



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2019/20 гг.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
ФИЗИКА
8 КЛАСС

Задача 1. Уравновешивание доски (10 баллов)

Толстая однородная доска массой $M = 90$ кг, на одном конце которой лежит груз массой $m = 10$ кг, уравновешена на опоре. Если разрезать доску по линии A , проходящей через точку опоры (см. рисунок), то для того, чтобы уравновесить части доски (без груза) на чашах равноплечих весов, требуется дополнительная гиря m' . Какова масса этой дополнительной гири?

Возможное решение.

Обозначим расстояние от груза m до точки A через a , расстояние от точки A до середины доски через b . Тогда условие равновесия доски с грузом имеет вид: $mga = Mgb$

Если массы левой и правой частей доски равны m_1 и m_2 , то для них справедливы пропорции:

$$\frac{m_1}{M} = \frac{2(a+b) - a}{2(a+b)} \quad \text{и} \quad \frac{m_2}{M} = \frac{a}{2(a+b)}$$

(здесь $2(a+b)$ – длина доски) – 4 балла

Для того, чтобы уравновесить части доски на чашах равноплечих весов, гирию массой m' потребуется положить на ту чашу, на которой будет находиться более легкая часть доски массой m_2

Поэтому $m_1 = m_2 + m'$.

Отсюда

$$m' = m_1 - m_2 = \frac{Mb}{a+b} = \frac{M}{1+(a/b)} = \frac{M}{1+(M/m)} = \frac{mM}{m+M} = 9 \text{ кг}$$

Ответ: $m' = \frac{mM}{m+M} = 9$ кг

Рекомендации по проверке:

Написаны отдельные формулы, имеющие отношение к задаче, но решения задачи нет, при этом решения задачи нет	1 балл
Записано условие равновесия доски для первого случая	2 балла
Записаны пропорции отношения масс для первого и второго случая	4 балла
Определена формула для расчёта массы груза и правильно указана часть доски, куда следует положить груз	2 балла
Получена формула для расчёта массы дополнительной гири, получен ответ	2 балла

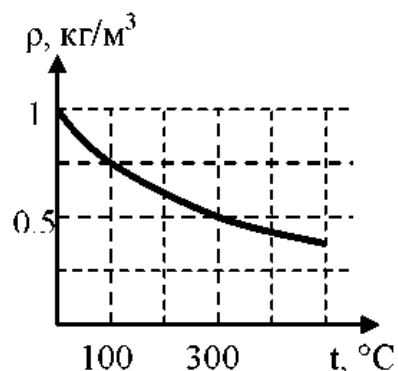


ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2019/20 гг.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
ФИЗИКА
8 КЛАСС

Задача 2. Подъём аэростата (10 баллов)

Для подъёма с метеостанции аэростата массой 2,5 кг использовали очень легкий и прочный шар объемом 10 м^3 , заполняемый горячим воздухом. До какой температуры требуется нагреть воздух через отверстие в нижней части шара, чтобы шар с грузом взлетел? Температура окружающего воздуха в день наблюдений была 0°C .

Зависимость плотности воздуха от температуры представлена на графике.



Возможное решение

Шар начнет взлетать, когда сила тяжести, действующая на груз и шар, сравняется с Архимедовой силой. $F_a = F_{T2} + F_{T1}$ - 2 балла

Архимедова сила равна

$$F_a = \rho_1 V g = 1 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} = 100 \text{ Н}.$$

Здесь ρ_1 - плотность окружающего воздуха.

Сила тяжести, действующая на груз:

$$F_{T1} = m \cdot g = 2,5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} = 25 \text{ Н}$$

на воздух, находящийся в шаре : $F_{T2} = \rho_2 V g$.

$$F_{T2} - F_a = F_{T1} = 75 \text{ Н}.$$

Следовательно, плотность воздуха в шаре будет $\rho_2 = F_{T2} / (Vg) = 75 \text{ Н} / (10 \text{ м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг}) = 0,75 \text{ кг/м}^3$.

По графику эта плотность соответствует температуре 100°C .

Рекомендации по проверке:

Написаны отдельные формулы, имеющие отношение к задаче, но решения задачи нет, при этом решения задачи нет	1 балл
Записано условие плавания тел.	2 балла
Записаны расчетные формулы и определены значения действующих сил	4 балла
Получена формула для расчета плотности воздуха в шаре, правильно выполнен расчет значения	2 балла
По графику определено значение температуры	1 балл

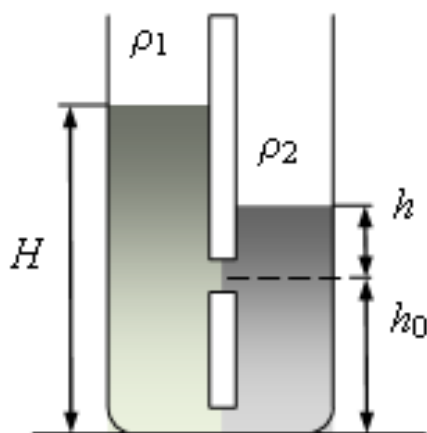




ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2019/20 гг.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
ФИЗИКА
8 КЛАСС

