

8 КЛАСС

Задача 8.1. В калориметр со встроенным электронагревателем налили 50 мл воды при комнатной температуре. Затем электронагреватель включили на 10 минут. Температура воды повысилась на 12 °С. Затем воду вылили, дождались, пока калориметр остынет до комнатной температуры, залили в него 100 мл воды и снова включили электронагреватель на 10 минут. В этот раз температура воды повысилась на 8 °С. Затем повторили то же самое, но со 150 мл воды. На сколько градусов повысилась температура воды в этом случае? Мощность электронагревателя постоянна, теплотерями можно пренебречь.

Возможное решение

Пусть c_1 – теплоёмкость калориметра, а c_2 – теплоёмкость 50 мл воды. Тогда в первом случае вода и калориметр получили от нагревателя количество теплоты:

$$Q_1 = (c_1 + c_2) \cdot 12 \text{ °С} \quad (1)$$

Во втором эксперименте вода и калориметр получили от нагревателя количество теплоты:

$$Q_2 = (c_1 + 2c_2) \cdot 8 \text{ °С} \quad (2)$$

Каждый раз вода и калориметр получают от нагревателя одинаковое количество теплоты, т.к. нагреватель работает одинаковое время, а его мощность не меняется:

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow (c_1 + c_2) \cdot 12 \text{ °С} = (c_1 + 2c_2) \cdot 8 \text{ °С} \quad (3)$$

Откуда получаем:

$$c_1 = c_2 = c \quad (4)$$

Теперь рассчитаем изменение температуры в третьем случае:

$$Q_1 = Q_3 \Rightarrow (c_1 + c_2) \cdot 12 \text{ °С} = (c_1 + 3c_2) \cdot \Delta t \quad (5)$$

$$2c \cdot 12 \text{ °С} = 4c \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = 6 \text{ °С} \quad (6)$$

Ответ: температура воды повысилась на 6 °С.

Критерии оценивания

Баллы	Содержание решения
	Показано, что каждый раз вода и калориметр получают от нагревателя одинаковое количество теплоты
	Получено соотношение (4)
	Найдено на сколько повысилась температура воды в третьем случае (6), его численное значение

Задача 8.2. Инспектор ГИБДД находясь на своем посту определял с помощью радара скорости проезжающих автомобилей. После окончания своей смены он взял радар и поехал домой в машине. Когда машина инспектора двигалась по прямому участку шоссе, он решил измерить

Олимпиада по физике. 2021. Муниципальный этап

радаром скорости автомобилей, которые двигались в ту же сторону спереди и сзади его автомашины. Радар показал, что передняя машина движется со скоростью $V_1 = 7$ м/с, а задняя со скоростью $V_2 = 12$ м/с. Известно, что передний автомобиль движется со скоростью 90 км/час, а задний со скоростью 72 км/час относительно земли. Какова может быть скорость автомобиля инспектора? Радар измеряет скорости машин относительно самого себя.

Возможное решение

Скорости переднего и заднего автомобилей соответственно равны:

$$V_{\text{передний}} = 90 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 25 \text{ м/с} \quad (1)$$

$$V_{\text{задний}} = 72 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 20 \text{ м/с} \quad (2)$$

Так как радар показывает только значение скорости, то автомобиль инспектора может как приближаться к соседнему автомобилю, так и удаляться от него. Поэтому предполагаемая скорость автомобиля инспектора с учетом показаний радара и скорости переднего заднего автомобиля равна:

$$V_{\text{И1}} = V_{\text{передний}} + V_1 \quad \text{или} \quad V_{\text{И1}} = V_{\text{передний}} - V_1 \quad (3)$$

Аналогично для заднего автомобиля:

$$V_{\text{И2}} = V_{\text{задний}} + V_2 \quad \text{или} \quad V_{\text{И2}} = V_{\text{задний}} - V_2 \quad (4)$$

Получаем возможные скорости автомобиля инспектора:

$$V_{\text{И1}} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 7 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 32 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \text{или} \quad V_{\text{И1}} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 7 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 18 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (5)$$

$$V_{\text{И2}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 12 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 32 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \text{или} \quad V_{\text{И2}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 12 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (6)$$

Только одна скорость, $V_{\text{И1}} = V_{\text{И2}} = 32$ м/с, получается одинаковой при расчете относительно заднего и переднего автомобилей, то она и будет искомой. (7)

Ответ: V инспектора = 32 м/с \approx 8,9 км/ч.

