

Ключи ответов

Решение каждой задачи оценивается целым числом баллов от 0 до 10.

В исключительных случаях допускаются оценки, кратные 0,5 балла.

Проверка работ осуществляется Жюри олимпиады согласно стандартной методике оценивания решений:

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
8-9	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение
6-7	Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические)
4-5	Найдено решение одного из двух возможных случаев
2-3	Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение
0-1	Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении)
0	Решение неверное, или отсутствует

Максимальный балл за всю работу – 40.

№ 1 Поездка в деревню

Расстояние между городом и деревней равно 60 км. Вторую часть пути по грунтовой дороге автомобиль ехал со скоростью в 2 раза меньше средней, а первую часть пути по асфальтированному шоссе – со скоростью в два раза больше средней. Найдите длину грунтовой дороги.

Решение:

Пусть S – весь пройденный путь, S_1 – длина грунтовой дороги, а t – время движения.

1. Скорость на первом участке – $v_1 = \frac{S}{2t}$.
2. Скорость на втором участке – $v_2 = \frac{2S}{t}$
3. Время движения $t = \frac{S_1}{v_1} + \frac{S_2}{v_2} = \frac{2S_1 t}{S} + \frac{(S-S_1)t}{S}$
4. Откуда $S_1 = \frac{S}{3} = 20 \text{ км}$.

Критерии оценивания решения:

За пункт 1 - **2 балла**;

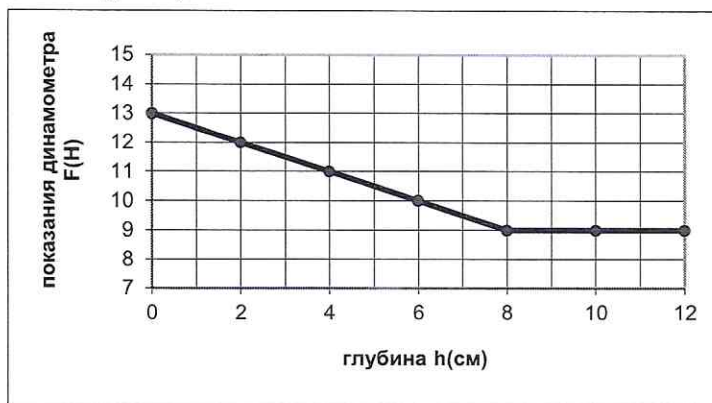
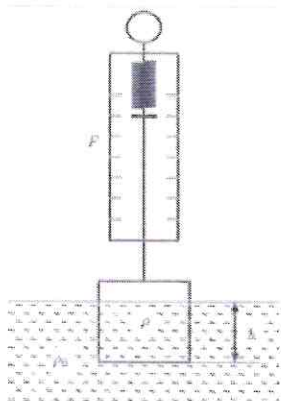
За пункт 2 - **2 балла**;

За пункт 3 - **3 балла**;

Получен ответ задачи - **3 балла**.

№ 2 Опыт с кубиком.

По результатам опыта по погружению кубика, изготовленного из неизвестного материала, в жидкость неизвестной плотности (см. рис.) был построен график зависимости показаний динамометра, соответствующих различным значениям глубины погружения кубика. Определите плотность кубика и плотность жидкости по результатам измерений. Ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.



Решение:

1. Так как показания динамометра перестают изменяться при погружении кубика на 8 см, то длина его ребра равна $a = 8 \text{ см}$.
2. Тогда - плотность материала, из которого изготовлен кубик: $\rho = \frac{F(0)}{ga^3} \approx 2,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
3. Максимальная сила Архимеда: $F_A = F(0) - F(8) = 4H$
4. Плотность жидкости: $\rho_0 = \frac{F_A}{ga^3} \approx 0,78 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

Критерии оценивания решения:

За пункт 1 - 2 балла;

За пункт 2 - 3 балла;

За пункт 3 - 3 балла;

Получен ответ задачи - 2 балла.

№ 3 Шар и куб.

Сплошные куб и шар, равной массы и изготовленные из одного и того же материала, лежат на полу комнаты. Одинаковую ли работу надо совершить, чтобы медленно поднять эти тела до соприкосновения с потолком? При подъёме ориентация граней куба не изменяется.

Решение:

1. Так как массы и плотности тел одинаковы, то диаметр шара больше длины ребра куба.
2. Следовательно, когда тела лежат на полу, центр шара находится выше центра куба.
3. Наоборот, у потолка он расположен ниже центра куба.

4. Работа по медленному поднятию тела $A = mg S$, где S – расстояние, на которое перемещается центр тела.
5. Из пп.1-3 вытекает, что $S_{\text{шара}} < S_{\text{куба}}$
6. Значит, чтобы поднять куб требуется произвести большую работу.

Критерии оценивания решения:

- За пункт 1 - **4 балла**;
За пункт 2 - **1 балл**;
За пункт 3 - **1 балл**;
Написано выражение работы - **1 балл**;
Написано соотношение расстояний - **2 балла**;
Сформулирован ответ задачи - **1 балл**.

№ 4 Охлаждение воды.

Чтобы остудить воду до нужной температуры, необходимо влить в кувшин с горячей водой 240 г воды при температуре 5°C . Сколько кубиков льда объемом по $8,3 \text{ см}^3$ каждый можно бросить в кувшин, чтобы достичь той же температуры? Принять, что температура кувшина с водой быстро выравнивается. Теплоемкость кувшина не учитывать. Масса горячей воды 200 г, удельная теплоемкость воды $4200 \text{ Дж/кг}^{\circ}\text{C}$, удельная теплоемкость льда $2100 \text{ Дж/кг}^{\circ}\text{C}$, начальная температура горячей воды 60°C , начальная температура льда -10°C , удельная теплота плавления льда 335105 Дж/кг , плотность льда 900 кг/м^3 .

Решение:

1. Уравнение теплового баланса для горячей и холодной воды:

$$c_g m_{\text{гор}}(t_{\text{гор}} - \Theta) = c_g m_{\text{хол}}(\Theta - t_{\text{хол}}) \quad (1)$$

2. Тогда $\Theta = \frac{m_{\text{гор}} t_{\text{гор}} + m_{\text{хол}} t_{\text{хол}}}{m_{\text{гор}} + m_{\text{хол}}} = 30^{\circ}\text{C}$ (2)

3. Запишем уравнение теплового баланса для льда и горячей воды:

$$c_g m_{\text{гор}}(t_{\text{гор}} - \Theta) = m(c_l(0^{\circ} - t_l) + \lambda + c_g(\Theta - 0^{\circ})) \quad (3)$$

4. Отсюда масса льда: $m = \frac{c_g m_{\text{гор}}(t_{\text{гор}} - \Theta)}{(c_l(0^{\circ} - t_l) + \lambda + c_g(\Theta - 0^{\circ}))} \approx 52,3 \text{ г}$ (4)

5. Зная плотность льда и объем одного кубика, находим их общее число $N=7$

Критерии оценивания:

1. Запись выражения (1) **1 балл**
2. Запись выражения (2) в общем или численном виде **2 балла**
3. Нахождение температуры охлажденной воды **1 балл**
4. Запись выражения (3) **2 балла**
5. Запись выражения (4) в общем или численном виде **3 балла**
6. Нахождение количества кубиков **1 балл**