

Всероссийская олимпиада школьников
II (муниципальный) этап
Физика
8 класс

Общее время выполнения работы – **3 часа**.

Максимальное количество баллов - **40**

При выполнении работы можно пользоваться непрограммируемым калькулятором.

ЗАДАЧА 1. (10 баллов)

У предпринимателя Епифания на складе есть 2460 чугунных гирь и 3765 пуховых подушек. Ему необходимо перевезти эти вещи со склада в магазин. В одну фуру помещается 10 м^3 товаров, но она не может везти больше 5 тонн. Каждая подушка весит 100 г и занимает в фуре 10 л, каждая гиря весит 10 кг и занимает 5 л. Какое минимально количество фур понадобится Епифанию, чтобы полностью перевезти товары?

РЕШЕНИЕ.

Перевод всех данных в систему Си:

$$M = 5 \text{ т} = 5000 \text{ кг}$$

$$m_1 = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$$

$$V_1 = 10 \text{ л} = 0,01 \text{ м}^3$$

$$V_2 = 5 \text{ л} = 0,005 \text{ м}^3$$

Чтобы понадобилось как можно меньше фур, должно соблюдаться два условия: фуры должны быть максимально загружены по объему и массе.

Общая масса товара 24976,5 кг.

Общий объем товара 49,95 м^3 .

По массе и по объему нужно, как минимум 5 фур.

В каждой фуре должно быть одинаковое количество товара.

Разделим массу всех гирь и всех подушек на 5 и получим возможную массу гирь в одной фуре 4920 кг и подушек 75,3 кг.

Это соответствует 492 гирям и 753 подушкам.

Проверим, влезает ли такое количество гирь и подушек в одну фуру по объему.

Объем 492 гирь равен 2,46 м^3 .

Объем 753 подушек равен 7,53 м^3

Таким образом, общий объем подушек и гирь в одной машине 9,99 м^3 , что меньше объема, который помещается в одну фуру.

ОТВЕТ: 5 фур

Критерии оценивания задачи №1.

Вычислена общая масса товара и общий объем товара (1) и (2)	2 балла
Определено предварительное количество фур (3)	2 балла
Произведён расчёт распределения товара по фурам (4)	3 балла
Произведён расчёт вместимости товара по фурам (5) и сделан вывод с ответом	3 балла

ЗАДАЧА 2. (10 баллов)

Два одинаковых сообщающихся сосуда наполнены жидкостью плотностью ρ_0 и установлены на горизонтальном столе. В один из сосудов кладут маленький груз массой m и плотностью ρ . На сколько будут после этого отличаться силы давления сосудов на стол? Массой гибкой соединительной трубки с жидкостью можно пренебречь.

РЕШЕНИЕ.

При решении задачи следует рассмотреть два случая:

- 1) $\rho < \rho_0$ и
- 2) $\rho > \rho_0$.

В первом случае груз плавает в жидкости, и поскольку её уровень в обоих сообщающихся сосудах одинаков, то давление жидкости на дно сосудов одинаково, и силы давления сосудов на стол также одинаковы.

$$F_{\text{Дав1}} = F_{\text{Дав2}}. \quad (1)$$

Во втором случае утонувший груз будет лежать на дне сосуда, и давить на него с силой, равной разности силы тяжести и силы Архимеда.

$$F_{\text{сп}} = mg - F_A. \quad (2)$$

$$F_A = \rho_0 g V = \frac{\rho_0 g m}{\rho}. \quad (3)$$

При этом жидкость по-прежнему будет давить на дно сообщающихся сосудов с одинаковой силой. Поэтому сосуд с грузом будет давить на стол с силой, превышающей силу давления сосуда без груза на величину $\Delta F = F_{\text{сп}}$

$$\Delta F = mg \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho} \right). \quad (4)$$

ОТВЕТ: $\Delta F = mg \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho} \right)$

Критерии оценивания задачи №2.

