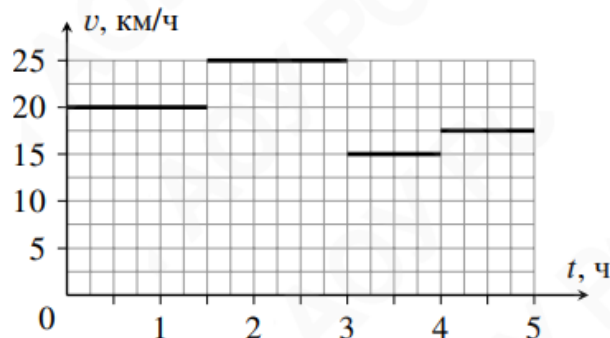


Всероссийская олимпиада школьников по физике 2025-2026 года.
Муниципальный этап. 8 класс.
Время выполнения 180 минут. Каждая задача оценивается в 10 баллов.
Поясняйте свой ответ. Желаем успехов!

Задача 1. Моторная лодка, отплывшая от пристани на реке, на протяжении 2 часов двигалась вдоль берега в одну сторону, затем развернулась и через 3 часа вернулась обратно на пристань. Скорость лодки относительно воды менялась со временем так, как показано на графике. Найти: 1) чему равна скорость течения реки? 2) вверх или вниз по течению вначале плыла лодка? 3) на каком расстоянии от пристани лодка развернулась? Скорость течения реки считать постоянной. Временем, потраченным на разворот, и шириной реки пренебречь. (10 баллов)



Решение.

Пусть u — скорость течения реки, причём будем считать, что $u > 0$, если вначале лодка двигалась по течению, и $u < 0$, если вначале она двигалась против него.

Найдём расстояния, которые прошла лодка туда и обратно:

$$s_{\text{туда}} = (20 \text{ км/ч} + u) \cdot 1,5 \text{ ч} + (25 \text{ км/ч} + u) \cdot 0,5 \text{ ч} = 42,5 \text{ км} + u \cdot 2 \text{ ч},$$

и

$$s_{\text{обратно}} = (25 \text{ км/ч} - u) \cdot 1 \text{ ч} + (15 \text{ км/ч} - u) \cdot 1 \text{ ч} + (17,5 \text{ км/ч} - u) \cdot 1 \text{ ч} = 57,5 \text{ км} - u \cdot 3 \text{ ч}.$$

Оба расстояния равны, поэтому:

$$42,5 \text{ км} + u \cdot 2 \text{ ч} = 57,5 \text{ км} - u \cdot 3 \text{ ч} \Rightarrow u \cdot 5 \text{ ч} = 15 \text{ км} \Rightarrow u = 3 \text{ км/ч}.$$

Так как $u > 0$, вначале лодка двигалась по течению.

Вычислим расстояние, пройденное лодкой от пристани до разворота:

$$L = 42,5 \text{ км} + u \cdot 2 \text{ ч} = 42,5 \text{ км} + 3 \text{ км/ч} \cdot 2 \text{ ч} = 48,5 \text{ км}.$$

№	Критерии	Баллы
1	Записано правильное выражение для пути в одну сторону	2
2	Записано правильное выражение для пути в другую сторону	2
3	Найдена скорость течения (3 км/ч)	2
4	Правильно определено первоначальное направление движения лодки	2
5	Найдено расстояние до места разворота (48,5 км)	2

Задача 2. Два твёрдых тела разной плотности кубической формы с одинаковыми размерами поставили друг на друга. Затем, когда все размеры верхнего тела увеличили втрое, а нижнего — вдвое, не меняя их плотности, то давление на стол увеличилось в 4 раза. Определить соотношение плотностей материалов, из которых изготовлены тела. (10 баллов)

Решение.

Давление тел в первом случае будет равно: $p = \frac{m_b + m_n}{S_n} * g$, где $g = 10 \text{ Н/кг}$

и тогда получаем, что: $p = \frac{\rho_b * a^3 + \rho_n * a^3}{a^2} * g$.

Для второго случая имеем: $p = \frac{\rho_b * (3a)^3 + \rho_n * (2a)^3}{(2a)^2} * g = \frac{27\rho_b * a^3 + 8\rho_n * a^3}{4a^2} * g$.

