

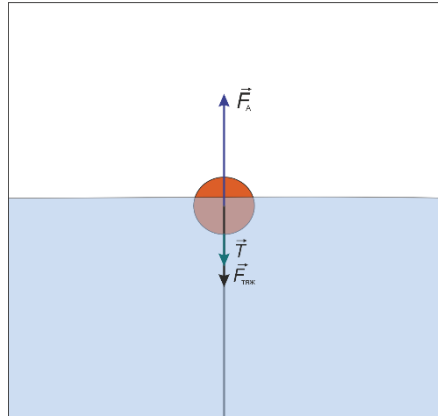
Пермский край
2025-26 учебный год
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
8 КЛАСС

Критерии оценивания

Максимальная оценка за выполнение всех олимпиадных заданий – 40 баллов.

Задача №1 (10 баллов)

Расставим силы, действующие на буй.



Условие плавания тела:

$$F_A = T + F_{\text{тяж}},$$

$$\text{отсюда } T = F_A - F_{\text{тяж}}, \quad (1)$$

где F_A – сила Архимеда, действующая на буй со стороны солёной воды, T – сила натяжения троса, $F_{\text{тяж}}$ – сила тяжести, действующая на буй.

Сила Архимеда:

$$F_A = \rho_v \cdot g \cdot V_{\text{пчт}}, \quad (2)$$

где ρ_v – плотность соленой воды, g – ускорение свободного падения, $V_{\text{пчт}}$ – объём погруженной части буя (тела).

Т.к. буй погружен в соленую воду на $2/3$ своего объема, то $V_{\text{пчт}}$:

$$V_{\text{пчт}} = (2 : 3) \cdot V_t, \quad (3)$$

Подставив в (3) в (2), получим

$$F_A = \rho_v \cdot g \cdot (2 : 3) \cdot V_t, \quad (4)$$

Сила тяжести:

$$F_{\text{тяж}} = m \cdot g, \quad (5)$$

где m – масса буя.

Масса буя:

$$m = \rho_t \cdot V_t, \quad (6)$$

где ρ_t – плотность буя (тела), V_t – объём буя (тела).

Подставив (6) в (5), получим

$$F_{\text{тяж}} = \rho_t \cdot V_t \cdot g, \quad (7)$$

Подставив (4) и (7) в (1), получим выражение для расчета силы натяжения троса

T :

$$T = \rho_{\text{в}} \cdot g \cdot (2 : 3) \cdot V_{\text{т}} - \rho_{\text{т}} \cdot V_{\text{т}} \cdot g, \quad (8)$$

$$T = 1025 \cdot 10 \cdot (2 : 3) \cdot 0.06 - 600 \cdot 0.06 \cdot 10 = 410 - 360 = 50 \text{ Н}. \quad (9)$$

Ответ: $T = 50 \text{ Н}$.

Критерии оценивания

№	Критерий	Баллы
1.	На рисунке верно расставлены силы, действующие на буй	1
2.	Верно записано выражение для T (1)	2
3.	Верно записана формула для расчета $F_{\text{А}}$ (2)	1
4.	Формула для расчета $F_{\text{А}}$ записана с учетом, что $V_{\text{пчт}} = (2 : 3) \cdot V_{\text{т}}$ (4)	1
5.	Приведена формула для расчета массы буй (6)	1
6.	Верно записана формула для расчета $F_{\text{тяж}}$ (7)	1
7.	Получено выражение для расчета T (8)	2
8.	Верно найдена сила натяжения троса T (9)	1

Задача №2 (10 баллов)

Пусть до вынужденной остановки поезд двигался со скоростью v_1 , а после — со скоростью v_2 . Вследствие опоздания поезда на 30 минут, машинист должен был проехать весь путь за время t :

$$t = 4 \text{ ч } 30 \text{ мин} - 30 \text{ мин} = 4 \text{ ч}.$$

Поезд двигался до остановки со скоростью v_1 :

$$v_1 = \frac{S}{t}, \quad (1)$$

где, S – расстояние между станциями.

