия равны 2 г/моль и 4 г/моль.
7	В пространство между обкладками заряженного и отключенного от источника конденсатора вдвигают параллельно обкладкам незаряженную металлическую пластинку толщиной 1 мм. Во сколько раз уменьшится при этом напряжение на обкладках, если расстояние между ними равно 3 мм?
8	Нагреватель сопротивлением 640 Ом за 1 ч вскипятит 4,2 кг воды, взятой при 293 К. Определить заряд, прошедший через нагреватель. Удельная теплоемкость воды равна $4200 \text{ Дж/(К}\cdot\text{кг)}$, КПД нагревателя - 80%, а ток в цепи постоянный.
9	Контур площадью 2 м^2 и сопротивлением 0,003 Ом находится в однородном поле, индукция которого возрастает на 0,5 мТл в секунду. Найти максимальное количество теплоты, выделяющееся в контуре за 1 час.
10	Угол падения луча света из воздуха на плоскопараллельную стеклянную пластинку равен 30° , а время распространения света в пластинке - 0,025 нс. Найти в миллиметрах толщину пластинки, если показатель преломления стекла равен 1,5.

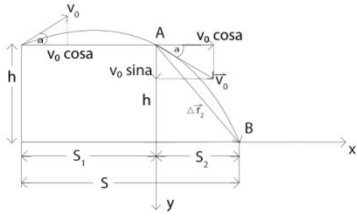
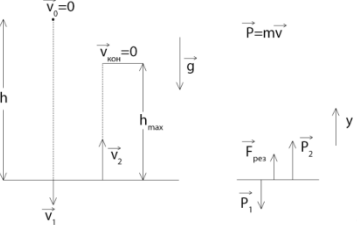
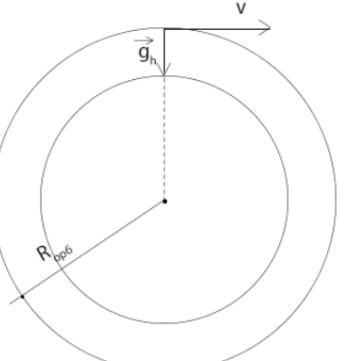
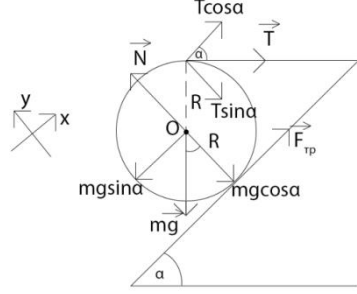
Указания:

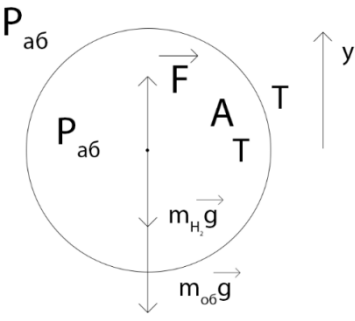
В графе «*ответ*» все полученные значения записываются в СИ, если не сказано иного.

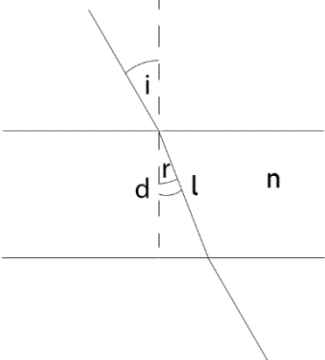
Все дробные числа записываются в виде конечной десятичной дроби.

Ускорение свободного падения	$g \approx 10 \text{ м/с}^2$	Скорость света в вакууме	$c \approx 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Универсальная газовая постоянная	$R \approx 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$	Величина элементарного заряда	$e \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Число Авогадро	$N_A \approx 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$	Коэффициент в законе Кулона	$k \approx 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
Молярная масса водорода	$\mu = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	Постоянная Планка	$h \approx 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Молярная масса гелия	$\mu = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	Число π «пи»	$\pi \approx 3,14$
Электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$	$\sqrt{2} \approx 1,41$ $\sqrt{3} \approx 1,73$	$\pi^2 \approx 10$
Удельная теплоёмкость воды	$c \approx 4200 \text{ Дж/кг} \cdot \text{°С}$	Плотность воды	$\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Удельная теплота парообразования воды	$L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$	Плотность льда	$\rho = 0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Удельная теплота сгорания керосина	$q = 4,6 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$	Плотность меди	$\rho = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Удельная теплота плавления льда	$\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$	Плотность свинца	$\rho = 11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Удельная теплота сгорания бензина	$q = 4,6 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$	Плотность бензина	$\rho = 0,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
		Плотность керосина	$\rho = 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

