

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор МГТУ им. Н.Э. Баумана

_____ А.А. Александров

« _____ » _____ 2016 г.

Типовой вариант академического соревнования

Олимпиады школьников «Шаг в будущее»

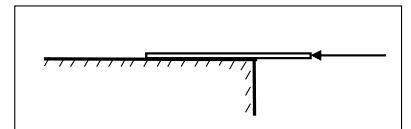
по общеобразовательному предмету «Физика»

ЗАДАЧА 1.

Точка движется вдоль оси x по закону $x = 8 + 12t - 3t^2$ м. Определите величину скорости точки при $t = 1$ с.

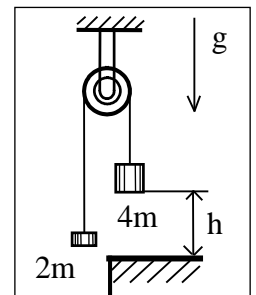
ЗАДАЧА 2.

Четвертая часть однородной линейки, имеющей массу m и длину L , выступает за край стола. Найдите минимальную величину работы A , которую необходимо совершить, чтобы переместить всю линейку на стол, сдвигая её силой, направленной вдоль длинной стороны. Коэффициент трения между линейкой и столом равен μ .



ЗАДАЧА 3.

Два груза, массы которых $4m$ и $2m$, связаны невесомой нерастяжимой нитью, переброшенной через неподвижный блок. В начальный момент груз массы $4m$ удерживают на высоте h над столом. Затем его без толчка отпускают. Какое количество теплоты выделится при ударе этого груза о стол? Удар абсолютно неупругий. Массой блока и силами трения в блоке пренебречь.



ЗАДАЧА 4.

Движение материальной точки вдоль оси x описывается уравнением $x = 0,06 \cos(0,5\pi t)$ м. Масса точки $m = 0,1$ кг. Найдите изменение импульса Δp_x материальной точки за интервал времени от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 4$ с.

ЗАДАЧА 5.

Максимальный импульс материальной точки массы $m = 20$ г, совершающей гармонические колебания с периодом $T = 2$ с, равен $P = 4 \cdot 10^{-3}$ (кг·м)/с. Определите амплитуду A колебаний этой точки.

ЗАДАЧА 6.

1 кг гелия находится под давлением $P = 8 \cdot 10^4$ Па и имеет плотность $\rho = 0,2$ кг/м³. Определите внутреннюю энергию U гелия.

ЗАДАЧА 7.

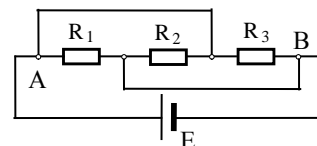
Определите изменение внутренней энергии $\nu = 2$ моль идеального газа при нагревании его при постоянном давлении от температуры $t_1 = 0^\circ\text{C}$ до температуры $t_2 = 100^\circ\text{C}$, если газу сообщено количество теплоты $Q = 5817$ Дж.

ЗАДАЧА 8.

Две равномерно заряженные сферы находятся в вакууме и имеют общий центр. Заряд одной сферы равен $-q$, а её радиус R . Заряд второй сферы $+2q$ а её радиус равен $2R$. Определите напряжённость и потенциал электрического поля в центре сфер.

ЗАДАЧА 9.

В электрической цепи, изображённой на рисунке, сопротивления резисторов $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 4$ Ом, $R_3 = 6$ Ом. Определите отношение мощности тока на участке АВ к мощности тока на резисторе R_2 .



ЗАДАЧА 10.

Под действием постоянной горизонтальной силы $F = 4$ Н прямолинейный проводник длины $L = 25$ см движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл в горизонтальной плоскости по двум параллельным диэлектрическим направляющим. Во время движения проводник, вектор его скорости и вектор магнитной индукции остаются взаимно перпендикулярными. Чему должна быть равна масса проводника m , чтобы разность потенциалов на концах проводника равномерно возрастала на 0,1 вольта за 1 секунду. Силами трения пренебречь.

Решения типового варианта

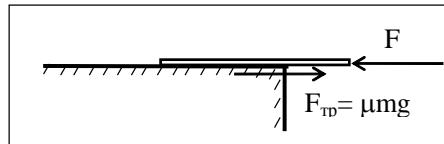
ЗАДАЧА 1. (8 баллов)

Ответ:
$$\boxed{v_x = 6 \frac{M}{c}}$$

$v_x = 12 - 6t$. При $t = 1$ с $v_x = 6 \frac{M}{c}$.

