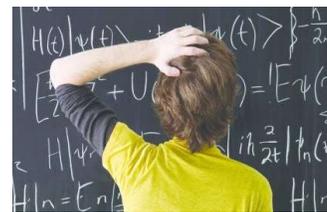


Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

8 класс, 2024/2025 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



Задача № 1. Плавание поплавков

У Андрея есть поплавок массой m . Если опустить его в воду, то он погрузится на 17% своего объема. Если к поплавку привязать грузик из другого материала, но такого же объема как поплавок, то поплавок погрузится на 77% объема. Во сколько раз больший по объему поплавок нужно взять, чтобы он оказался погружен в воду наполовину, если привязать к нему груз в 4 раза большей массы, но того же объема, что и первоначальный грузик. Считайте, что поплавки в обоих случаях имеют равную плотность, а плотность грузов больше плотности воды.

Возможное решение:

Обозначим $n_1 = 0,17$, $n_2 = 0,77$, $n_3 = 0,5$.

Запишем условие плавания поплавка без груза: $mg = \rho g n_1 V$ (1), где V – объем поплавка. (2 балла).

Запишем условие плавания поплавка с грузом: $mg + m_1 g = \rho g n_2 V + \rho g V$ (*). (2 балла)

Если взять поплавок большего объема (обозначим его V_0), привязать к нему грузик массой $4m_1$ и того же объема V , то условие равновесия будет выглядеть так:

$m_0 g + 4m_1 g = \rho g n_3 V_0 + \rho g V$, где m_0 – масса нового поплавка. (2 балла)

При неизменной плотности поплавок если $V_0 = kV$, то $m_0 = km$, где k – искомая величина. (1 балл за утверждение о том, что масса поплавка увеличивается во столько же раз, во сколько изменяется объем. Участник может не выписывать утверждение отдельно, но использовать его, что также оценивается).

Подставим последнее выражение в предпоследнее, получим:

$$kmg + 4m_1 g = k\rho g n_3 V + \rho g V.$$

Вычтем из этого выражения выражение (*), умноженное на 4:

$$kmg + 4m_1 g - 4mg + 4m_1 g = k\rho g n_3 V + \rho g V - 4\rho g n_2 V - 4\rho g V.$$

Преобразуем:

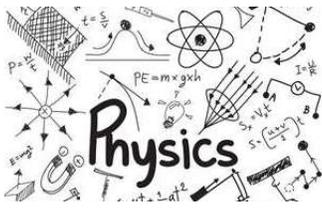
$$(k - 4)mg = \rho g V(kn_3 - 4n_2 - 3).$$

Учтем связь между массой и объемом поплавка (1):

$$n_1(k - 4)m = kn_3 - 4n_2 - 3, \text{ отсюда } k \approx 16,4 \text{ раза.}$$

(2 балла за верные преобразования + 1 балл за правильный численный ответ).

Итого максимум 10 баллов за задачу.



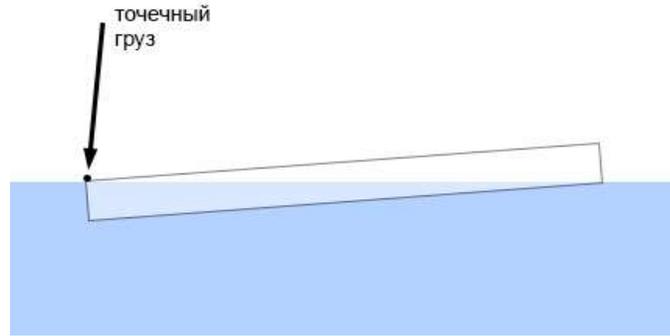
**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

8 класс, 2024/2025 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



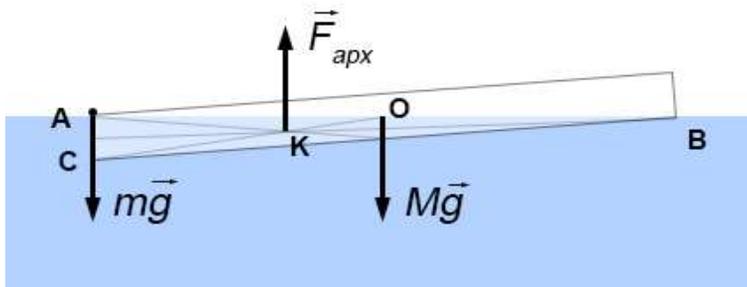
Задача № 2. Архимедова диагональ

Однородный брусок в форме прямоугольного параллелепипеда имеет длину l и сечение $a \times b$ ($a < b \ll l$). Брусок плавает в жидкости плотностью ρ . На самый его край (почти на ребро) кладут точечный груз. В результате брусок принимает положение, при котором верхнее ребро бруска со стороны груза и нижнее с противоположной стороны – касаются поверхности жидкости (см. рисунок). Определите массу бруска M и массу точечного груза m .



