

Олимпиада школьников «Ломоносов 2013-2014»

ФИЗИКА

Отборочный этап

Задание для 10-х – 11-х классов

Второй тур

1. (5 баллов) Начиная движение из состояния покоя, санки скатились с горы длиной $S = 30$ м за время $t = c$. Какую скорость u приобрели санки в конце горы? Движение санок считайте равноускоренным. Ответ округлите до одного знака после запятой.

Ответ: $u = \frac{2S}{t}$.

Варьируемый параметр t . Диапазон изменения от 5 до 15 с, шаг 1 с. Расчетная формула $u = \frac{60}{t}$.

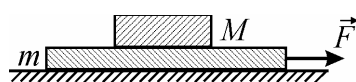
2. (15 баллов) Человек массой $m = \text{кг}$ стоит в середине квадратного плота массой $M = 200$ кг и площадью $S = 4 \text{ м}^2$, неподвижно плавающего на поверхности воды. На какое расстояние x переместится плот, если человек медленно перейдет в угол плота? Сопротивлением воды можно пренебречь. Ответ приведите в сантиметрах, округлив до целых.

Ответ: $x = \frac{m}{M + m} \sqrt{\frac{S}{2}}$.

Варьируемый параметр m . Диапазон изменения от 50 до 80 кг, шаг 3 кг. Расчетная формула

$$x = \frac{m}{200 + m} \cdot 141,4.$$

3. (20 баллов) Доска массой $m = 10$ кг лежит на горизонтальном полу, а на ней стоит ящик массой $M = \text{кг}$. Коэффициент трения между доской и полом $\mu_1 = 0,2$, а между ящиком и доской – $\mu_2 = 0,6$. Доску и ящик приводят в движение, прикладывая к доске горизонтальную силу, направленную вдоль продольной оси доски. При каком максимальном значении модуля F этой силы ящик не будет скользить по доске? Ускорение свободного падения примите равным $g = 10 \text{ м/с}^2$.



Ответ: $F = (\mu_1 + \mu_2)(M + m)g$.

Варьируемый параметр M . Диапазон изменения от 50 до 100 кг, шаг 5 кг. Расчетная формула $F = 8 \cdot (M + 10)$.

4. (20 баллов) В прочном сосуде объемом $V = \text{л}$ находится смесь из $\nu_1 = 0,05$ моль водорода и $\nu_2 = 1$ моль сухого воздуха. С помощью электрической искры смесь поджигают. Найдите относительную влажность φ воздуха в сосуде после сгорания водорода и охлаждения содержимого сосуда до температуры $t = 20$ °С. Давление насыщенного водяного пара при этой температуре $p_{\text{н}} = 2,33$ кПа. Массовая доля кислорода в воздухе составляет примерно 23%. Универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Ответ приведите в процентах, округлив до целых.

Ответ. $\varphi = \frac{\nu_1 RT}{p_{\text{н}} V} \cdot 100\%$.

Варьируемый параметр V . Диапазон изменения от 60 до 150 л, шаг 10 л, расчетная формула

$$f = \frac{5225}{V}.$$

5. (20 баллов) Достаточно длинная гладкая пластмассовая трубка, закрытая с обоих концов, заполнена газом. В трубке находится маленький гладкий шарик, несущий электрический заряд $q = \text{нКл}$. Трубку поместили в барокамеру, из которой откачан воздух и в которой создано постоянное однородное магнитное поле с индукцией, направленной вертикально и равной по модулю $B = 1$ Тл. Трубку расположили горизонтально и начали ее двигать поступательно, направив вектор ее скорости перпендикулярно и трубке, и вектору магнитной индукции. Какую

мощность N необходимо затрачивать, чтобы обеспечить движение трубки с постоянной скоростью $v_0 = 1$ м/с начиная с того момента, когда движение шарика относительно трубки станет установившимся? Считайте, что модуль силы вязкого трения, действующей на шарик со стороны газа, пропорционален скорости u шарика относительно трубки, т.е. $F_{\text{сопр}} = \alpha u$. Коэффициент α примите равным $\alpha = 10^{-3}$ Н·с/м. Ответ приведите в пиковаттах, округлив до одного знака после запятой.

Ответ: $N = \frac{(qv_0B)^2}{\alpha}$.

Варьируемый параметр q . Диапазон изменения от 40 до 130 нКл, шаг 10 нКл, расчетная формула

$$N = \frac{q^2}{1000}.$$

6. (20 баллов) Параллельный пучок света радиуса $r = 2$ см падает на собирающую линзу с фокусным расстоянием $f = 50$ см параллельно ее главной оптической оси. За линзой находится плоскопараллельная стеклянная пластина толщиной $h = \text{мм}$, установленная перпендикулярно главной оптической оси линзы. Расстояние от линзы до ближайшей к ней грани пластины $l = 70$ см. Показатель преломления стекла $n = 1,5$. Найдите радиус R светового пучка на выходе из пластины. Ответ приведите в миллиметрах, округлив до одного знака после запятой.

Ответ: $R = \frac{(l-f)r}{f} + \frac{h}{\sqrt{(1+f^2/r^2)n^2-1}}$.

Варьируемый параметр h . Диапазон изменения от 5 до 50 мм, шаг 5 мм, расчетная формула $R = 8 + h \cdot 0,02665$.