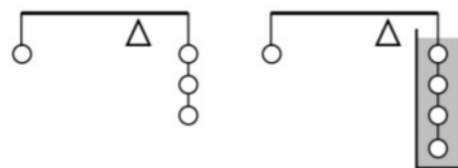


## 8 класс

### Задача №1.

Коля и Петя решили измерить плотность шариков для игры в бильярд. Для этого они в воздухе на рычаге один левый шарик уравновесили тремя шариками справа. Когда правый край рычага они погрузили в воду, то чтобы уравновесить левый шарик нужно уже четыре шарика справа. Все шарики одинаковы, рычаг невесомый. Какую плотность шариков получили мальчики? Плотность воды  $1000 \text{ кг/м}^3$ .



### Возможное решение

Запишем условие равновесия рычага для первого случая, обозначив массу шарика за  $m$ , длину длинного плеча рычага за  $l_1$ , а длину короткого плеча за  $l_2$ .

$$\text{Тогда } mgl_1 = 3mgl_2. \quad (1)$$

$$\text{Отсюда получим, что } l_1 = 3l_2. \quad (2)$$

Во втором случае на правые шарики будет действовать сила Архимеда. Так как шарики одинаковые и полностью погружены в воду, то на каждый шарик будет действовать сила Архимеда

$$F_A = \rho_0 gV, \text{ где } \rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3 \text{ – плотность воды.} \quad (3)$$

Тогда условие равновесия рычага для второго случая запишется в следующем виде:

$$mgl_1 = 4(mg - F_A)l_2. \quad (4)$$

$$mgl_1 = 4(mg - \rho_0 gV)l_2.$$

Выразим массу шарика через его плотность и объем:

$$m = \rho V, \quad (5)$$

подставим в предыдущее выражение:

$$\rho Vgl_1 = 4(\rho Vg - \rho_0 gV)l_2,$$

$$\rho l_1 = 4(\rho - \rho_0)l_2,$$

$$3\rho l_2 = 4\rho l_2 - 4\rho_0 l_2,$$

откуда получим, что

$$\rho = 4\rho_0 = 4000 \text{ кг/м}^3.$$

### Критерии оценивания

Записано условие равновесия рычага для первого случая (1)	2 балла
Получена связь между длинами плеч (2)	1 балл
Указано, что на шарики будет действовать сила Архимеда (3)	1 балл
Записано условие равновесия рычага для второго случая (4)	2 балла

Использована связь между массой и объемом (5)	1 балл
Верные математические преобразования и численный ответ	3 балла

*Примечание: В случае если участник допустил ошибку в преобразованиях, которая привела к неверному численному ответу, баллы за последний этап решения (преобразования) ставятся пропорционально количеству правильно выполненных действий.*

### **Задача №2**

Кошка Лиза бежала по мосту. Когда она пересекла  $\frac{3}{8}$  длины моста, она услышала сигнал догоняющего её велосипедиста. Если кошка побежит назад, то встретится с велосипедистом у одного конца моста, а если побежит вперёд, то встретится с ним у другого конца моста. Во сколько раз скорость велосипедиста больше скорости кошки?

#### **Возможное решение**

Пусть  $S$  расстояние автомобиля до моста,

а  $L = \frac{3}{8}l$  - расстояние пройденное кошкой от начала моста,

тогда  $\frac{5}{8}l$  осталось до конца моста,

$V_1$  – скорость велосипедиста, а  $V_2$  - скорость кошки.

