

### 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;

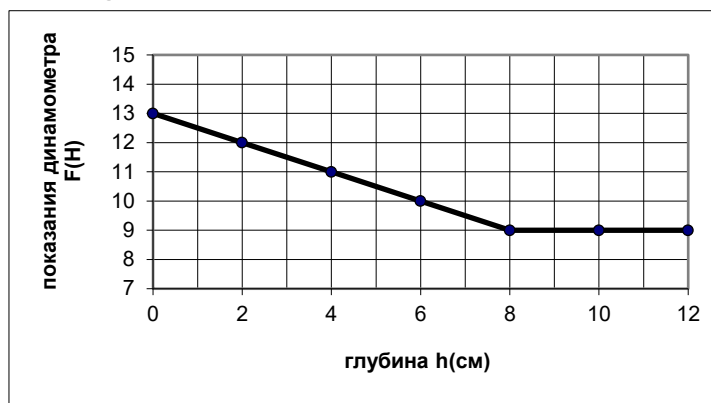
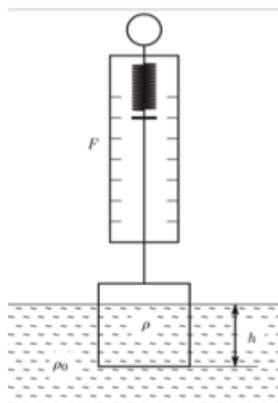
За пункт 2 - 2 балла;

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:  $F_A = F(0) - F(8) = 4 \text{ Н}$
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  $S_{шара} < S_{куба}$
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  $5^{\circ}\text{C}$ . 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  $60^{\circ}\text{C}$ , начальная температура льда  $-10^{\circ}\text{C}$ , удельная теплота плавления льда  $335105 \text{ Дж/кг}$ , плотность льда  $900 \text{ кг/м}^3$ .

**Решение:**

1. Уравнение теплового баланса для горячей и холодной воды:

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

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

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

$$c_в m_{гор} (t_{гор} - \Theta) = m (c_л (0^0 - t_л) + \lambda + c_в (\Theta - 0^0)) \quad (3)$$

4. Отсюда масса льда:  $m = \frac{c_в m_{гор} (t_{гор} - \Theta)}{(c_л (0^0 - t_л) + \lambda + c_в (\Theta - 0^0))} \approx 52,3 \text{ г}$  (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**