Примечание: школьники могут решать задачу не переводя скорость в м/с.

Критерии оценивания

Баллы	Содержание решения
	Перевод скоростей в единую систему единиц
	Рассмотрены возможные варианты (сближение и удаление) (3) и (4)
	Получены возможные значения скорости (5) и (6)
	Сделан анализ относительно скорости (7) и получен правильный ответ

Задача 8.3. Фиксики Симка и Нолик изучали давление жидкости на дно сосуда. Для этого они взяли прямоугольный аквариум и на каждую внутреннюю грань прикрепили по маленькому датчику давления, сигнал которого передаётся наружу. Затем налили туда $m = 2,4$ л воды и

герметично закрыли аквариум. Датчик на нижней грани показал, что давление столба воды составило $p_1 = 400$ Па. Затем ёмкость по очереди положили на другие грани и обнаружили, что соответствующие давления на дно равны $p_2 = 500$ Па и $p_3 = 750$ Па. Какой объем воды можно долить в аквариум до его полного заполнения? Плотность воды $\rho = 1\text{г/см}^3$, $g = 10$ Н/кг. Датчик показывает давление столба воды без учёта атмосферного давления.

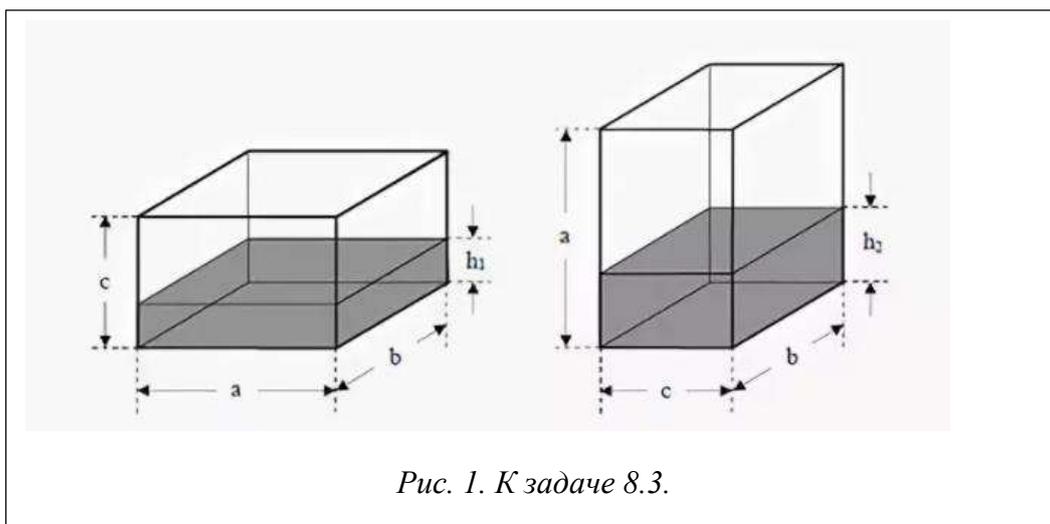
Возможное решение

Пусть a – длина аквариума, b – ширина аквариума, c –высота. Тогда его объем равен $V = a \times b \times c$. Выразим давление, оказываемое жидкостью на каждую грань (см. рис. 1) и найдем высоту столба жидкости :

$$p_1 = 400 \text{ Па} = \rho g h_1 \Rightarrow h_1 = \frac{400 \text{ Па}}{\frac{1000 \text{ кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{10 \text{ Н}}{\text{кг}}} = 0,04 \text{ м} = 4 \text{ см} \quad (1)$$

$$p_2 = 500 \text{ Па} = \rho g h_2 \quad h_2 = \frac{500 \text{ Па}}{\frac{1000 \text{ кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{10 \text{ Н}}{\text{кг}}} = 0,05 \text{ м} = 5 \text{ см} \quad (2)$$

$$p_3 = 750 \text{ Па} = \rho g h_3 \quad h_3 = \frac{750 \text{ Па}}{\frac{1000 \text{ кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{10 \text{ Н}}{\text{кг}}} = 0,075 \text{ м} = 7,5 \text{ см} \quad (3)$$