Задача 3. U-образная трубка. (10 баллов)

В U-образной трубке с соприкасающимися внутренними стенками в равновесии находятся жидкости с плотностями ρ_1 и ρ_2 ($\rho_1 < \rho_2$), так что граница раздела между ними проходит через центр дна трубки (см. рис.). На высоте h_0 от нижней точки трубки во внутренних стенках появляется небольшое отверстие и начинается перетекание жидкости. На сколько изменится после перетекания уровень в колене с жидкостью, имеющей плотность ρ_2 ? Считать трубку тонкой и перемешивание жидкостей невозможным (возможен только разрыв столба жидкости в появившемся отверстии).



Возможное решение и критерии оценки

Сделано правильное утверждение о том, что жидкость, перетекая из левого колена через отверстие в правое, разорвет столб жидкости: та жидкость, что была над отверстием, поднимет, а та, что была под отверстием, опустит.

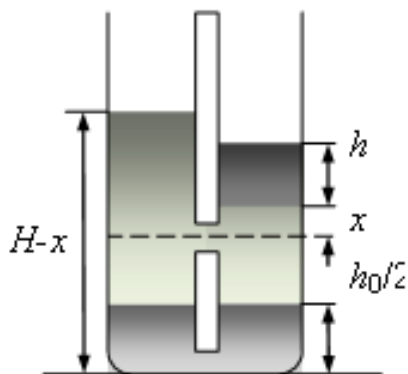
(1 балл)

Из условия равенства давлений в левом и правом коленах на уровне отверстия следует, что ниже отверстия жидкости расположатся одинаково. В

левое колено войдет столб другой жидкости высоты $\frac{h_0}{2}$ и столько же войдет другой жидкости ниже уровня отверстия справа. Таким образом, уровень жидкости в правом колене изменится только на величину x , равную изменению уровня в левом колене.



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2019/20 гг.
 МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
 ФИЗИКА
 8 КЛАСС



Сделан поясняющий рисунок.

(2 балла)

Введены обозначения: h - высота уровня жидкости справа выше отверстия до начала перетекания, H - высоту уровня жидкости слева. Из условия равенства давлений внизу получено уравнение

$$\rho_1 g H = \rho_2 g (h + h_0)$$

(2 балла)

Из условия равенства давлений на уровне отверстия, после того как перетекание прекратилось, получено уравнение

$$\rho_1 g (H - h_0 - x) = \rho_1 g x + \rho_2 g h$$

(3 балла)

Правильно решена система из двух уравнений

$$\rho_1 g (H - h_0 - x) = \rho_1 g x + \rho_2 g h, \text{ где } H = \frac{\rho_2}{\rho_1} (h + h_0)$$

Тогда

$$\rho_1 \left(\frac{\rho_2}{\rho_1} (h + h_0) - h_0 - x \right) = \rho_1 x + \rho_2 h$$

$$\rho_2 (h + h_0) - \rho_1 h_0 - \rho_1 x = \rho_1 x + \rho_2 h$$

$$x = \frac{h_0}{2} \left(\frac{\rho_2}{\rho_1} - 1 \right)$$

(2 балла)



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2019/20 гг.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
ФИЗИКА
8 КЛАСС

Задача 4. Кастрюля на плите. (10 баллов)

На плите стоит кастрюля с водой. При нагревании температура воды увеличилась с $t_1 = 90^\circ\text{C}$ до $t_2 = 95^\circ\text{C}$ за время $\tau_1 = 1,0$ мин. Какая доля теплоты, получаемой водой при нагревании, рассеивается при данных условиях в окружающее пространство, если известно, что время остывания этой же воды с t_2 до t_1 равно $\tau_2 = 9,0$ мин.?

Возможное решение

При нагревании воды $Q = cm \cdot \Delta t = (P_{\text{нагр.}} - P_{\text{расс.}}) \cdot \tau_1$.

При охлаждении воды $Q = cm \cdot \Delta t = P_{\text{расс.}} \cdot \tau_2$.

Приравнивая правые части выражений, получаем долю рассеиваемого тепла:

$$\eta = \frac{P_{\text{расс.}}}{P_{\text{нагр.}}} = \frac{\tau_1}{\tau_1 + \tau_2} = 0,1 \text{ (10\%).}$$

Рекомендации по проверке

Записана формула для расчета количества теплоты (указано на равенство количеств теплоты при нагревании и охлаждении воды)	1 балл
Записана формула для расчета отданного тепла через мощность рассеяния тепла	2 балла
Записана формула для расчета полученного тепла через мощности поступления теплоты к воде и рассеяния тепла	3 балла
Определено понятие доли рассеянной теплоты	1 балл
Получено выражение для расчета искомой доли рассеянного тепла	2 балла
Получен правильный числовой ответ	1 балл