

Олимпиада школьников «Ломоносов 2013-2014»

ФИЗИКА

Отборочный этап

Задание для 10-х – 11-х классов

Первый тур

1. (5 баллов) Пассажир поезда, идущего со скоростью $v = \text{м/с}$, видит в окне встречный поезд длиной $L = 200$ м в течение времени $t = 5$ с. Какова скорость u встречного поезда? Ответ приведите в м/с, округлив до целого значения.

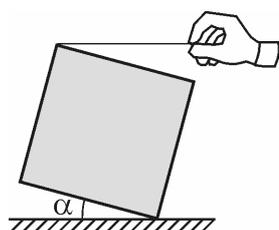
Ответ: $u = \frac{L}{t} - v$.

Варьируемый параметр v . Диапазон изменения от 10 до 20 м/с, шаг 1 м/с. Расчетная формула $u = 40 - v$.

2. (15 баллов) Стоящий на горизонтальном льду мальчик массой $M = 30$ кг бросает в горизонтальном направлении камень массой $m = 3$ кг. Определите коэффициент трения μ мальчика о лёд, если после броска мальчик откатился на расстояние $L = 0,5$ м, а модуль скорости камня относительно Земли в момент броска был равен $u = \text{м/с}$. Влиянием силы трения во время броска можно пренебречь. Модуль ускорения свободного падения считайте равным $g = 10 \text{ м/с}^2$. Ответ округлите до двух знаков после запятой.

Ответ: $\mu = m^2 u^2 / (2M^2 g L)$.

Варьируемый параметр u . Диапазон изменения от 6 до 15 м/с, шаг 1 м/с. Расчетная формула $\mu = 0,001 \cdot u^2$.



3. (20 баллов) Железный кубик массой $m = \text{г}$ удерживают неподвижным на горизонтальной плоскости в показанном на рисунке положении с помощью натянутой горизонтально лёгкой нити, расположенной в вертикальной плоскости, проходящей через центр масс кубика. Определите модуль силы, действующей на кубик со стороны плоскости, если угол $\alpha = 15^\circ$. Модуль ускорения свободного падения считайте равным $g = 10 \text{ м/с}^2$. Ответ округлите до двух знаков после запятой.

Ответ: $F = mg\sqrt{1 + 0,25 \operatorname{tg}^2(\pi/4 - \alpha)}$.

Варьируемый параметр m . Диапазон изменения от 50 до 100 г, шаг 5 г. Расчетная формула $F = 0,0104 \cdot m$.

4. (20 баллов) Находившийся в объеме $V_1 = 5$ л идеальный одноатомный газ массой $m = 0,8$ г под давлением $p_1 = 0,1$ МПа изохорно нагрели, а затем его объем изобарно уменьшили до величины $V_3 = 3$ л, совершив работу $A =$ Дж. Определите разность температур газа в конечном и начальном состояниях. Молярная масса газа равна $\mu = 4$ г/моль, а универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Ответ округлите до целых.

Ответ: $\Delta T = [AV_3/(V_1 - V_3) - p_1V_1]\mu/(mR)$.

Варьируемый параметр A . Диапазон изменения от 350 до 450 Дж, шаг 10 Дж. Расчетная формула $\Delta T = (1,5 \cdot A - 500) \cdot 0,6$.

5. (20 баллов) Два одинаковых плоских конденсатора соединены последовательно и подключены к батарейке. Между пластинами конденсаторов находится воздух. Емкость каждого конденсатора равна $C = 100$ пФ, ЭДС батарейки равна $\mathcal{E} =$ В, а её внутреннее сопротивление равно $r = 10$ Ом. Определите максимальное количество теплоты Q , которое может выделиться в батарейке после заполнения одного из конденсаторов диэлектриком с проницаемостью $\epsilon = 2$. Ответ выразите в наноджоулях, округлив до одного знака после запятой.

Ответ: $Q = 0,25\mathcal{E}^2C \cdot (\epsilon - 1)/(\epsilon + 1)$.

Варьируемый параметр \mathcal{E} . Диапазон изменения от 10 до 30 В, шаг 2 В. Расчетная формула $Q = 0,0083 \cdot \mathcal{E}^2$.

6. (20 баллов) На переднюю грань находящейся в воздухе плоскопараллельной прозрачной пластинки с показателем преломления $n = 1,5$ падает сходящийся конический пучок с углом при вершине, равным $2\alpha = 60^\circ$. Ось пучка перпендикулярна плоскости пластины. Радиус освещенного пятна на передней грани пластинки равен $R = 4$ см. Определите минимальную толщину h пластинки, при которой радиус светлого пятна на задней её грани будет в $k =$ раз меньше R . Ответ приведите в сантиметрах, округлив до двух знаков после запятой.

Ответ: $h = R(k - 1)\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}/(k \sin \alpha)$.

Варьируемый параметр k . Диапазон изменения от 1,1 до 2,0, шаг 0,1. Расчетная формула $h = 11,3 \cdot \frac{k - 1}{k}$.