Решение 10 класс

<p>1</p> <p>Дано: $V_0 = 20 \text{ м/с}$ $\alpha = 30^\circ$ $h = 15 \text{ м}$</p> <p>Найти: $S - ?$</p>		<p>$S_1 = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{g}$; $S_2 = v_x t_2$; t_2 – время полета из точки А до точки В; $v_x = \text{const} = v_0 \cos \alpha$</p> <p>По закону сохранения и превращения механической энергии $\frac{mv_0^2}{2} + mgh = \frac{mv_A^2}{2} + mgh$; $v_0^2 = v_A^2$; $v_0 = v_A$</p> <p>Проведем вектор перемещения $\Delta \vec{r}$ из (.)А в (.)В</p> <p>Основное уравнение для вектора перемещения: $\Delta \vec{r} = \vec{v}_0 t + \frac{a t^2}{2}$</p> <p>Проецируем на Oy: $\Delta r_{2y} = h = v_0 \sin \alpha t_2 + \frac{g t_2^2}{2}$;</p> <p>$\frac{g t_2^2}{2} + v_0 \sin \alpha t_2 - h = 0$, численно: $5t_2^2 + 20 * \frac{t_2}{2} - 15 = 0$; $t_2^2 + 2t_2 - 3 = 0$;</p> <p>$(t_2)_1 = 1\text{с}$; $(t_2)_2 = -3\text{с}$ (не имеет физ. смысла)</p> <p>$S = S_1 + S_2 = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} + v_0 \cos \alpha t_2 = \frac{400 * \frac{3}{4}}{10} + 20 * \frac{\sqrt{3}}{2} = 30\sqrt{3} = 30 * 1,73 = 51,9 \text{ м}$</p>
<p>2</p> <p>Дано: $v_0 = 0$ $h = 20 \text{ м}$ $F_{\text{рез}} * \Delta t = 40 \text{ Н} * \text{с}$ $m = 1 \text{ кг}$</p> <p>Найти: $h_{\text{max}} - ?$</p>		<p>$\vec{F}_{\text{рез}} \Delta t = \Delta \vec{p}$; $\vec{F}_{\text{рез}} \Delta t = \vec{P}_2 - \vec{P}_1$;</p> <p>Oy)</p> <p>$F_{\text{рез}} \Delta t = P_2 - (-P_1) = P_2 + P_1 = mv_2 + mv_1$; $v_1^2 - v_0^2 = 2gh$</p> <p>$v_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{20 * 20} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $mv_2 = F_{\text{рез}} \Delta t - mv_1$;</p> <p>$v_2 = \frac{F_{\text{рез}} \Delta t - mv_1}{m} = \frac{F_{\text{рез}} \Delta t}{m} - v_1 = \frac{40}{1} - 20 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$;</p> <p>$h_{\text{max}} = \frac{400}{20} = 20 \text{ м}$</p>
<p>3</p> <p>Дано: $m = 10 \text{ т}$ $E_{\text{кин}} = 6,4 * 10^{10} \text{ Дж}$ $R_3 = 6400 \text{ км}$</p> <p>Найти: $\frac{R_{\text{орб}}}{R_3} - ?$</p>		<p>$E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2}$; $v^2 = \frac{2E_{\text{кин}}}{m}$; $g_h = a_{\text{ц.с.}} = \frac{v^2}{R_{\text{орб}}}$</p> <p>Следствие из закона Всемирного тяготения:</p> <p>$mg_0 = G \frac{mm_3}{R_3^2}$; $g_0 = G \frac{m_3}{R_3^2}$; $g_h = G \frac{m_3}{R_{\text{орб}}^2}$; $\frac{g_h}{g_0} = \frac{G \frac{m_3}{R_{\text{орб}}^2}}{G \frac{m_3}{R_3^2}} = \left(\frac{R_3}{R_{\text{орб}}}\right)^2$;</p> <p>$g_h = g_0 \frac{R_3^2}{R_{\text{орб}}^2} = \frac{v^2}{R_{\text{орб}}}$; $g_0 \frac{R_3^2}{R_{\text{орб}}^2} = \frac{v^2}{R_{\text{орб}}}$; $R_{\text{орб}} = \frac{g_0 R_3^2}{v^2}$; $\frac{R_{\text{орб}}}{R_3} = \frac{g_0 R_3}{v^2} = \frac{g_0 R_3}{\frac{2E_{\text{кин}}}{m}}$</p> <p>$= \frac{mg_0 R_3}{2E_{\text{кин}}} = \frac{10^4 * 10 * 6,4 * 10^6}{2 * 6,4 * 10^{10}} = 5$</p>
<p>4</p> <p>Дано: $m = 3 \text{ кг}$ $\alpha = 60^\circ$</p> <p>Найти: $T - ?$</p>		<p>$\sum_i M_i = 0$; $TR - F_{\text{тп}} R = 0$; $T = F_{\text{тп}}$;</p> <p>$\vec{F}_{\text{рез}} = 0$; (Ox) $T \cos \alpha + F_{\text{тп}} - mg \sin \alpha = 0$;</p> <p>$T \cos \alpha + T - mg \sin \alpha = 0$;</p> <p>$T(\cos \alpha + 1) = mg \sin \alpha$; $T = \frac{mg \sin \alpha}{1 + \cos \alpha} = \frac{3 * 10 * \frac{\sqrt{3}}{2}}{1 + \frac{1}{2}} = 10\sqrt{3} = 10 * 1,73 = 17,3 \text{ (м)}$</p>