Возможное решение:

Все силы, приложенные к бруску, находятся в одной вертикальной плоскости, иначе ребра не касались бы поверхности, а пересекали ее.

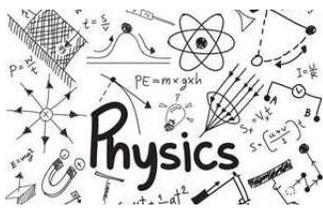


На брусок действуют 3 силы – собственная сила тяжести (Mg), вес груза (mg) и сила Архимеда ($\frac{1}{2}\rho g l a b$). Причем точка приложения силы Архимеда находится в центре тяжести погруженной части. То есть, она находится на пересечении медиан треугольника ABC, которые, делятся в отношении 2 к 1 считая от вершины. С учетом того, что $a \ll l$, можно считать, что $AB \approx l$, а проекция АК на АВ практически равна $AK \approx \frac{l}{3}$.

Тогда условие равновесия можно записать с помощью двух уравнений моментов (относительно точек А и О):

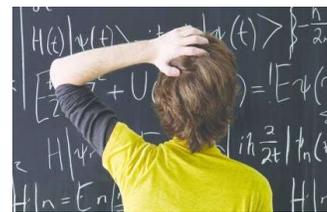
$$Mg \cdot \frac{l}{2} = \frac{1}{2}\rho g l a b \cdot \frac{l}{3},$$

$$mg \cdot \frac{l}{2} = \frac{1}{2}\rho g l a b \cdot \frac{l}{6}.$$



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

8 класс, 2024/2025 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



Отсюда получим, что

$$M = \frac{1}{3} \rho lab \text{ и } m = \frac{1}{6} \rho lab.$$

Критерии оценивания:

- Показано, что на брусок действуют 3 силы, лежащие в одной вертикальной плоскости **(1 балл)**
- Определена величина силы Архимеда **(1 балл)**
- Верно указана точка приложения силы Архимеда (указано, что это точка пересечения медиан) **(2 балла)**
- Определены все ключевые расстояния с учетом условия $a \ll l$ **(2 балла)**
- Верно записано уравнение моментов относительно точки А **(1 балл)**
- Получено верное значение M **(1 балл)**
- Верно записано уравнение моментов относительно точки О **(1 балл)**
- Получено верное значение m **(1 балл)**

Если уравнения моментов не записаны либо записано только одно уравнение моментов, но есть условие для суммы сил вида $Mg + mg = \frac{1}{2} \rho glab$, можно дать 1 балл за это уравнение.

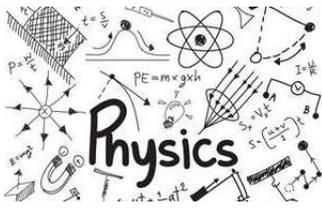
Итого максимум 10 баллов за задачу.

Задача № 3. Обгон на середине пути.

Два друга – Юра и Тимур – одновременно выехали из Уфы в Стерлитамак. До Стерлитамака они также добрались одновременно. При этом Юра всю дорогу ехал с постоянной скоростью $2v$. Тимур же разбил путь на 3 части и каждую из частей проехал с постоянной скоростью. Скорости, с которыми ехал Тимур, известны – это v , $3v$ и $4v$. Но Тимур не помнил, с какой скоростью на каком участке он двигался. Однако он точно помнил, что Юра обогнал его ровно на середине пути. Определите, какую часть всего времени движения Тимур ехал быстрее Юры.

Возможное решение:

Ясно, что в момент обгона Тимур двигался со скоростью v . Причем двигался он по второму участку пути. Ведь с одной стороны он должен был сначала уехать вперед от Юры, чтобы тот смог впоследствии совершить обгон. А с другой стороны, после того, как Тимур отстал, он должен был ускориться, чтобы догнать Юру в Стерлитамаке.



