

Выездная физико-математическая олимпиада МФТИ
2019-2020 уч. года
Физика
Задания, решения

Общие указания по проведению

Время для решения заданий каждого класса — 2 часа.

Черновики не проверяются.

Каждая задача по физике оценивается целым числом баллов от 0 до 10.

Максимальное число баллов за олимпиаду 40.

Общие принципы выставления оценки по физике:

- правильное решение — 10 баллов;
- решение с недочетами — 7-9 баллов;
- решение с пропущенными важными частями — 3-5 баллов;

Во всех задачах, если это не оговорено специально, только верный ответ без обоснований стоит 0 баллов.

Ф9.1 Два стальных шарика брошены с балкона одновременно с одинаковыми скоростями: один вертикально вверх, другой — вертикально вниз. Они упали на поверхность Земли с интервалом $\tau = 1$ с. С какой скоростью были брошены шарика? Сопротивление воздуха не учитывать.

Решение. Интервал τ равен удвоенному времени подъема брошенного вверх шарика до верхней точки. Поэтому $V_0 = g \frac{\tau}{2} \approx 5$ м/с.

Ф9.2 На горизонтальной поверхности доски находится брусок массой m . Доска массой $3m$ находится на горизонтальной поверхности стола. К бруску прикладывают горизонтальную силу. В результате доска движется по столу, а брусок по доске. Коэффициент трения между бруском и доской $\mu_1 = 0,5$, а между доской и столом $\mu_2 = 0,1$. С каким ускорением движется доска?

Решение. Запишем второй закон Ньютона для доски: $3ma = F_{\text{тр}1} - F_{\text{тр}2} = \mu_1 mg - \mu_2(m + 3m)g$ (здесь учтено, что $F_{\text{тр}} = \mu Mg$). Выражаем искомое ускорение: $a = g \frac{(\mu_1 - 4\mu_2)}{3} = 0,3$ м/с².

Ф9.3 В калориметр с водой при 0°C бросили кусок льда. Через некоторое время установилось равновесие при 0°C , и масса льда увеличилась на 4,2%. Найти начальную температуру льда. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг. Удельная теплоемкость льда $c = 2100$ Дж/(кг·К).

Решение. Из уравнения теплового баланса можем записать $0,042m\lambda = mc(0 - t)$, откуда сразу же получаем $t = -0,042 \frac{\lambda}{c} = -6,6^\circ\text{C}$.

Ф9.4 Кусок проволоки сопротивлением $R = 25$ Ом согнули в кольцо, а концы спаяли. К точкам A и B кольца подсоединили провода. Сопротивление между точками A и B оказалось $r = 4$ Ом. В каком отношении точки A и B делят длину кольца?

Решение. Пусть сопротивления частей равны R_1 и R_2 . Обозначим искомое их отношение $\frac{R_1}{R_2} = \alpha$. Тогда $R_1 + R_2 = R$, а $r = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$, откуда $\frac{R}{r} = \frac{(\alpha + 1)^2}{\alpha}$, и поэтому $\alpha = 4$.

Ф9.5 Найти показание идеального амперметра в цепи, схема которой показана на рисунке.

$U = 12$ В, $R = 4$ Ом.

Решение. Если замкнуть амперметр, то получим эквивалентную схему для нахождения токов через резисторы. $I_R = \frac{9}{25} \frac{U}{R}$, $I_{2R} = \frac{8}{25} \frac{U}{R}$.

Ток через амперметр $I = I_R - I_{2R} = \frac{1}{25} \frac{U}{R} = 0,12$ А.

Ф9.6 Скрепку двигают со скоростью $V = 10$ см/с к плоскому зеркалу перпендикулярно плоскости зеркала. Зеркало двигают в том же направлении со скоростью $V/5$. С какой скоростью V_1 (относительно комнаты) и в каком направлении движется изображение скрепки в зеркале?

Решение. $V_1 = V - 2 \cdot \frac{V}{5} = \frac{3}{5}V = 6$ см/с, в направлении, противоположном движению скрепки.