<p>5</p>	<p>Дано: $V = 0,2 \text{ м}^3$ $\rho_{\text{возд}} = 1,45 \text{ кг/м}^3$ $M_{\text{возд}} = 29 \text{ г/моль}$</p> <p>Найти: $m_{\text{об}} - ?$</p>		<p>$M_{\text{H}_2} = 2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$; $\vec{v} = 0$; $\vec{F}_{\text{рез}} = 0$; $F_A - m_{\text{H}_2}g - m_{\text{об}}g = 0$; $F_A = \rho_{\text{возд}}gV$;</p> <p>$\rho_{\text{возд}}gV - m_{\text{H}_2}g - m_{\text{об}}g = 0$; $\rho_{\text{возд}}V - m_{\text{H}_2} - m_{\text{об}} = 0$; $m_{\text{об}} = \rho_{\text{возд}}V - m_{\text{H}_2}$</p> <p>Уравнение Кл.- Менд. для H_2: $P_{\text{аб}}V = \frac{m_{\text{H}_2}}{M_{\text{H}_2}}RT$;</p> <p>Рассмотрим объем V атмосферного воздуха:</p> <p>Уравнение Кл.- Менд. для атм. воздуха в объеме V: $P_{\text{аб}}V = \frac{m_{\text{возд}}}{M_{\text{возд}}}RT$</p> <p>$\frac{m_{\text{H}_2}}{M_{\text{H}_2}}RT = \frac{m_{\text{возд}}}{M_{\text{возд}}}RT$; $m_{\text{возд}} = \rho_{\text{возд}}V$; $\frac{m_{\text{H}_2}}{M_{\text{H}_2}} = \frac{\rho_{\text{возд}}V}{M_{\text{возд}}}$; $m_{\text{об}} = \rho_{\text{возд}}V - \rho_{\text{возд}}V \frac{M_{\text{H}_2}}{M_{\text{возд}}} = \rho_{\text{возд}}V \left(1 - \frac{M_{\text{H}_2}}{M_{\text{возд}}}\right) = 1,45 \cdot 0,2 \left(1 - \frac{2 \cdot 10^{-3}}{29 \cdot 10^{-3}}\right) = 0,27 \text{ кг}$</p>
<p>6</p>	<p>Дано: $m_{\text{H}_2} = 0,5 \text{ г}$ $m_{\text{He}} = 1,4 \text{ г}$ $P = \text{const}$ $A = 2988 \text{ Дж}$ $T_1 = 300 \text{ К}$ $M_{\text{H}_2} = 2 \text{ г/моль}$ $M_{\text{He}} = 4 \text{ г/моль}$</p> <p>Найти: $\frac{v_2}{v_1} - ?$</p>		<p>$A = p\Delta V$; $pV = \left(\frac{m_{\text{H}_2}}{M_{\text{H}_2}} + \frac{m_{\text{He}}}{M_{\text{He}}}\right)RT$; $A = p\Delta V = \left(\frac{m_{\text{H}_2}}{M_{\text{H}_2}} + \frac{m_{\text{He}}}{M_{\text{He}}}\right)R\Delta T$; $\Delta T = T_2 - T_1$;</p> <p>$\Delta T = \frac{A}{\left(\frac{m_{\text{H}_2}}{M_{\text{H}_2}} + \frac{m_{\text{He}}}{M_{\text{He}}}\right)R} = \frac{2988}{\left(\frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} + \frac{1,4 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-3}}\right)8,3} = 600 \text{ К}$</p>
<p>7</p>	<p>Дано: $d_{\text{пл}} = 1 \text{ мм}$ $d = 3 \text{ мм}$</p> <p>Найти: $\frac{U_1}{U_2} - ?$</p>		<p>$q = \text{const}$; $C = \frac{q}{U}$; $CU = \text{const}$; $C_1U_1 = C_2U_2$;</p> <p>$\frac{U_1}{U_2} = \frac{C_2}{C_1}$; $C_1 = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$; $C_2 = C_{\text{посл}} = \frac{(C_1)^2}{2C_1} = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d - d_{\text{пл}}} = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d - d_{\text{пл}}}$;</p> <p>$\frac{U_1}{U_2} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{\frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d - d_{\text{пл}}}}{\frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}} = \frac{d}{d - d_{\text{пл}}} = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{(3-1) \cdot 10^{-3}} = 1,5$</p>
<p>8</p>	<p>Дано: $R = 640 \text{ Ом}$ $t = 1 \text{ час}$ $m = 4,2 \text{ кг}$ $T_1 = 293 \text{ К}$ $C = 4200 \text{ Дж/(К*кг)}$ $\eta = 80\%$</p> <p>Найти: $q - ?$ $T_{\text{кип}} = 373 \text{ К}$</p>		<p>$\eta = \frac{Q_{\text{полезн}}}{Q_{\text{полн}}} = \frac{cm\Delta T}{I^2 Rt}$; $I^2 = \frac{cm\Delta T}{\eta Rt}$; $I = \sqrt{\frac{cm\Delta T}{\eta Rt}} = \frac{q}{t}$;</p> <p>$q = t \sqrt{\frac{cm\Delta T}{\eta Rt}} = \sqrt{\frac{tcm\Delta T}{\eta R}} = \sqrt{\frac{tcm(T_{\text{кип}} - T_1)}{\eta R}} = \sqrt{\frac{3,6 \cdot 10^3 \cdot 4,2 \cdot 10^3 \cdot 4,2 \cdot 80}{0,8 \cdot 640}} = 3150 \text{ Кл}$</p>