Решаем систему из 2-го и третьего уравнений, получаем:

$$16\rho_b * a^3 + 16\rho_n * a^3 = 27\rho_b * a^3 + 8\rho_n * a^3.$$

Получаем в результате, что:

$$\frac{\rho_b}{\rho_n} = \frac{8}{11} \approx 0,73 \text{ или } \frac{\rho_n}{\rho_b} = \frac{11}{8} \approx 1,4$$

№	Критерии	Баллы
1	Формула для определения давления двух тел	1
2	Выражение массы через плотность и объём	1
3	Использование формулы для определения объёма куба	1
4	Записано уравнение давления для первого случая	2
5	Записано уравнение для второго случая	3
6	Решена система и получен правильный ответ	2

Ответ: 0,73 или 1,4.

Задача 3. В сообщающиеся сосуды, правый из которых представляет собой вертикальный цилиндр диаметром d , закрытый тяжёлым поршнем, а левый — очень узкую вертикальную трубку с уширением в форме сферы диаметром D , налиты бензин и вода. Бензин полностью находится в сферической части, занимая её нижнюю половину, а поршень расположен на одном уровне с нижней поверхностью бензина (см. рис.1). На поршень сверху поставили груз, масса которого в 2,8 раза больше массы поршня, в результате чего бензин полностью заполнил верхнюю половину сферической части левого сосуда. Каково отношение D/d ? Плотность бензина равна 70% от плотности воды. Трением между поршнем и стенками пренебречь. Примечание: Объём шара вычисляется по формуле $V = 4\pi R^3/3$, где R — радиус шара, а площадь круга — по формуле $S = \pi r^2$, где r — радиус круга. (10 баллов)

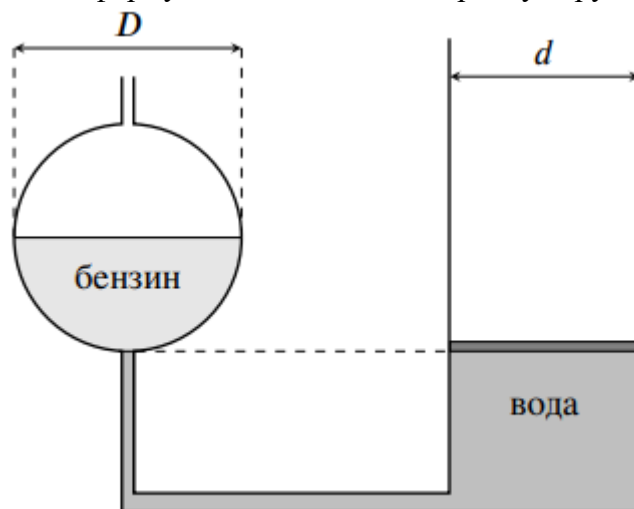


Рис.1

Решение.

Пусть m — масса поршня. Тогда масса груза равна $2,8m$. Когда на поршень поставили груз, тот опустился вниз на расстояние h (рис.2).

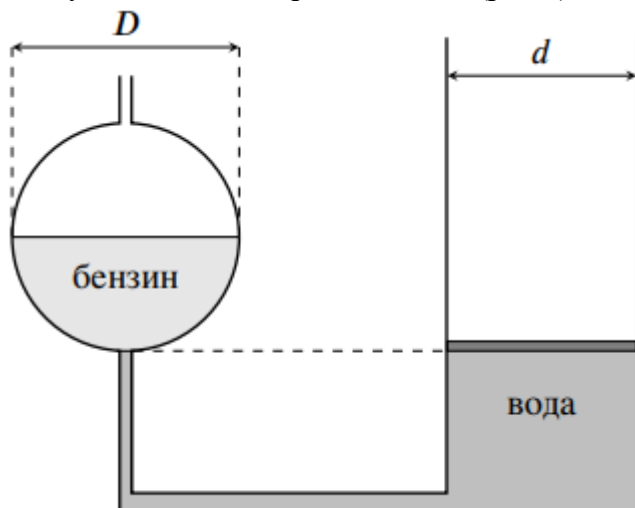


Рис.1

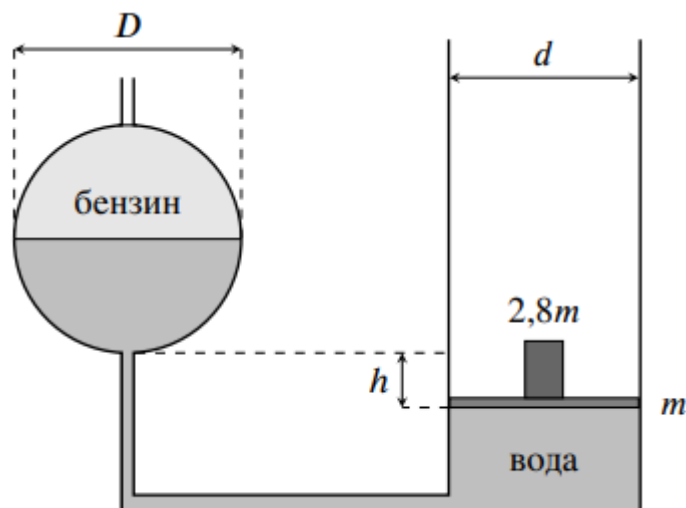


Рис.2

Так как вода несжимаема, объём воды, убывшей справа, равен объёму половины сферической части левого сосуда:

$$\frac{\pi d^2}{4} \cdot h = \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi D^3}{6} \Rightarrow h = \frac{D^3}{3d^2}.$$