Составим системы:

Кошка бежит к началу моста  $S = V_1 t_1, L = V_2 t_1$

и подставляя данные получим  $\frac{8S}{3l} = \frac{V_1}{V_2} l$  (1). (2балла)

Кошка бежит к концу моста  $S + l = V_1 t_2$  и  $\frac{5}{8}l = V_2 t_2$ , (2балла)

подставляя данные получим  $\frac{8(S+l)}{5l} = \frac{V_1}{V_2}$  (2). (2балла)

Решая уравнения (1) и (2) получим  $\frac{V_1}{V_2} = 4$  (2балла)

#### **Критерии оценивания**

Найдено расстояние от кошки до конца моста	1 балл
Составлены уравнения движения велосипеда и кошки к началу моста	2 балла
Записано отношение уравнений	1 балл
Составлены уравнения движения велосипеда и кошки к концу моста	2 балла
Записано отношение уравнений	1 балл
Решены совместно отношения уравнений	3балла

### Задача №3

Туристы Глюк и Баг на привале решили в маленьком котелке нагреть до кипения порцию речной воды. Для этого они сожгли  $m_1 = 0,60$  кг дров. Затем они котелок остудили и налили в него двойную порцию воды. Теперь, чтобы довести её до кипения, пришлось сжечь  $m_2 = 0,85$  кг дров. Какая масса дров  $m_3$  потребуется для того, чтобы нагреть до кипения двойную порцию воды в большом котле, масса которого в 4 раза больше массы маленького? Считайте, что 30% теплоты от сгоревших дров идёт на нагревание воды и котлов при любой температуре воды

#### Возможное решение

Запишем уравнение теплового баланса для первого случая:

$$0,3qm_1 = (C_K + C_B)\Delta t$$

Здесь  $q$  - удельная теплота сгорания дров,  $C_K$  - теплоёмкость котелка,  $C_B$  - теплоёмкость порции воды,  $\Delta t$  - разность между температурой кипения и температурой речной воды.

Во втором случае теплоёмкость воды будет в 2 раза больше, так как теплоёмкость пропорциональна массе вещества:

$$0,3qm_2 = (C_K + 2C_B)\Delta t$$

У большого котла теплоёмкость больше в 4 раза.

Тогда:

$$0,3qm_3 = (4C_K + 2C_B)\Delta t$$

Решая систему, находим, что

$$m_3 = 6m_1 + 2m_2 = 1,9 \text{ кг}$$

#### Критерии оценивания

Учтено, что часть тепла от сгоревших дров идёт на нагревание котелка, и правильно записано уравнение теплового баланса для первого случая	2 балла
Учтено, что теплоемкость воды увеличивается в 2 раза, и правильно записано уравнение теплового баланса для второго случая	3 балла
Учтено, что теплоемкость большого котла в 4 раза больше теплоемкости котелка, и правильно записано уравнение теплового баланса для третьего случая	3 балла
Решена система уравнений и найдено значение $m_3$	2 балла

### Задача №4

Какую массу имеет деревянный кубик со стороной  $L=10$  см, если при переносе его из масла плотностью  $900 \text{ кг/м}^3$  в воду плотностью  $1000 \text{ кг/м}^3$  глубина погружения бруска уменьшилась на  $H=5$  мм?

#### Возможное решение

Так как брусок плавает, то его вес равен выталкивающей силе, действующей со стороны воды:

$$P = mg = \rho_B gV (1), \text{ где } V - \text{объем воды, вытесненной бруском.}$$

Но брусок плавал и в масле, поэтому вес вытесненной воды равен весу вытесненного масла. Так как  $\rho_B > \rho_M$ , то объем масла, вытесненного бруском, будет на  $L^2H$  больше, чем объем вытесненной им воды. Поэтому можно записать

$$\rho_B gV = \rho_M g(V + L^2H)$$

откуда для  $V$  получим

$$V = \frac{\rho_M L^2 H}{\rho_B - \rho_M}$$

Подставляя полученные выражения в (1) и сократив на  $g$ , найдем

$$m = \rho_B \frac{\rho_M L^2 H}{\rho_B - \rho_M} = 450 \text{ г}$$

### Критерии оценивания

Записаны условия равновесия для плавания бруска в воде и в масле	2 балла
Указано соотношение между объемами погруженных частей бруска в масле и в воде	2 балла
Получено выражение для объема воды, вытесненной бруском	3 балла
Получено выражение для массы бруска	2 балла
Найдено значение массы бруска	1 балл