9	<p>Дано: $S = 2 \text{ м}^2$ $R = 0,003 \text{ Ом}$ $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 0,5 \text{ мТл/с}$ $t = 1 \text{ час}$</p> <p>Найти: $Q_{\text{max}} - ?$</p>		$\varepsilon_i = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}; \quad \phi = BS\cos(\vec{B}, \vec{n});$ $\Delta\phi = \Delta BS\cos(\vec{B}, \vec{n});$ $\varepsilon_i = -\frac{\Delta B}{\Delta t} S * \cos(\vec{B}, \vec{n});$ $Q_{\text{max}} = \frac{\varepsilon_{i\text{max}}^2 t}{R} = \left(\frac{\Delta B}{\Delta t} S\right)^2 \frac{t}{R} = (0,5 * 10^{-3} * 2)^2 \frac{3,6 * 10^3}{3 * 10^{-3}} = 1,2 \text{ Дж}$
10	<p>Дано: $i = 30^\circ$ $t = 0,025 \text{ нс}$ $n = 1,5$</p> <p>Найти: $d(\text{мм}) - ?$</p>		$\frac{\sin i}{\sin r} = n; \quad \sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{\sin 30^\circ}{1,5} = \frac{1}{3};$ $d = l \cos r;$ $\cos r = \sqrt{1 - \sin^2 r} = \sqrt{1 - 1/9} = \frac{2\sqrt{2}}{3};$ $v = \frac{l}{t} = \frac{c}{n};$ $l = \frac{ct}{n}; \quad d = \frac{ct}{n} \cos r = \frac{5 * 1,41 * 10^{-3}}{1,5} = 4,7 \text{ мм}$

Оборонно-техническая олимпиада 2022-2023 гг. (II этап)

Типовое задание для 11 класса

Направление: Физика

1	С какой минимальной по модулю начальной скоростью нужно бросить с поверхности Земли камень, чтобы он перелетел через стену толщиной 5,2 м? Высота стены равна ее толщине. Точка бросания находится на расстоянии 5,2 м от стены. Сопротивлением воздуха пренебречь.
2	Однородная цепочка длиной 1,5 м лежит на столе так, что её конец свешивается с края стола. При какой длине свешивающейся части цепочка начинает скользить по столу, если коэффициент трения цепочки о стол равен 0,5?
3	Лягушка массой 100 г сидит на конце доски массой 2 кг и длиной 84 см. Доска плавает на поверхности пруда. Лягушка прыгает вдоль доски с начальной скоростью 4 м/с относительно воды. Под каким минимальным углом в градусах к горизонту должна прыгнуть лягушка, чтобы оказаться на другом конце доски?
4	Центры трех соприкасающихся шаров лежат на одной прямой. Радиусы шаров относятся как 1:2:3. На каком максимальном расстоянии от центра шара с меньшим радиусом может находиться центр тяжести системы? Радиус меньшего шара равен 0,18 м. Плотности шаров одинаковы.
5	Замкнутый цилиндрический сосуд длиной 0,83 м разделен невесомой легкоподвижной перегородкой. Слева находится 5 г водорода при температуре 320 К, справа – 5 г гелия при той же температуре. Какую минимальную по модулю силу нужно приложить к перегородке, чтобы удержать ее посередине сосуда?
6	При изотермическом расширении 2 молям идеального газа сообщено 249 Дж теплоты. Затем газ перевели в начальное состояние путем изобарического сжатия и изохорического нагревания. Работа газа за цикл равна 83 Дж. Определить разность максимальной и минимальной температур газа в цикле.
7	Частица массой 10^{-9} и зарядом 1 мкКл влетает в однородное электрическое поле напряженностью $1000 \frac{В}{м}$ перпендикулярно силовым 7 линиям. Определить в микроджоулях работу сил поля за первую миллисекунду движения.
8	Высокоомный вольтметр, зашунтированный резистором 1,5 Ом, подключен к батарее. При отключении шунта показания вольтметра изменилось на 6 В. Найти ЭДС батареи, если сила тока короткого замыкания для нее равна 1 А.
9	Кольцо радиусом R и сопротивлением 0,1 Ом помещено в однородное магнитное поле с индукцией 0,1 Тл. Плоскость кольца перпендикулярна вектору индукции поля. Какой заряд пройдет через поперечное сечение кольца при исчезновении поля?
10	Два математических маятника начинают колебания с одинаковыми начальными фазами, но различными периодами -4 с и 5 с. Найти максимальную частоту совпадения фаз колебаний.

Указания:

В графе «ответ» все полученные значения записываются в СИ, если не сказано иного.

Все дробные числа записываются в виде конечной десятичной дроби.

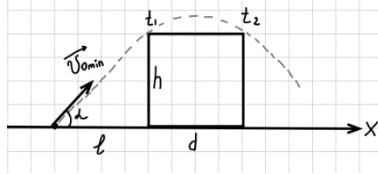
Ускорение свободного падения	$g \approx 10 \text{ м/с}^2$	Скорость света в вакууме	$c \approx 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Универсальная газовая постоянная	$R \approx 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$	Величина элементарного заряда	$e \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Число Авогадро	$N_A \approx 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$	Коэффициент в законе Кулона	$k \approx 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
Молярная масса водорода	$\mu = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	Постоянная Планка	$h \approx 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Молярная масса гелия	$\mu = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	Число π «пи»	$\pi \approx 3,14$
Электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$	$\sqrt{2} \approx 1,41$ $\sqrt{3} \approx 1,73$	$\pi^2 \approx 10$
Удельная теплоёмкость воды	$c \approx 4200 \text{ Дж/кг} \cdot \text{°С}$	Плотность воды	$\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Удельная теплота парообразования воды	$L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$	Плотность льда	$\rho = 0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Удельная теплота сгорания керосина	$q = 4,6 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$	Плотность меди	$\rho = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Удельная теплота плавления льда	$\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$	Плотность свинца	$\rho = 11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Удельная теплота сгорания бензина	$q = 4,6 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$	Плотность бензина	$\rho = 0,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
		Плотность керосина	$\rho = 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