Поезд проехал первую половину пути за время $t_1 = \frac{t}{2} = 2 \text{ ч}$. После вынужденной задержки на 10 мин поезд должен проехать оставшееся расстояние за время:

$$t_2 = t_1 - 10 \text{ мин} = 2 \text{ ч} - 10 \text{ мин} = 1 \text{ ч } 50 \text{ мин} = \frac{11}{6} \text{ ч}. \quad (2)$$

Из этого следует, что поезд должен был двигаться после остановки со скоростью

$$v_2 = \frac{S_2}{t_2} \quad (3)$$

Таким образом, чтобы прибыть в пункт назначения вовремя, скорость поезда на оставшемся участке пути после вынужденной остановки была увеличена на Δv :

$$\Delta v = v_2 - v_1 \quad (4)$$

Подставив (1) и (3) в (4), получим:

$$\Delta v = \frac{S_2}{t_2} - \frac{S}{t} \quad (5)$$

Примем во внимание, что по условию задачи $S_2 = \frac{S}{2}$, тогда

$$\Delta v = \frac{S}{2 \cdot t_2} - \frac{S}{t} \quad (6)$$

$$\Delta v = \frac{1100 \cdot 6}{2 \cdot 11} - \frac{1100}{4} = 300 - 275 = 25 \frac{\text{км}}{\text{ч}}. \quad (7)$$

Ответ: $\Delta v = 25 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$

Критерии оценивания

№	Критерий	Баллы
1.	Верно определено время движения поезда с учетом задержки и вынужденной остановки	1
2.	Верно записано выражение для v_1 (1)	1
3.	Верно определено время t_1 и t_2 (2)	2
4.	Верно записано выражение для v_2 (3)	1
5.	Приведена формула для Δv (4)	1
6.	Получено выражение для расчета Δv (6)	2
7.	Верно найдено Δv (7)	2

Задача №3 (10 баллов)

Давление в левом колене – это сумма атмосферного давления p_0 и давления столба масла. Давление в правом колене создается давлением воздуха p_A , давлением новека p_2 и давлением столба масла p_3 . Составим баланс давлений:

$$p_0 + p_1 = p_A + p_2 + p_3. \quad (1)$$

Отсюда получаем выражения для давления p_A :

$$p_A = p_0 + p_1 - p_2 - p_3. \quad (2)$$

Давление столба масла в левом колене:

$$p_1 = \rho_1 \cdot g \cdot h_1, \quad (3)$$

где ρ_1 – плотность масла, h_1 – высота столба масла в левом колене. Т.к. $h_1 = 8h_3$, то выражение для p_1 примет вид:

$$p_1 = \rho_1 \cdot g \cdot 8h_3. \quad (4)$$

Давление столба новека в правом колене:

$$p_2 = \rho_2 \cdot g \cdot h_2, \quad (5)$$

где ρ_2 – плотность новека, h_2 – высота столба новека. Т.к. $h_2 = 2.5h_3$, то выражение для p_2 примет вид:

$$p_2 = \rho_2 \cdot g \cdot 2.5h_3. \quad (6)$$

Давление столба масла в правом колене:

$$p_3 = \rho_1 \cdot g \cdot h_3, \quad (7)$$

где ρ_1 – плотность масла, h_3 – высота столба масла в правом колене.

Подставив (4), (6) и (7) в (2) получим:

$$p_A = p_0 + \rho_1 \cdot g \cdot 8h_3 - \rho_2 \cdot g \cdot 2.5h_3 - \rho_1 \cdot g \cdot h_3. \quad (8)$$

$$p_A = 10^5 + 800 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 0.05 - 1600 \cdot 10 \cdot 0.05 - 800 \cdot 10 \cdot 0.05 = 102\,000 \text{ Па}.$$

Ответ: $p_A = 102 \text{ кПа}$.

