

Олимпиада школьников «Ломоносов 2013-2014»

ФИЗИКА

Отборочный этап

Задание для 10-х – 11-х классов

Третий тур

1. (5 баллов) Небольшой шарик бросили вертикально вверх со скоростью $u = \text{м/с}$. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найдите, через какое время τ шарик вернется в точку бросания. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10 \text{ м/с}^2$. Ответ округлите до одного знака после запятой.

Ответ: $\tau = \frac{2u}{g}$.

Варьируемый параметр u . Диапазон изменения от 5 до 15 м/с с шагом 1 м/с. Расчетная формула $\tau = 0,2 \cdot u$.

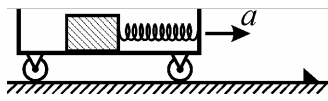
2. (15 баллов) Два бруска покоятся на гладкой горизонтальной плоскости. Между ними находится сжатая пружина, связанная нитью. После пережигания нити пружина полностью распрямляется, и бруски начинают двигаться поступательно со скоростями $v_1 = 4 \text{ м/с}$ и $v_2 = 2 \text{ м/с}$. Вычислите энергию $E_{\text{п}}$, которая была запасена в пружине, если известно, что суммарная масса брусков $M = \text{кг}$. Пружину считайте невесомой. Ответ округлите до одного знака после запятой.



Ответ: $E_{\text{п}} = \frac{1}{2} M v_1 v_2$.

Варьируемый параметр M . Диапазон изменения от 1 до 10 кг, шаг 1 кг. Расчетная формула $E_{\text{п}} = 4 \cdot M$.

3. (20 баллов) На гладкой горизонтальной поверхности дна тележки находится груз, прикрепленный к передней стенке тележки с помощью пружины. Тележку двигают с постоянным ускорением $a = 5 \text{ м/с}^2$, причем груз неподвижен относительно тележки. Достигнув скорости $v = \text{м/с}$, тележка резко останавливается, наткнувшись на препятствие, и остается неподвижной. При этом возникают гармонические колебания груза с периодом $T = 1 \text{ с}$. Найдите амплитуду A этих колебаний. Ответ приведите в сантиметрах, округлив до одного знака после запятой.



Ответ: $A = \frac{T}{2\pi} \sqrt{\frac{a^2 T^2}{4\pi^2} + v^2}$.

Варьируемый параметр v . Диапазон изменения от 0,5 м до 1,5 м/с, шаг 0,1 м/с. Расчетная формула $A = 15,9 \cdot \sqrt{0,634 + v^2}$.

4. (20 баллов) В теплоизолированный сосуд с малой теплоемкостью, содержащий спирт при температуре $t = 45 \text{ }^\circ\text{C}$, опустили стальной кубик с длиной ребра $a = 1 \text{ см}$, имеющий температуру $t_0 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$. Спустя некоторое время в сосуде установилось тепловое равновесие при температуре $t_1 = 35 \text{ }^\circ\text{C}$. Затем в сосуд положили второй стальной кубик с длиной ребра $b = 2 \text{ см}$. После этого в сосуде установилось тепловое равновесие при температуре $t_3 = \text{ }^\circ\text{C}$. Определите начальную температуру t_2 второго кубика. Ответ приведите по шкале Цельсия, округлив до одного знака после запятой.

Ответ: $t_2 = t_3 + \left(\frac{a}{b}\right)^3 \cdot \frac{(t_3 - t_1) \cdot (t - t_0)}{t - t_1}$.

Варьируемый параметр t_3 . Диапазон изменения от 40 до 60 $^\circ\text{C}$ с шагом 2 $^\circ\text{C}$. Расчетная формула $t_2 = t_3 + 0,375 \cdot (t_3 - 35)$.

5. (20 баллов) Батарея, замкнутая на сопротивление $R_1 = 90 \text{ Ом}$, обеспечивает ток в цепи $I_1 = 0,1 \text{ А}$. Если батарею замкнуть на сопротивление $R_2 = 40 \text{ Ом}$, то в цепи потечет ток $I_2 = 0,2 \text{ А}$. Какой ток I_3 будет течь через сопротивление $R_3 = \text{Ом}$, если его подключить к двум таким же батареям, соединенным параллельно? Ответ округлите до двух знаков после запятой.

Ответ: $I_3 = \frac{2I_1 I_2 (R_1 - R_2)}{2R_3 (I_2 - I_1) + I_1 R_1 - I_2 R_2}$.

Варьируемый параметр R_3 . Диапазон изменения от 10 до 55 Ом, шаг 5 Ом. Расчетная формула $I_3 = \frac{2}{0,2 \cdot R_3 + 1}$.

6. (20 баллов) Оптическая система состоит из собирающей линзы с фокусным расстоянием $F_1 = 20 \text{ см}$ и рассеивающей линзы с фокусным расстоянием, модуль которого $F_2 = 30 \text{ см}$. Главные оптические оси этих линз совмещены друг с другом, а расстояние между линзами $l = \text{см}$. На собирающую линзу падает параллельный пучок света, ось которого совпадает с главной

оптической осью линзы. Определите, на какое расстояние Δx сместится точка, в которую будет сфокусирован пучок после прохождения системы линз, если линзы поменять местами. Ответ приведите в сантиметрах, округлив до одного знака после запятой.

Ответ: $\Delta x = \frac{l(F_1 + F_2)}{F_2 - F_1 + l}$.

Варьируемый параметр l . Диапазон изменения от 5 до 15 см, шаг 1 см. Расчетная формула

$$\Delta x = \frac{l \cdot 50}{10 + l}.$$

Критерии оценки

Максимальный балл за каждую задачу указан в условии

1. Задача вовсе не решалась – **0 баллов**.
2. Задача не решена, но сделан поясняющий рисунок (если требуется), частично сформулированы необходимые физические законы – **20% от максимального балла**.
3. Задача не решена, но правильно сформулированы физические законы и правильно записаны основные уравнения, необходимые для решения задачи – **50–70% от максимального балла**.
4. Задача решена, но допущены незначительные погрешности – **90% от максимального балла**.
5. Задача решена полностью и получен правильный ответ – **100% от максимального балла**.

Максимальное количество баллов за полностью выполненное задание равно 100.