Решение
11 класс

1

Дано:
 $d=h=l=5,2$ м

Найти:
 V_{0min} — ?



$$V_x = V_{0min} \times \cos\alpha$$

$$l = V_{0min} \times \cos\alpha \times t_1 \quad (1)$$

$$l+d = 2l = V_{0min} \times \cos\alpha \times t_2 \quad (2)$$

$$\frac{(2)}{(1)} \rightarrow \frac{2l}{l} = \frac{V_{0min} \times \cos\alpha \times t_2}{V_{0min} \times \cos\alpha \times t_1} = \frac{t_2}{t_1} \rightarrow$$

$$t_2 = 2t_1$$

$$h = V_{0min} \times \sin\alpha \times t - \frac{g \times t^2}{2};$$

$$\text{численно: } 5,2 = V_{0min} \times \sin\alpha \times t - 5t^2 \rightarrow 5t^2 -$$

$$V_{0min} \times \sin\alpha \times t + 5,2 = 0$$

$$V_{0min} \times \sin\alpha = x; 5t^2 - xt + 5,2 = 0$$

$$t_{1,2} = \frac{x \pm \sqrt{x^2 - 104}}{10}$$

$$\frac{x + \sqrt{x^2 - 104}}{10} = 2 \left(\frac{x - \sqrt{x^2 - 104}}{10} \right)$$

$$x + \sqrt{x^2 - 104} = 2x - 2\sqrt{x^2 - 104} \rightarrow x =$$

$$3\sqrt{x^2 - 104} \rightarrow x^2 = 9(x^2 - 104) \rightarrow$$

$$\rightarrow x^2 = 9x^2 - 936 \rightarrow 8x^2 = 936 \rightarrow x^2 = \frac{936}{8} =$$

$$117 \rightarrow x = \sqrt{117} = 3\sqrt{13}$$

$$V_{0min} \times \sin\alpha = 3\sqrt{13} \left(\frac{M}{c} \right)$$

$$V_{0min}^2 \times \sin^2\alpha = 117$$

$$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1 \times V_{0min}^2$$

$$V_{0min}^2 \times \sin^2\alpha + V_{0min}^2 \times \cos^2\alpha = V_{0min}^2$$

Из уравнения (1) :

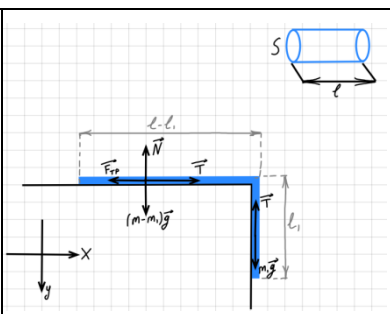
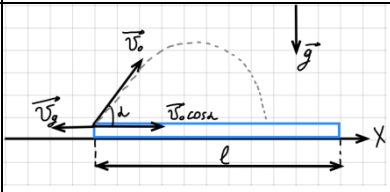
$$V_{0min} \times \cos\alpha = \frac{l}{t_1} = \frac{l}{\frac{x - \sqrt{x^2 - 104}}{10}} = \frac{10l}{x - \sqrt{x^2 - 104}} =$$

$$\frac{52}{3\sqrt{13} - \sqrt{117} - 104} = \frac{52}{3\sqrt{13} - \sqrt{13}} = \frac{26}{\sqrt{13}} = 2\sqrt{13}$$

$$V_{0min}^2 \times \cos^2\alpha = 4 \times 13 = 52 \left(\frac{M^2}{c^2} \right)$$

