

**Разбор заданий пригласительного этапа ВсОШ по физике
для 10 класса**

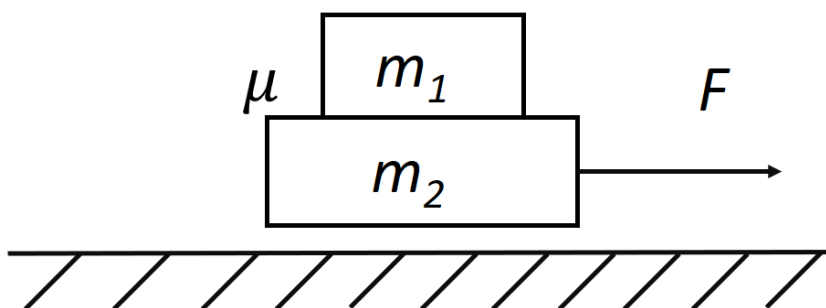
2020/21 учебный год

Максимальное количество баллов — 40

Задание № 1

Общее условие:

Брусек, массой $m_1 = 100$ г лежит сверху на втором бруске массой $m_2 = 200$ г. Второй брусок находится на гладкой горизонтальной поверхности. Коэффициент трения между брусками $\mu = 0.25$. К нижнему бруску прикладывают в горизонтальном направлении постоянную силу F . Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



Условие:

Определите ускорения верхнего a_1 и нижнего a_2 брусков при $F = 1.25$ Н. Ответ приведите в м/с².

Ответ:

Значение ускорения a_1 — 2.5

Значение ускорения a_2 — 5.0

1.5 балла за каждый правильный ответ

Условие:

Определите ускорения верхнего a_1 и нижнего a_2 брусков при $F = 0.6$ Н. Ответ приведите в м/с².

Ответ:

Значение ускорения a_1 — 2.0

Значение ускорения a_2 — 2.0

1.5 балла за каждый правильный ответ

Условие:

Определите, при каком максимальном значении силы F бруски движутся, не проскальзывая относительно друг друга. Ответ приведите в Н.

Ответ:

0.75

4 балла за правильный ответ

Решение. Верхний брусок движется с ускорением a_1 под действием силы трения.

$$m_1 a_1 = F_{\text{тр}} \leq \mu m_1 g$$

Максимальное значение $a_{1\text{max}} = \mu g = 2.5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Для того, чтобы обеспечить такое ускорение обоим брускам, движущимся без проскальзывания, сила F должна быть равна:

$$F = (m_1 + m_2) a_{1\text{max}} = 0.75 \text{ Н}$$

Это и есть максимальное значение силы F , при котором бруски движутся относительно друг друга, не проскальзывая. При $F = 1.25 \text{ Н}$ верхний брусок движется с $a_{1\text{max}} = 2.5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Нижний брусок при этом движется с ускорением:

$$a_2 = \frac{F - \mu m_1 g}{m_2} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

При $F = 0.6 \text{ Н}$ бруски проскальзывают, при этом:

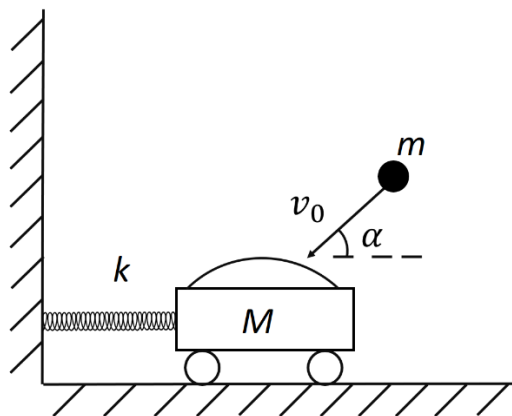
$$a_1 = a_2 = \frac{F}{m_1 + m_2} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Максимальный балл за задание — 5

Задание № 2

Общее условие:

Тележка с песком общей массой $M = 80$ кг прикрепена к стенке посредством пружины с коэффициентом жесткости $k = 4 \cdot 10^4$ Н/м. Тело массой $m = 20$ кг, движущееся со скоростью $v_0 = 20$ м/с под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту, попадает в песок и застревает в нем.



Условие:

Определите скорость тележки v сразу после попадания в нее тела. Ответ приведите в м/с.

Ответ:

2

3 балла за правильный ответ

Условие:

Определите максимальную деформацию пружины x_{max} . Ответ приведите в см.

Ответ:

10

3 балла за правильный ответ

Условие:

Определите количество теплоты Q , выделившееся при попадании тела. Ответ приведите в Дж.