Получены выражение равновесия в первом случае (1)	2 балла
Получена сила давления груза на дно (2)	3 балла
Найдено выражение для силы Архимеда (3)	2 балла
Получен ответ (4)	3 балла

ЗАДАЧА № 3. (10 баллов)

На краю крыши висят сосульки конической формы, геометрически подобные друг другу, но разной длины. После резкого потепления от $T_1 = 0^{\circ}\text{C}$ до $T_2 = 10^{\circ}\text{C}$, самая маленькая сосулька длиной $l = 10$ см растаяла за время $t = 2$ часа. За какое время растает большая сосулька длиной $L = 30$ см, если внешние условия не изменятся?

РЕШЕНИЕ:

Количество тепла ΔQ , поступающее к сосульке из внешней среды за небольшой промежуток времени Δt , пропорционально площади её боковой поверхности S и этому промежутку:

$$\Delta Q \sim S \Delta t. \quad (1)$$

Это тепло идёт на плавление льда при неизменной его температуре 0°C , то есть,

$$\Delta Q = \Delta m \lambda, \quad (2)$$

где λ - удельная теплота плавления льда.

Масса растаявшего за время Δt льда равна:

$$\Delta m = \rho S \Delta h,$$

где ρ - плотность льда.

Толщина растаявшего слоя Δh пропорциональна изменению длины сосульки, поскольку сосулька тает с поверхности, сохраняя свою форму. Получаем, что

$$\Delta Q = \lambda \rho S \Delta h \sim \lambda \rho S \Delta l \sim S \Delta t, \quad (3)$$

откуда

$$\frac{\Delta l}{\Delta t} = \frac{1}{\rho \lambda}. \quad (4)$$

Таким образом, длина сосульки убывает с постоянной скоростью. (5)

Поэтому сосулька длиной L растает за время

$$t_1 = \frac{L}{l} t = 6 \text{ часов}. \quad (6)$$

ОТВЕТ: 6 часов.

Критерии оценивания задачи №3.

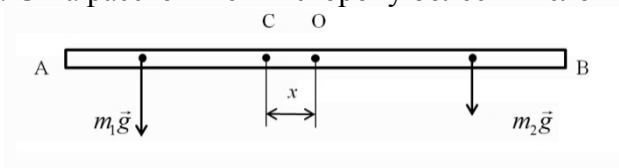
Определена пропорциональность ΔQ (1)	2 балла
Записано выражение для теплоты плавления (2)	1 балл
Определена пропорциональность ΔQ (3)	3 балла
Установлена линейная зависимость (4) и (5)	4 балла

ЗАДАЧА 4. (10 баллов)

Стержень цилиндрической формы длиной $l = 40$ см состоит на половину своей длины из свинца и наполовину — из железа. Найти расстояние от центра тяжести до центра симметрии стержня. Плотность свинца $\rho_1 = 11,4$ г/см³, плотность железа $\rho_2 = 7,8$ г/см³.

РЕШЕНИЕ.

Центр тяжести тела (центр масс) — точка приложения силы притяжения его к земле — веса тела P . У тел, имеющих какую-либо симметрию, он совпадает с центром симметрии. Например, у однородного цилиндра центр тяжести расположен на его оси в центре цилиндра. Тело, закреплённое на оси, проходящей через его центр тяжести, находится в состоянии безразличного равновесия. Мысленно закрепим стержень **АВ** на оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его центр тяжести **С**, отстоящий от его геометрического центра **О** на расстояние x в сторону более тяжёлой половины стержня.



Воспользуемся условием равновесия рычага :

$$m_1 g \left(\frac{l}{2} - x \right) = m_2 g \left(\frac{l}{2} + x \right) \quad (1)$$

где $m_1 = \rho_1 V$, $m_2 = \rho_2 V$ — массы каждой из половин стержня, V — объём половины. Из уравнения найдём

$$x = \frac{(m_1 - m_2)l}{4(m_1 + m_2)} = \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1 + \rho_2} \cdot \frac{l}{2}$$

$$x = 3,75 \text{ см}$$

ОТВЕТ: 3,75 см

Критерии оценивания задачи №4.

Проведены рассуждения и построен рисунок	2 балла
Записано правило равновесие рычага	3 балла
Получено выражение для расстояния x	3 балла
Вычислено значение расстояние	2 балла