$$V_{0min}^2 = 117 + 52 = 169 \left(\frac{M^2}{c^2} \right)$$

$$V_{0min} = 13 \left(\frac{M}{c} \right)$$

<p>2</p>	<p>Дано: $l = 1,5 \text{ м}$ $\mu = 0,5$</p> <p>Найти: $l_1 - ?$</p>		$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho \times V$ $V = S \times l$ $m = \rho \times S \times l$ $m_1 = \rho \times S \times l_1$ <p>Начало движения: $\vec{F}_{\text{рез}} = 0$</p> <p>1. Лежащая часть</p> $OX) T - F_{\text{тр}} = 0 \rightarrow T = F_{\text{тр}}$ <p>2. Свешивающаяся часть</p> $OY) m_1 \times g - T = 0 \rightarrow T = m_1 \times g$ $F_{\text{тр}} = m_1 \times g \quad F_{\text{тр}} = \mu \times N \quad N = (m - m_1) \times g$ $\mu \times (m - m_1) \times g = m_1 \times g$ $\mu \times (\rho \times S \times l - \rho \times S \times l_1) = \rho \times S \times l_1 \rightarrow \mu \times \rho \times S \times (l - l_1) = \rho \times S \times l_1$ $\mu \times l - \mu \times l_1 = l_1 \rightarrow \mu \times l = l_1 \times (\mu + 1)$ $l_1 = \frac{\mu \times l}{\mu + 1} = \frac{0,5 \times 1,5}{1,5} = \frac{l}{3} = \frac{1,5}{3} = 0,5 \text{ (м)}$
<p>3</p>	<p>Дано: $m_{\text{л}} = 100 \text{ г}$ $m_{\text{д}} = 2 \text{ кг}$ $l = 84 \text{ см}$ $v_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$</p> <p>Найти: $\alpha_{\text{min}} - ?$</p>		$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} \times t$ $OX) v_x = v_0 \times \cos \alpha$ $l = v_0 \times \cos \alpha \times t + v_{\text{д}} \times t \rightarrow l = t \times (v_0 \times \cos \alpha + v_{\text{д}})$ $t = \frac{2 \times v_0 \times \sin \alpha}{g} \quad l = \frac{2 \times v_0 \times \sin \alpha}{g} \times (v_0 \times \cos \alpha + v_{\text{д}})$ <p>Закон сохранения импульса: $\vec{P}_{\text{полн}} = \text{const.}$ До начала прыжка $\vec{P}_{\text{полн}} = 0$, после - тоже.</p> $OX) m_{\text{л}} \times \vec{v}_0 + m_{\text{д}} \times \vec{v}_{\text{д}} = 0$ $m_{\text{л}} \times v_0 \times \cos \alpha - m_{\text{д}} \times v_{\text{д}} = 0$ $v_{\text{д}} = \frac{m_{\text{л}} \times v_0 \times \cos \alpha}{m_{\text{д}}}$ $l = \frac{2 \times v_0 \times \sin \alpha}{g} \times \left(v_0 \times \cos \alpha + \frac{m_{\text{л}}}{m_{\text{д}}} \times v_0 \times \cos \alpha \right)$ $= \frac{2 \times v_0 \times \sin \alpha \times v_0 \times \cos \alpha}{g} \times \left(1 + \frac{m_{\text{л}}}{m_{\text{д}}} \right)$

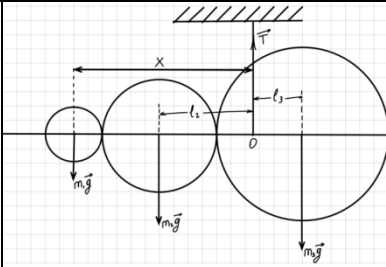
$$l = \frac{v_0^2 \times \sin(2\alpha)}{g} \times \left(1 + \frac{m_{\text{л}}}{m_{\text{д}}}\right)$$

$$\sin(2\alpha) = \frac{l_{\text{д}}}{v_0^2 \times \left(1 + \frac{m_{\text{л}}}{m_{\text{д}}}\right)} = \frac{0,84 \times 10}{16 \times \left(1 + \frac{0,1}{2}\right)} = \frac{8,4}{16,8}$$

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

$$2\alpha = \begin{cases} 30^\circ \\ 150^\circ \end{cases} \quad \alpha = \begin{cases} 15^\circ \\ 75^\circ \end{cases} \quad \alpha_{\min} = 15^\circ$$

4 Дано:
 $R_1 : R_2 : R_3$
 $= 1 : 2 : 3$
 $R_1 = 0,18 \text{ м}$
 $\rho_1 = \rho_2$
 $= \rho_3$
 Найти:
 $x = ?$



$$\sum_{\text{алг } i} M_i = 0$$

$$R_2 = 2R_1 \quad R_3 = 3R_1$$

$$m_3 \times g \times l_3 - m_2 \times g \times l_2 - m_1 \times g \times l_1 = 0$$

$$l_3 = R_1 + 2R_2 + R_3 - x = R_1 + 4R_1 + 3R_1 - x$$

$$l_3 = 8R_1 - x$$

$$l_2 = x - R_1 - R_2 = x - R_1 - 2R_1 = x - 3R_1$$

$$m_3 \times (8R_1 - x) - m_2 \times (x - 3R_1) - m_1 \times x = 0$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho \times V_3 \times (8R_1 - x) - \rho \times V_2 \times (x - 3R_1) - \rho \times V_1 \times x = 0$$

$$\text{Объём шара } V = \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$\frac{4}{3}\pi R_3^3 \times (8R_1 - x) - \frac{4}{3}\pi R_2^3 \times (x - 3R_1) - \frac{4}{3}\pi R_1^3 \times x = 0$$

$$R_3^3 \times (8R_1 - x) - R_2^3 \times (x - 3R_1) - R_1^3 \times x = 0$$

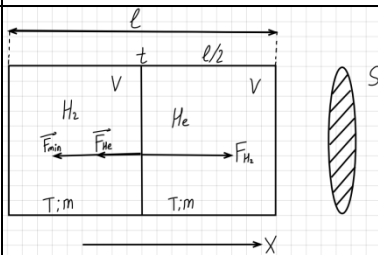
$$(3R_1)^3(8R_1 - x) - (2R_1)^3(x - 3R_1) - R_1^3 \times x = 0$$

$$27R_1^3(8R_1 - x) - 8R_1^3(x - 3R_1) - R_1^3 \times x = 0$$

$$216R_1 - 27x - 8x + 24R_1 - x = 0$$

$$240R_1 = 36x \rightarrow x = \frac{240R_1}{36} = \frac{240 \times 0,18}{36} = \frac{240}{200} = 1,2 \text{ (м)}$$