Давление бензина в первом случае равно давлению поршня:

$$\rho_{\text{б}} g \cdot \frac{D}{2} = \frac{mg}{\pi d^2/4} \Rightarrow m = \rho_{\text{б}} \cdot \frac{\pi D d^2}{8}.$$

Запишем теперь условие равенства давлений на уровне поршня во втором случае:

$$\begin{aligned} \frac{3,8mg}{\pi d^2/4} &= \rho_{\text{б}} g \cdot \frac{D}{2} + \rho_{\text{в}} g \left(\frac{D}{2} + h \right) \Rightarrow 3,8\rho_{\text{б}} g \cdot \frac{D}{2} = \rho_{\text{б}} g \cdot \frac{D}{2} + \rho_{\text{в}} g \left(\frac{D}{2} + \frac{D^3}{3d^2} \right) \Rightarrow \\ \Rightarrow 2,8 \cdot 0,7 &= 1 + \frac{2D^2}{3d^2} \Rightarrow \left(\frac{D}{d} \right)^2 = 1,44 \Rightarrow \frac{D}{d} = 1,2. \end{aligned}$$

№	Критерии	Баллы
1	Получена правильная связь между h , D и d	2
2	Правильно записано условие равенства давлений в первом случае	2,5
3	Правильно записано условие равенства давлений во втором случае	2,5
4	Получен правильный ответ $D/d = 1,2$	3

Ответ: 1,2.

Указание проверяющим:

- В пп. 2 и 3 достаточно просто написать $p_1 = p_2$. Необходимо выразить давления через m , диаметры/радиусы сосудов и плотности.
- Во всех пунктах допустимо вместо диаметров использовать радиусы сосудов.

Задача 4. Псевдоэксперимент

Экспериментатор Глюк проводил опыт по плавлению свинца в тигельной печи. Однако он забыл взвесить образец перед плавкой и измерить его начальную температуру. Однако ему, основываясь на экспериментальных данных, удалось с честью выйти из сложного положения. Определите, как и экспериментатор Глюк, массу исследуемого свинца и чему равна его начальная температура. Свинец получает 105 Дж теплоты каждые 5 с. Удельная теплоёмкость свинца $c=140$ Дж/кг $^{\circ}$ С. Данные, представленные в таблице, соответствуют процессу нагревания свинца в тигельной печи. (10 баллов)

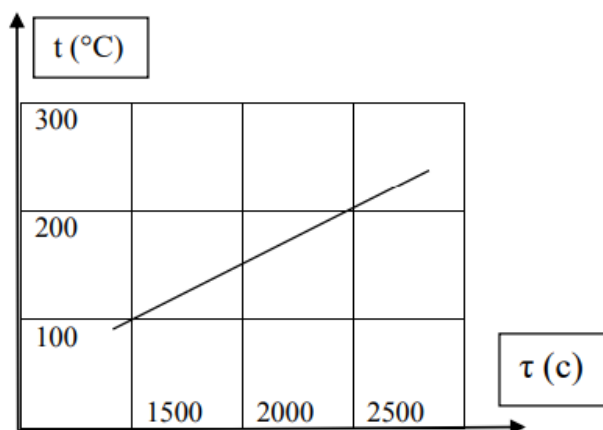
τ , (с)	1500	2000	2500
t (°C)	100	150	200

Решение.

Найдём массу свинца по формуле: $Q=c*m*\Delta t$. Возьмём например для этого первые две точки. Подставляем значения и получаем: $105*100=140*m*50$.

Откуда получаем, что масса свинца будет равна: $m=1,5$ кг.

Исходя из табличных данных строим график зависимости температуры образца от времени нагревания. Продлеваем прямую до пересечения с осью τ , где определяем начальную температуру: -50°C .



№	Критерии	Баллы
1	Построен график	3
2	Определена масса свинца	2
3	Реализована идея с продолжением графика	3
4	Получена правильная начальная температура	2

Ответ: $m= 1,5$ кг и $t_0 = -50^{\circ}\text{C}$.