Ответ:

3800

4 балла за правильный ответ

Решение. В отсутствие внешних сил проекция импульса на горизонтальную ось сохраняется, поэтому:

$$mv_0 \cos \alpha = (M + m)v$$
$$v = \frac{mv_0 \cos \alpha}{M + m} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

При этом выделяется следующее количество теплоты:

$$Q = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{(M + m)v^2}{2} = 3800 \text{ Дж}$$

При максимальной деформации пружины скорость тележки равна нулю и из закона сохранения энергии следует:

$$\frac{kx_{\max}^2}{2} = \frac{(M + m)v^2}{2} = \frac{(mv_0 \cos \alpha)^2}{2(M + m)}$$
$$x_{\max} = \frac{mv_0 \cos \alpha}{\sqrt{k(M + m)}} = 0.1 \text{ м}$$

Максимальный балл за задание — 10

Задание № 3

Общее условие:

Гелий объемом $V_0 = 1.2$ л при $t_0 = 27$ °С находится в вертикальном теплоизолированном цилиндрическом сосуде, закрытом сверху скользящим без трения поршнем массой $m = 50$ кг и площадью сечения $S = 100$ см². Атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па. Сосуд нагревают до температуры $t = 127$ °С.

Условие:

Определите, на сколько сантиметров Δh поднимется поршень. Ответ приведите в см.

Ответ:

15

2 балла за правильный ответ

Условие:

Определите, чему равно изменение внутренней энергии гелия ΔU после нагревания. Ответ приведите в Дж.

Ответ:

90

4 балла за правильный ответ

Условие:

Определите, сколько теплоты Q подвели к гелию при нагревании. Ответ приведите в Дж.

Ответ:

150

4 балла за правильный ответ

Решение. Процесс протекает при постоянном давлении $p = p_0 + \frac{mg}{S} = 1,5 \cdot 10^5$ Па. При этом:

$$\frac{V}{T} = \frac{V_0}{T_0}$$

$$V - V_0 = V_0 \left(\frac{T}{T_0} - 1 \right) = 0,4 \text{ л}$$

$$\Delta h = \frac{V - V_0}{S} = 0,04 \text{ м}$$

Изменение внутренней энергии гелия:

$$\Delta U = \frac{3}{2}(pV - pV_0) = 90 \text{ Дж}$$

При этом гелий совершает работу:

$$A = p(V - V_0) = 60 \text{ Дж}$$

Подведенное к гелию количество теплоты:

$$Q = \Delta U + A = 150 \text{ Дж}$$

Максимальный балл за задание — 10

Задание № 4

Общее условие:

Конденсатор емкости $C_1 = 8$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 10$ В, а другой, с неизвестной емкостью C_2 — до напряжения $U_2 = 20$ В. После соединения конденсаторов одноименными обкладками на них установилось напряжение $U_3 = 12$ В.

Условие:

Определите, чему равна емкость C_2 . Ответ приведите в мкФ.

Ответ:

2

3 балла за правильный ответ

Условие:

Определите, сколько тепла выделилось при соединении конденсаторов. Ответ приведите в мкДж.

Ответ:

80

4 балла за правильный ответ

Условие:

Определите, какое напряжение U_4 установилось бы на конденсаторах, если бы их соединили разноименными обкладками. Ответ приведите в В.

Ответ:

4

3 балла за правильный ответ

Решение. Первоначально заряды на конденсаторах $q_1 = C_1 U_1$, $q_2 = C_2 U_2$. Суммарный заряд на батарее конденсаторов после соединения:

$$q_3 = q_1 + q_2 = C_1 U_1 + C_2 U_2$$

Емкость батареи после соединения $C = C_1 + C_2$, поэтому напряжение на батарее после соединения:

$$U_3 = \frac{q_3}{C_1 + C_2} = \frac{C_1 U_1 + C_2 U_2}{C_1 + C_2}$$

Отсюда:

$$C_2 = \frac{U_3 - U_1}{U_2 - U_3} C_1 = 2 \text{ мкФ}$$

Начальная энергия конденсаторов:

$$W_1 = \frac{C_1 U_1^2}{2} + \frac{C_2 U_2^2}{2} = 400 \text{ мкДж}$$

После соединения:

$$W_2 = \frac{(C_1 + C_2) U_3^2}{2} = 720 \text{ мкДж}$$

Выделившееся тепло:

$$Q = W_1 - W_2 = 80 \text{ мкДж}$$

При соединении конденсаторов разноименными обкладками заряд батареи:

$$q_4 = q_1 - q_2 = C_1 U_1 - C_2 U_2 = 40 \text{ мкКл}$$

Напряжение при этом:

$$U_4 = \frac{q_4}{C_1 + C_2} = 4 \text{ В}$$

Максимальный балл за задание — 10