5 Дано:
 $l = 0,83 \text{ м}$
 $m = 5 \text{ г}$
 $T = 320 \text{ К}$
 Найти:
 $F_{\min} = ?$



$$M_{H_2} = 2 * 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

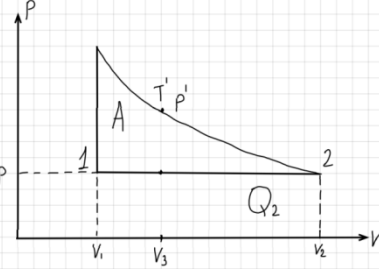
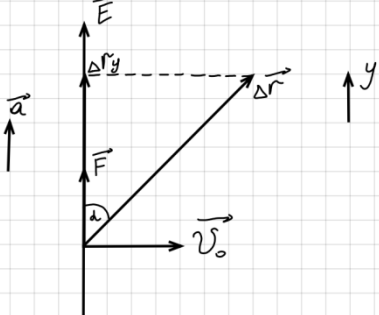
$$M_{He} = 4 * 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$P_{H_2} V = \frac{m}{M_{H_2}} RT$$

$$P_{He} V = \frac{m}{M_{He}} RT$$

$$V = \frac{l}{2} S$$

$$P_{H_2} > P_{He} \quad P = \frac{F_{\perp}}{S}$$

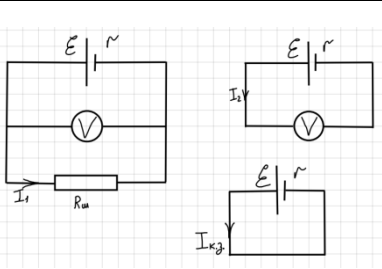
			$\vec{F}_{\text{рез}} = 0; \vec{v} = 0; \quad F_{H_2} > F_{He}$ <p>оX) $F_{H_2} - F_{He} - F_{\text{мин}} = 0;$</p> $F_{\text{мин}} = F_{H_2} - F_{He} = P_{H_2}S - P_{He}S = S(P_{H_2} - P_{He}) = S\left(\frac{mRT}{M_{H_2}V} - \frac{mRT}{M_{He}V}\right) = \frac{SmRT}{V}\left(\frac{1}{M_{H_2}} - \frac{1}{M_{He}}\right) =$ $= \frac{SmRT}{\frac{l}{2}S}\left(\frac{1}{M_{H_2}} - \frac{1}{M_{He}}\right) = \frac{2mRT}{l}\left(\frac{1}{M_{H_2}} - \frac{1}{M_{He}}\right) =$ $\frac{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 8,3 \cdot 320}{0,83}\left(\frac{1}{2 \cdot 10^{-3}} - \frac{1}{4 \cdot 10^{-3}}\right) = 32\left(\frac{10^3}{2} - \frac{10^3}{4}\right) =$ $\frac{32 \cdot 10^3}{2}\left(1 - \frac{1}{2}\right) = 8 \cdot 10^3 \text{ (Н)} = 8000 \text{ (Н)}$
6	<p>Дано: $\nu = 2$ моль $Q_1 = 249$ Дж $A = 83$ Дж</p> <p>Найти: $T_{\text{макс}} - T_{\text{мин}} = ?$</p>	 <p>$A = Q_1 - Q_2;$</p> <p>$Q_2 = Q_1 - A = 249 - 83 = 166 \text{ (Дж)}$</p> <p>$A = P(V_2 - V_1) = P\Delta V$</p> <p>$PV = \nu RT; P\Delta V = \nu R\Delta T$</p> <p>$\Delta T = \frac{P\Delta V}{\nu R} = \frac{Q_2}{\nu R} = \frac{166}{2 \cdot 8,3} = \frac{166}{16,6} = 10 \text{ (K)}$</p> <p>$\Delta T = T_2 - T_1;$</p> <p>Докажем, что $T_1 = T_{\text{мин}}; \frac{PV}{T} = \text{const}$</p> <p>$T = T_{\text{мин}},$ когда $(PV)_{\text{мин}},$ то есть когда $P = P_{\text{мин}}$ и $V = V_{\text{мин}}; V_{\text{мин}} = V_1; P_{\text{мин}} = P_1$ т.о. $T_{\text{мин}} = T_1$</p> <p>Докажем, что $T_2 = T_{\text{макс}}$</p> <p>Выберем и зафиксируем на графике $V_1 < V_3 < V_2$</p> <p>Объему $V_3: p' > p$ (см. рис.)</p> <p>$V_3 = \text{const}; \frac{p'}{T} = \text{const}; T' > T$</p> <p>Т изотермы. > Т изобарн. Т.о., Т изотермы = $T_{\text{макс}} = T_2$</p> <p>$T_{\text{макс}} - T_{\text{мин}} = 10 \text{ K}$</p>	<p>$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_+}$</p> <p>$\vec{F} = q + \vec{E}$</p> <p>(оY) : $F = q * E$</p> <p>$\vec{F} = m * \vec{a}$</p> <p>(оY) $F = m * a; \quad q * E = m * a; \quad a = \frac{q * E}{m}$</p> <p>$\Delta \vec{r} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2};$ (оY) $(\Delta r)_y = \frac{a * t^2}{2} = \Delta r * \cos \alpha;$</p> <p>$A = F * \Delta r * \cos \alpha = q * E * \frac{a * t^2}{2} = q * E * \frac{a * t^2}{2} = q * E *$</p>
7	<p>Дано:</p> <p>$m = 10^{-9}$ кг $q = 1$ мкКл $E = 1000 \frac{\text{В}}{\text{м}}$ $t = 1$ мс</p> <p>Найти: $A = ?$</p>		<p>$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_+}$</p> <p>$\vec{F} = q + \vec{E}$</p> <p>(оY) : $F = q * E$</p> <p>$\vec{F} = m * \vec{a}$</p> <p>(оY) $F = m * a; \quad q * E = m * a; \quad a = \frac{q * E}{m}$</p> <p>$\Delta \vec{r} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2};$ (оY) $(\Delta r)_y = \frac{a * t^2}{2} = \Delta r * \cos \alpha;$</p> <p>$A = F * \Delta r * \cos \alpha = q * E * \frac{a * t^2}{2} = q * E * \frac{a * t^2}{2} = q * E *$</p>