Выразим объем, занимаемой жидкостью при каждом положении аквариума $V_{\text{ж}} = 2400\text{см}^3$:

$$2400 = a \times b \times h_1 \quad (4)$$

$$2400 = c \times b \times h_2 \quad (5)$$

$$2400 = a \times c \times h_3 \quad (6)$$

Перемножим (4),(5) и (6) и найдем объем аквариума:

$$2400^3 = 4 \cdot 5 \cdot 7,5 \cdot a^2 b^2 c^2 \Rightarrow V = 9600 \text{ см}^3 \quad (7)$$

Осталось найти необходимое количество воды для заполнения аквариума полностью:

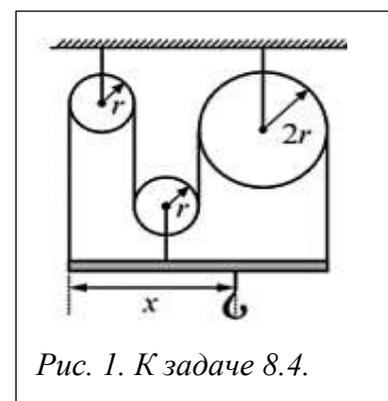
$$V_{\text{доб}} = 9600 \text{ см}^3 - 2400 \text{ см}^3 = 7200 \text{ см}^3 = 7,2 \text{ л} \quad (8)$$

Ответ: необходимо добавить 7,2 л воды для заполнения аквариума полностью

Критерии оценивания

Баллы	Содержание решения
	Найдена высота столба жидкости в каждом положении аквариума (1)-(3)
	Выражен объем, занимаемой жидкости при каждом положении аквариума
	Найден объем аквариума (7)
	Найдено необходимое количество воды для заполнения аквариума полностью (8)

Задача 8.4. В системе, изображённой на рисунке, блоки, нить и стержень невесомы. Правый блок в два раза больше по размеру, чем другие два. Участки нитей, не лежащие на блоках, вертикальны. На крючок повесили груз массы m , при этом система осталась неподвижна. Определите, чему равно отношение x/r и величину сил натяжения нитей.



Возможное решение

Выразим сначала длину стержня:

$$l = 2r + 2r + 4r = 8r \quad (1)$$

Рассмотрим моменты сил относительно точки подвеса груза (рис. 2) и запишем условие равновесия:

$$T_1 x + T_2 (x - 3r) = T_1 (8r - x) \quad (2)$$

$$2T_1 + T_2 = mg \quad (3)$$

С учетом $T_2 = 2T_1$ выражение (2) имеет вид:

$$T_1 x + 2T_1 (x - 3r) = 2T_1 (8r - x) \quad (4)$$

Откуда найдем:

$$4x = 14r \quad \Rightarrow \quad \frac{x}{r} = \frac{14}{4} = 3,5 \quad (5)$$

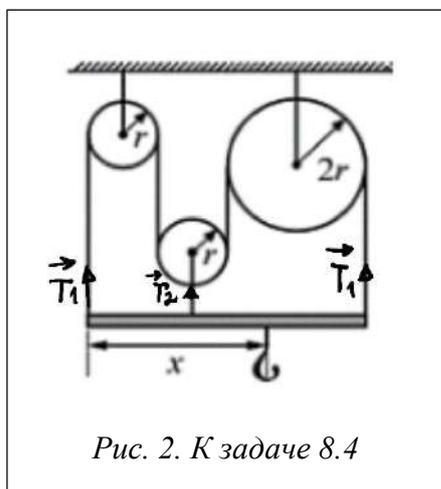
Найдем силы натяжения нитей:

$$2T_1 + 2T_1 = mg \quad \Rightarrow \quad T_1 = \frac{mg}{4} ; \quad T_2 = \frac{mg}{2} \quad (6)$$

Ответ: $x/r = 3,5$; $T_1 = mg/4$; $T_2 = mg/2$.

Критерии оценивания

Баллы	Содержание решения
	Выражена длина стержня (1)



Олимпиада по физике. 2021. Муниципальный этап

	Записаны условия равновесия стержня (2), (3)
	Записано соотношение для сил $T_2 = 2T_1$
	Найдено отношение расстояний (5)
	Найдены силы натяжения нитей (6)