ЗАДАЧА 2. (8 баллов)

Ответ:
$$\boxed{A = \frac{1}{4} \mu mgL}$$



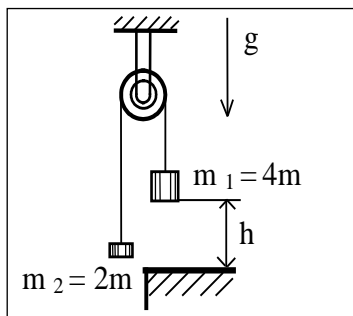
ЗАДАЧА 3. (10 баллов)

Ответ:
$$\boxed{Q = \frac{4}{3} mgh}$$

1)
$$\boxed{Q = W_{ки} = \frac{m_1 v^2}{2}}$$

2) где
$$\boxed{v^2 = 2ah}$$

3)
$$\boxed{a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g}$$



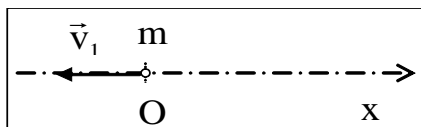
Подставляя 2) и 3) в 1), получим
$$\boxed{Q = m_1 gh \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}} \quad (4).$$

Подставим значения $m_1 = 4$ м $m_2 = 2$ м в (4), найдем

$$\boxed{Q = 4mgh \frac{4m - 2m}{4m + 2m} = \frac{4}{3} mgh}$$

ЗАДАЧА 4. (10 баллов)

Ответ:
$$\boxed{\Delta p_x = m(v_{2x} - v_{1x}) = 9,4 \cdot 10^{-3} \text{ (кг}\cdot\text{м)/с.}}$$



$$\boxed{v_{1x}(t_1 = 1\text{с}) = -A \omega \sin(\omega t_1) = -0,06 \cdot 0,5\pi \sin(0,5\pi \cdot 1) = -0,0942 \text{ м/с}}$$

$$v_{2x}(t_2 = 4c) = -A\omega \sin(\omega t_2) = -0,06 \cdot 0,5\pi \sin\left(\frac{\pi}{2} \cdot 4\right) = 0$$

$$\Delta p_x = m(v_{2x} - v_{1x}) = 0,1\{-(-0,0942)\} = 9,4 \cdot 10^{-3} \text{ (кг·м)/с}$$

3 А Д А Ч А 5. (10 баллов)

Ответ: $A = \frac{P_{\max} T}{2\pi m} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$

$$P_{\max} = mv_{\max} = mA\omega = mA \frac{2\pi}{T}, \text{ откуда } A = \frac{P_{\max} T}{2\pi m}.$$

$$A = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 2}{2\pi \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 0,6 \cdot 10^{-1} \text{ м} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$$

3 А Д А Ч А 6. (10 баллов)

Ответ: $U = \frac{3}{2} P \frac{m}{\rho} = 6,0 \cdot 10^5 \text{ Дж.}$

$$U = \nu c_v T = \nu \frac{3}{2} RT = \frac{3}{2} PV = \frac{3}{2} P \frac{m}{\rho} = \frac{3 \cdot 8 \cdot 10^4 \cdot 1}{2 \cdot 0,2} = 6,0 \cdot 10^5 \text{ Дж.}$$

3 А Д А Ч А 7. (10 баллов)

Ответ: $\Delta U = Q - \nu R \Delta T = 4155 \text{ Дж}$

$$Q = \Delta U + A$$

$P = \text{const.}, \text{ то } A = P \Delta V = \nu R \Delta T \quad \Delta U = Q - \Delta A = Q - \nu R \Delta T$

$$\Delta U = Q - \nu R \Delta T = 4155 \text{ Дж.}$$

3 А Д А Ч А 8. (10 баллов)

Ответ: $E = 0; \quad \varphi = 0.$

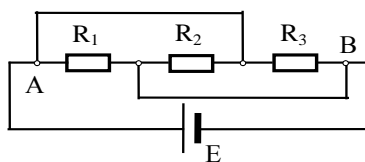
Согласно принципу суперпозиции

1) $E = 0.$

2) $\varphi = -\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{2q}{4\pi\epsilon_0 2R} = 0$

ЗАДАЧА 9. (12 баллов)

Ответ:
$$\frac{N_{AB}}{N_1} = \frac{R_1}{R_\Sigma} = \frac{11}{3} \approx 3,7.$$



Так как мощность тока на участке цепи $N = \frac{U^2}{R}$, то $\frac{N_{AB}}{N_1} = \frac{R_2}{R_\Sigma}$

Сопротивление участка АВ

$$R_\Sigma = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 6}{2 \cdot 4 + 2 \cdot 6 + 4 \cdot 6} = \frac{12}{11} \text{ Ом} = 1,09 \text{ Ом}$$

$$\frac{N_{AB}}{N_1} = \frac{R_2}{R_\Sigma} = \frac{11}{3} \approx 3,7.$$

ЗАДАЧА 10. (12 баллов)

Ответ:
$$m = \frac{BLF}{\frac{dE}{dt}} = 1 \text{ кг}$$

1). ЭДС индукции, возникающая в проводнике при его движении в магнитном поле,

$$E = VBL$$

2). Скорость изменения ЭДС, $\frac{dE}{dt} = BL \frac{dV}{dt} = BL a$, где ускорение

проводника $a = \frac{F}{m}$. Следовательно $\frac{dE}{dt} = BL \frac{F}{m}$, откуда $m = \frac{BLF}{\frac{dE}{dt}}$

Подставив числовые значения, получим $m = \frac{0,1 \cdot 0,25 \cdot 4}{0,1} = 1 \text{ кг.}$