$$\frac{q \cdot E \cdot t^2}{m \cdot 2} = \frac{(q^{**})^2}{2m} = \frac{(10^{-6} \cdot 10^3 \cdot 10^{-3})^2}{2 \cdot 10^{-9}} = \frac{10^{-12}}{2 \cdot 10^{-9}} = 0,5 \cdot 10^{-3} (\text{Дж})$$

$$= 500 \text{ (МКДж)}$$

8
Дано:
 $R_{ш} = 1,5 \text{ (Ом)}$
 $\Delta U = 6 \text{ В}$
 $I_{к.з.} = 1 \text{ А}$

Найти:
 ε ?



$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_{ш} + r}$$

$$U_1 = I_1 R_{ш} = \frac{\varepsilon R_{ш}}{R_{ш} + r}$$

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{R_V + r}$$

$$U_2 = \varepsilon - I_2 \cdot r \quad I_2 \cdot r \rightarrow 0$$

$$U_2 = \varepsilon$$

$$U_2 - U_1 = \varepsilon - \frac{\varepsilon \cdot R_{ш}}{R_{ш} + r} = \varepsilon \left(1 - \frac{R_{ш}}{R_{ш} + r} \right)$$

$$I_{к.з.} = \frac{\varepsilon}{r};$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \varepsilon \left(1 - \frac{R_{ш}}{R_{ш} + r} \right) = 6 \text{ В} \\ \frac{\varepsilon}{2} = 1 \text{ А} \end{array} \right.$$

Численно: $\varepsilon = r$

$$\varepsilon \left(1 - \frac{R_{ш}}{R_{ш} + \varepsilon} \right) = 6 \text{ В}$$

$$\varepsilon R_{ш} + \varepsilon^2 - \varepsilon R_{ш} = 6 R_{ш} + 6 \varepsilon$$

$$\varepsilon_{1,2} = \frac{6 \pm \sqrt{36 + 36}}{2} = \frac{6 \pm \sqrt{72}}{2} = \frac{6 \pm 6\sqrt{2}}{2} = 3 \pm 3\sqrt{2} = 3(1 + \sqrt{2})$$

$$\varepsilon > 0; \quad \varepsilon = 3(1 + 1,41) = 7,23 \text{ (В)}$$

9
Дано:
 $r = 1 \text{ м}$
 $R = 0,1 \text{ Ом}$
 $B_0 = 0,1 \text{ Тл}$
 $\vec{n} \uparrow \vec{B}$
 $B = 0$

Найти:
 q —?

$$\varepsilon_i = - \frac{\Delta \phi}{\Delta t};$$

$$\phi = B \cdot S \cdot \cos(\vec{B}, \vec{n}) = B \cdot S$$

$$\phi_{\text{кон}} = 0; \phi_0 = B_0 \cdot S$$

$$\Delta \phi = \phi_{\text{кон}} - \phi_0 = -B_0 S$$

$$\varepsilon_i = \frac{B_0 S}{\Delta t}; \quad S = \pi \cdot r^2; \quad I_i = \frac{\varepsilon_j}{R} = \frac{q}{\Delta t}$$

$$\frac{B_0 \pi r^2}{\Delta t R} = \frac{q}{\Delta t} \quad q = \frac{B_0 \pi r^2}{R} = \frac{0,1 \cdot 3,14 \cdot 1}{0,1} = 3,14 \text{ (Кл)}$$

10
Дано:
 $\varphi_{01} = \varphi_{02}$
 $T_1 = 4 \text{ с}$
 $T_2 = 5 \text{ с}$

Найти:
 f_{max} —?

$$\varphi_1 = \omega_1 t + \varphi_{01} \pm 2\pi k \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\varphi_2 = \omega_2 t + \varphi_{02} \pm 2\pi n \quad x = 0, \pm 1 \dots \quad n = 0, \pm 1 \dots$$

Т.к. $f = f_{\text{max}}$, то $x = 0; n = 1$

$$\omega_1 \cdot t + \varphi_{01} = \omega_2 \cdot t + \varphi_{02} + 2\pi; \quad (\omega_1 - \omega_2) \cdot t = 2\pi$$

$$t = \frac{2\pi}{\omega_1 - \omega_2} = \frac{2\pi}{\frac{2\pi}{T_1} - \frac{2\pi}{T_2}} = \frac{1}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}} = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} = \frac{4 \cdot 5}{5 - 4} = 20 \text{ (с)}$$

$$f_{\text{max}} = \frac{1}{t} = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ (Гц)}$$