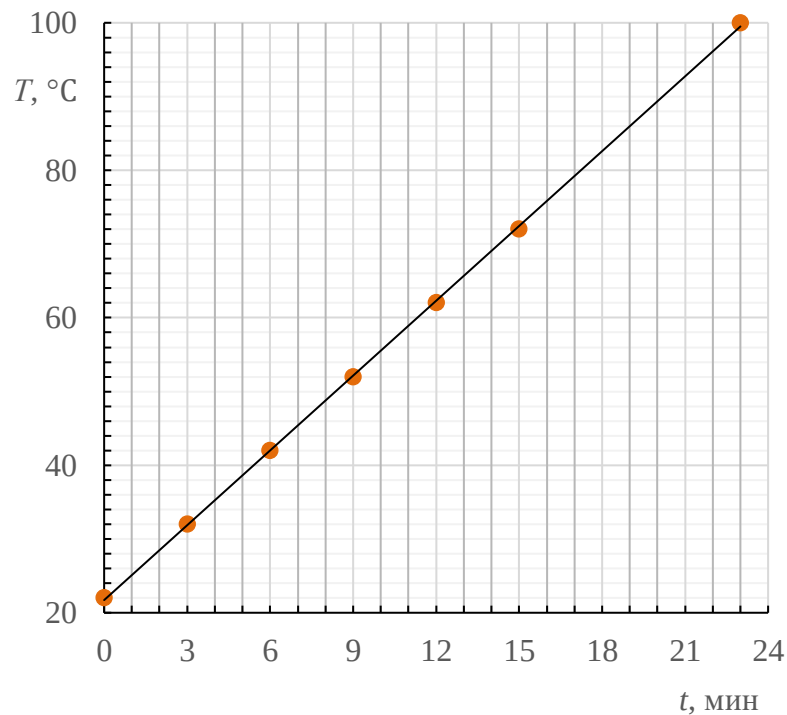
Критерии оценивания

№	Критерий	Баллы
1.	Верно составлено уравнение баланса давлений (1)	2
2.	Получено выражение для расчета p_A (2)	2
3.	Приведена формула для расчета p_1 (3)	1
4.	Приведена формула для расчета p_2 (5)	1
5.	Приведена формула для расчета p_3 (7)	1
6.	Учтены соотношения между h_1 , h_2 и h_3 (4) (6)	1
7.	Верно найдено давление p_A (8)	2

Задача №4 (10 баллов)

Возможное решение:

Построим по данным таблицы график зависимости $T(t)$. Примерный вид графика представлен ниже.



Определим скорость нагрева $\Delta T/\Delta t$ по наклону прямой на графике:

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{72 - 22}{15} \approx 3.33 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{мин}}. \quad (1)$$

За первые 15 минут воде было сообщено количество теплоты равное $Q = 108$ кДж, которое пошло на нагревание воды от 22 до 72 градусов.

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T.$$

Отсюда m :

$$m = \frac{Q}{c \cdot \Delta T} \quad (2)$$

$$m = \frac{108 \cdot 1000}{4200 \cdot 50} \approx 0.5 \text{ кг.}$$

Для определения момента времени, когда закипит вода необходимо продлить график до значения 100 °С по вертикальной оси. Проведя перпендикуляр к горизонтальной оси, мы получим $t_{\text{кип}} = 23$ мин.

После достижения температуры кипения вся подводимая энергия идёт на парообразование. Т.к. к сосуду подводится постоянный тепловой поток и за 15 минут воде было сообщено количество теплоты $Q = 108$ кДж, то количество теплоты, полученное за 5 минут Q_5 :

$$Q_5 = \frac{Q \cdot 5}{15} = 36 \text{ кДж}, \quad (3)$$

где Q_5 - количество теплоты, расходуемое водой на парообразование в течение 5 минут.

$$Q_5 = L \cdot \Delta m, \quad (4)$$

где Δm – масса испарившейся за 5 минут воды.

Из (4), получим выражение для расчета Δm :

$$\Delta m = \frac{Q_5}{L}. \quad (5)$$

$$\Delta m = \frac{36 \cdot 1000}{2.3 \cdot 1000000} \approx 0.016 \text{ кг} \approx 16 \text{ г}.$$

Критерии оценивания

№	Критерий	Баллы
1.	Правильно построен график $T(t)$, в т. ч. • правильно выбраны пределы измерений T и t • подписаны оси координат с единицами измерения • показаны точки из таблицы данных	3, в т.ч. 1 1 1
2.	Получено выражение для $\frac{\Delta T}{\Delta t}$ (1)	1
3.	Приведена формула для расчета m (2)	2
4.	Верно определено время $t_{\text{кип}}$	1
5.	Верно определено Q_5 (3)	1
6.	Приведена формула для расчета Δm (5)	2