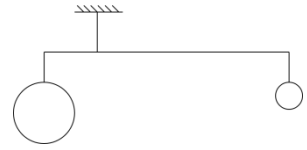


ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ  
ВАРИАНТ 27771 для 7-го класса

1. На невесомом рычаге уравновешены стальные шары, имеющие различный объём. Нарушится ли равновесие, если шары опустить в воду? Объясните свои выводы.



**Решение.**

Равновесие нарушится из-за действия силы Архимеда, которая пропорциональна объёму вытесненной жидкости. Поэтому больший шар поднимется, а меньший – опустится.

2. Оцените размер молекулы NaCl, если плотность кристалла поваренной соли составляет  $2,17 \text{ г/см}^3$ . Справка:  $6 \cdot 10^{23}$  молекул натрия имеют массу 23 г, а такое же количество молекул хлора имеют массу 35 г.

**Решение.**

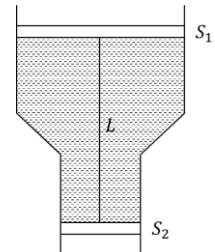
Пусть размер молекулы порядка  $a$ , тогда её объём порядка  $a^3$ .

$$\rho N_A a^3 \sim M_{Na} + M_{Cl}$$

$$a^3 \sim \frac{M_{Na} + M_{Cl}}{\rho N_A} = \frac{23 + 35}{2,17 \cdot 6 \cdot 10^{23}} = 45 \cdot 10^{-24} \text{ см}^3$$

$$a \sim 3,5 \cdot 10^{-8} \text{ см} \approx 0,4 \text{ нм}$$

3. Невесомые поршни вставлены в сосуд переменной сечения и связаны идеальной нитью. Площади поршней  $S_1$  и  $S_2$ , длина нити  $L$ . Между поршнями находится вода плотностью  $\rho$ . Определите силу натяжения нити. Трением поршней о стенки сосуда пренебречь.



**Решение.**

Пусть давления воды у верхнего и нижнего поршней равны  $p_1$  и  $p_2$  соответственно. На каждый поршень действуют сила давления воды и равная ей сила натяжения нити

$$p_1 S_1 = T, \quad p_2 S_2 = T.$$

Кроме того, давления связаны друг с другом гидростатическим соотношением

$$p_2 = p_1 + \rho g L.$$

Отсюда

$$\rho g L = \frac{T}{S_2} - \frac{T}{S_1}, \quad T = \frac{\rho g L S_1 S_2}{S_1 - S_2}.$$

4. Плотина Красноярской ГЭС выполнена из железобетона и имеет массу 20 млн. тонн. Бетон для постройки плотины замешивали из цемента, песка, щебня и воды в объёмных отношениях 1:2:4:1. На каждый кубометр железобетона было использовано 300 кг железной арматуры. Определите, какая масса цемента пошла на сооружение плотины. Насыпные плотности цемента, песка и щебня принять равными 1200, 1300 и 1300  $\text{кг/м}^3$  соответственно, плотность железа равна 7800  $\text{кг/м}^3$ . Считать, что цементный раствор полностью заполняет пустоты в насыпанном щебне так, что итоговый объём бетона определяется насыпным объёмом щебня.

**Решение.**

Поскольку даны объемные доли компонентов в бетоне, нужно определить объем плотины. Для этого нужно определить среднюю плотность железобетона. Если смешать 1 куб. м цемента, 2 куб. м песка, 4 куб. м щебня и 1 куб. м воды, то получим 4 куб. м бетона массой  $1 \cdot 1200 + 2 \cdot 1300 + 4 \cdot 1300 + 1 \cdot 1000 = 10000$  кг, то есть плотность бетона  $2500 \text{ кг/м}^3$ .

На 1 куб. м железобетона приходится  $\frac{300}{7800}$  куб. м арматуры и  $\frac{7500}{7800}$  куб. м бетона, значит,

средняя плотность железобетона равна  $\frac{300}{7800} \cdot 7800 + \frac{7500}{7800} \cdot 2500 = 2704$  кг/куб. м. Значит,

объем плотины  $\frac{20 \cdot 10^9}{2704} = 7.4 \cdot 10^6$  куб. м. Из них  $\frac{7500}{7800} \cdot 7.4 \cdot 10^6 = 7.1 \cdot 10^6$  куб. м приходится

на насыпной объем щебня, а на цемент – вчетверо меньше. Значит, всего на сооружение

плотины пошло  $\frac{7.1 \cdot 10^6}{4} \cdot 1200 = 2.8 \cdot 10^9$  кг или 2.8 млн. т цемента.

5. Для организации обороны крепости гарнизон вырыл систему окопов. От центрального «штабного» блиндажа по радиальным направлениям расходятся траншеи, пронумерованные подряд по часовой стрелке, причем угол между соседними траншеями составляет  $30^\circ$ . Каждую траншею обороняет отделение солдат (номер отделения соответствует номеру траншеи). Командир гарнизона направляет из штабного блиндажа посыльного с секретными пакетами для командиров каждого отделения. Посыльный, двигаясь по первой траншее, встречает командира первого отделения на расстоянии 500 м от центра. Передав пакет, он сообщает по радиации командиру второго отделения, чтобы тот встречал следующий пакет. При этом оказывается, что командир второго отделения находится на том же расстоянии (500 м) от центра и, чтобы быстрее получить пакет, он начинает идти в центр. Посыльный тоже возвращается к центру, чтобы попасть в траншею номер 2, затем двигается по ней от центра, встречает командира второго отделения и передает ему пакет. Теперь посыльный сообщает по радиации командиру третьего отделения о начале своего движения к нему. Командир третьего отделения в этот момент в своей траншее удален от центра на то же расстояние, что и посыльный в траншее № 2. Оба начинают одновременно двигаться к центру. Процесс передачи остальных пакетов происходит аналогично: посыльный в момент передачи пакета и командир следующего отделения находятся на одинаковых расстояниях от центра. Скорости передвижения всех командиров по траншеям одинаковы и в 8 раз меньше скорости бега посыльного. Какой путь пробежал посыльный, если встреча с последним командиром произошла в центре?

**Решение.**

Командиры отделений 2, 3, 4 и т.д., двигаясь к центру, в общей сложности проходят расстояние 500 м. Поскольку скорость посыльного в 8 раз больше, то посыльный за это же время пробежал расстояние 4000 м. К этому расстоянию необходимо добавить 500 метров, которые посыльный пробежал до момента встречи с командиром отделения 1.

Ответ: 4500 м.