

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников
по физике 2020-21 г.
7-8 класс**

Задача 1.

В Англии до сих пор используются старинные единицы измерения. Так 1 акр равен 4 рудам, 1 руд равен 40 квадратным родам, 1 род равен 5,5 ярдам, 1 ярд равен 3 футам, 1 фут равен 12 дюймам, наконец, 1 дюйм равен 2,54 см. Найдите площадь футбольного поля стадиона Уэмбли размерами 105×69 метров в акрах.

(10 баллов)

Решение.

1. Найдем площадь стадиона в квадратных метрах:

$$105 \cdot 69 = 7245 \text{ м}^2$$

2. Выразим 1 род в метрах:

$$1 \text{ род} = 5,5 \cdot 3 \cdot 12 \cdot 2,54 = 502,92 \text{ см} = 5,0292 \text{ м}$$

3. Подсчитаем площадь в 1 руд в квадратных метрах:

$$1 \text{ руд} = 40 \text{ род}^2 = 40 \cdot (5,0292 \text{ м})^2 = 1011,71 \text{ м}^2$$

4. Тогда площадь в 1 акр будет равна

$$1 \text{ акр} = 4 \cdot 1011,71 \text{ м}^2 = 4046,86 \text{ м}^2$$

5. Площадь футбольного поля стадиона Уэмбли

$$\frac{7245}{4046,86} = 1,79 \text{ акр}$$

Задача 2.

Архитектор, распечатал на 3D-принтере макет бетонной дамбы небольшой гидроэлектростанции из АВС пластика. Высота дамбы составляет $H=22,4$ м, а высота макета всего $h=0,21$ м. Плотность пластика $\rho_{\text{бет}}=2,20$ г/см³. Дамба тяжелее макета в 2,543 млн. раз. Во сколько раз плотность бетона выше, чем плотность пластика?

(10 баллов)

Возможное решение:

Высота дамбы в $k = H/h = 106,66$ раза больше макета. Найдём, во сколько раз объём дамбы будет больше объёма макета

$$\frac{V_{\text{д}}}{V_{\text{м}}} = k^3$$

Масса дамбы:

$$m_1 = \rho_{\text{бет}} \cdot V_{\text{д}}$$

Масса макета:

$$m_2 = \rho_{\text{пл}} \cdot V_{\text{м}}$$

Отношение масс дамбы и макета тогда равно:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\rho_{\text{бет}} \cdot V_{\text{д}}}{\rho_{\text{пл}} \cdot V_{\text{м}}} = \frac{\rho_{\text{бет}}}{\rho_{\text{пл}}} k^3$$

Тогда:

$$\frac{\rho_{бет}}{\rho_{пл}} = \frac{m_1}{m_2} \frac{1}{k^3} = \frac{2,543 \cdot 1000000}{106,66^3} = 2,095 \text{ раз}$$

Задача 3.

Друзья Петя и Коля летом на даче очень любят купаться. Мостки у дома Пети, с которых он любит купаться расположены ниже по течению реки, чем мостки на берегу у дома Коли. Друзья созвонились и договорились вместе купаться. Петя решил вплавь добраться до Коли. Потом ребята, уже вместе, поплыли на мостки у дома Пети. Какое расстояние проплыл Петя, если на путь к Коле он затратил на 2 мин больше, чем на обратный? Известно, что скорость течения $u=0,5$ м/с, и что Петя и Коля плавают одинаково (т.е. с одной и той же скоростью относительно воды) со скоростью $v=1,5$ м/с.

(10 баллов)

Решение:

Пусть расстояние между мостками Пети и Коли равно S . Тогда путь Пети будет равен $2S$.

До Коли Петя плыл против течения реки, а значит, его скорость относительно берега была равна $v - u$, на путь до Коли Петя затратил время

$$t_1 = \frac{S}{v - u}$$

Обратно Петя плыл по течению со скоростью $v + u$, затратив время

$$t_2 = \frac{S}{v + u}$$

Очевидно, в первом случае он затратил больше времени на величину:

$$\Delta t = t_1 - t_2 = \frac{S}{v - u} - \frac{S}{v + u} = S \left(\frac{(v + u) - (v - u)}{(v - u)(v + u)} \right) = \frac{2uS}{v^2 - u^2}$$

Тогда путь Пети будет равен:

$$2S = \frac{\Delta t(v^2 - u^2)}{u} = 480 \text{ м}$$

Задача 4.

У Пети в морозилке был калориметр с 20 кубиками льда. Решив посмотреть, что будет он взял воду при температуре $+30$ °С и налил её в калориметр. Какая масса льда останется в стакане после установления теплового равновесия? Объём каждого кубка равен 8 см^3 , ёмкость калориметра — 200 см^3 , температура морозильной камеры -20 °С. Теплоёмкость самого калориметра — $100 \text{ Дж/}^\circ\text{С}$. Плотность льда — 900 кг/м^3 , Удельная теплоемкость воды $4200 \text{ Дж/кг}^\circ\text{С}$, удельная теплота плавления льда 332 кДж/кг , удельная теплоемкость льда $2100 \text{ Дж/кг}^\circ\text{С}$. Плотность воды — 1000 кг/м^3 . Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

(10 баллов)

Решение:

Объём льда в калориметре равен

$$20 \times 8 \text{ см}^3 = 160 \text{ см}^3$$

Следовательно, объём добавленной воды будет равен 40 см^3 .

Масса льда

$$m_{\text{л}} = \rho_{\text{л}} \cdot V_{\text{л}} = 0,9 \cdot 160 = 144 \text{ г}$$

масса воды

$$m_{\text{в}} = \rho_{\text{в}} \cdot V_{\text{в}} = 1 \cdot 40 = 40 \text{ г}$$

Для нагревания всего льда вместе с калориметром до $0 \text{ }^\circ\text{C}$, нужно сообщить количество теплоты:

$$Q_1 = c_{\text{л}} m_{\text{л}} \cdot 20 \text{ }^\circ\text{C} + C_{\text{к}} \cdot 20 \text{ }^\circ\text{C} = 8048 \text{ Дж.}$$

(3 балла)

Вода, охлаждающаяся до $0 \text{ }^\circ\text{C}$, сможет отдать только количество теплоты, равное:

$$Q_2 = c_{\text{в}} m_{\text{в}} \cdot 30 \text{ }^\circ\text{C} = 5040 \text{ Дж.}$$

(3 балла)

Следовательно, вся вода в калориметре охладится до $0 \text{ }^\circ\text{C}$ и, так как $Q_1 > Q_2$, частично превратится в лёд. Найдём массу дополнительно образовавшегося льда:

$$\Delta m = \frac{Q_1 - Q_2}{\lambda} = \frac{3008}{330000} = 0,009 \text{ кг} = 9 \text{ г}$$

Общая масса льда в стакане после установления теплового равновесия будет равна:

$$m = 144 + 9 = 153 \text{ г}$$

(4 балла)