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике
8 класс, 2024/2025 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



Обозначим длину всего пути от Уфы до Стерлитамака – $2S$. Тогда половина пути – S . Пусть протяженности участков, по которым двигался Тимур, это S_1 , S_2 и S_3 . Разобьем второй участок еще на 2 части – до середины пути и после нее: $S_2 = S_{21} + S_{22}$. Тогда:

$$S_1 + S_{21} = S \text{ и } S_3 + S_{22} = S.$$

Условие встречи на середине пути:

$$\frac{S_1}{3v} + \frac{S_{21}}{v} = \frac{S_1}{3v} + \frac{S - S_1}{v} = \frac{S}{2v}.$$

Условие встречи в конце пути:

$$\frac{S_3}{4v} + \frac{S_{22}}{v} = \frac{S_3}{4v} + \frac{S - S_3}{v} = \frac{S}{2v}.$$

Заметим, что мы не можем с уверенностью сказать, на первом или последнем отрезке пути Тимур ехал быстрее. Но этот момент не является принципиальным для решения задачи, поскольку уравнения абсолютно одинаковы.

$$S_1 = \frac{3S}{4}; S_3 = \frac{2S}{3}.$$

$$\text{Тогда } S_2 = \frac{S}{4} + \frac{S}{3} = \frac{7S}{12}.$$

Полное время движения Тимура совпадает с полным временем движения Юры $t = \frac{S}{v}$.

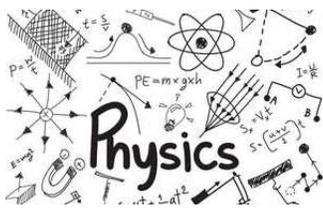
Время движения на втором участке $t_2 = \frac{7S}{12v}$. Тогда:

$$\frac{t_2}{t} = \frac{7}{12}.$$

Значит быстрее Юры Тимур ехал в течение времени $t - t_2 = 5t/12$.

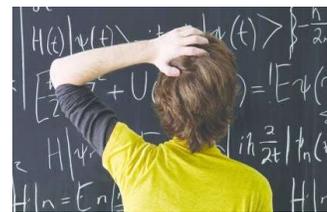
Критерии оценивания:

- Определено (явно указано или используется в решении), что Тимур двигался со скоростью v на втором участке (**0,5 балла**)
- Определено (явно указано или используется в решении), что середина пути приходится на второй участок (**0,5 балла**)
- Второй участок разбит на 2 части (явно указано или используется в решении) – до середины пути и после (**1 балл**)
- Записано условие встречи на середине пути (**2 балла**)



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

8 класс, 2024/2025 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



- Записано условие встречи в конце пути (2 балла)
- Длина первого участка пути Тимура выражена через длину всего пути (0,5 балла)
- Длина третьего участка пути Тимура выражена через длину всего пути (0,5 балла)
- Записано выражение для времени движения Тимура на первом и третьем участках (1 балл)
- Записано выражение для полного времени движения (1 балл)
- Определена часть времени, приходящаяся на первый и третий участок (1 балл)

Итого максимум 10 баллов за задачу.

Задача № 4. Проточный водонагреватель (Псевдоэксперимент)

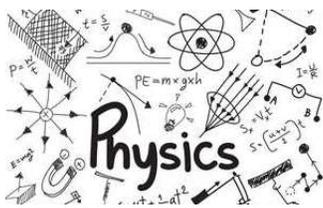
Газовая колонка Нева 4510 (водонагреватель проточный) может работать в нескольких режимах нагревания воды. Будем рассматривать два режима работы – нагревать воду на $\Delta T_1=25^\circ\text{C}$ и нагревать воду на $\Delta T_2=40^\circ\text{C}$. При проведении технических испытаний была получена следующая зависимость уровня воды в баке от времени:

$t, \text{ мин}$	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
$H, \text{ см}$	2,2	3,8	6,1	8,0	9,6	10,9	12,2	13,5	14,5	16,0

- 1) Постройте график зависимости высоты уровня воды от времени.
- 2) В какой момент времени переключили режим работы колонки?
- 3) С помощью графика найдите расход воды (л/мин) при работе колонки в первом и втором режиме, если бак для воды представляет собой прямоугольный параллелепипед с площадью основания 1 м^2 .
- 4) Найдите расход природного газа (кг/час), используемого для нагревания воды в указанных режимах, если максимальный КПД колонки 87%, удельная теплота сгорания природного газа $4,4 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$, удельная теплоемкость воды $4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$, плотность воды 1000 кг/м^3 .

Возможное решение:

- 1) График оценивается в 2 балла:
 - а) Адекватный масштаб – 0,5 балла
 - б) Подписанные оси – 0,5 балла
 - в) На всех осях нанесена шкала – 0,5 балла
 - г) проведены оптимальные прямые (точки НЕ соединены ломаной) – 0,5 балла



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

8 класс, 2024/2025 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.

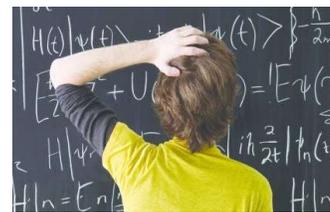
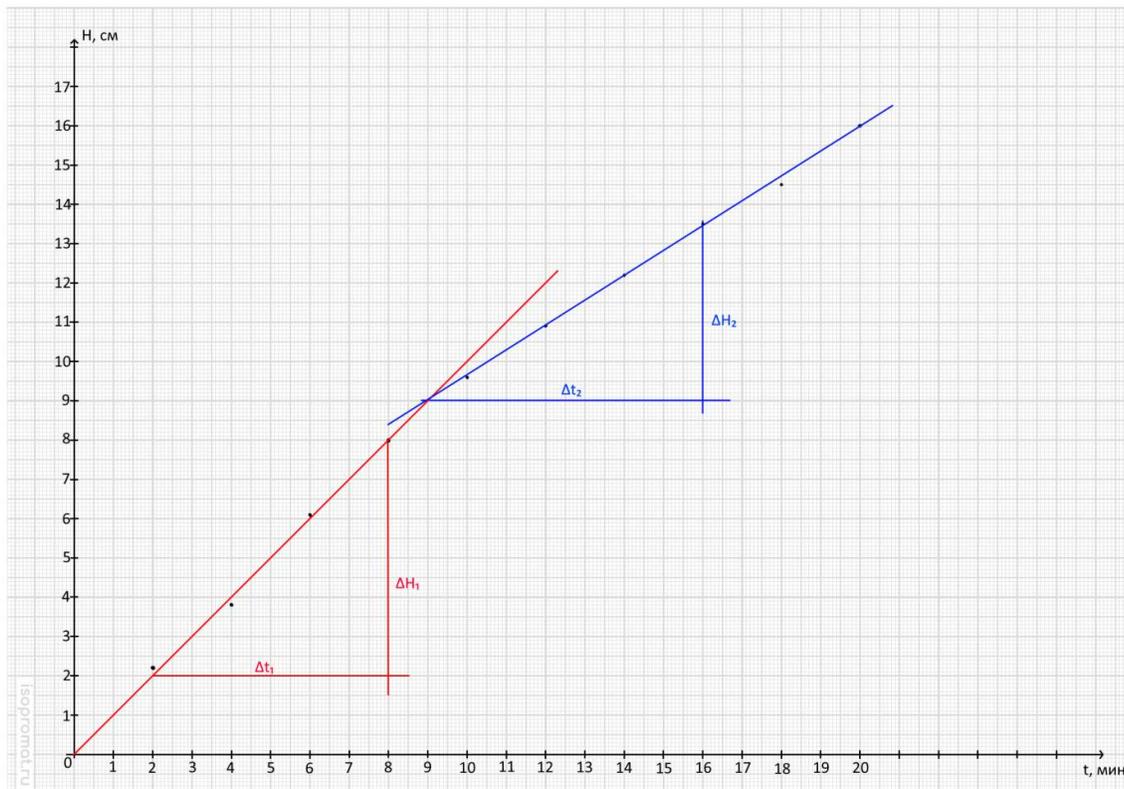


График может не проходить через начало координат, а идти чуть выше. Несколько иное проведение оптимальной прямой на первом участке заложено в диапазон принимаемых ответов.

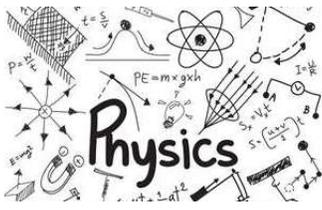


2) По графику найдено время переключения режимов – 9 минут (**2 балла**, засчитывается результат от 8,5 до 9,5 минут).

3) С помощью графика (угловой коэффициент) найден расход воды в первом режиме: $V_1 = \Delta H_1 S / \Delta t_1 = 10 \text{ л/мин} = 0,000167 \text{ м}^3/\text{с}$ (**1 балл**, засчитывается результат в диапазоне от 9,5 до 10,5 л/мин; если значение получено без использования графика, но попадает в интервал, то ставится **0,5 балла**).

4) С помощью графика (угловой коэффициент) найден расход воды в втором режиме: $V_2 = \Delta H_2 S / \Delta t_2 = 6,4 \text{ л/мин}$. Например, из графика $\Delta t_2 = 7$ минут, $\Delta H_2 = 4,5 \text{ см} = 0,045 \text{ м}$, $V_2 = \Delta H_2 S / \Delta t_2 = 0,0064 \text{ м}^3/\text{мин} = 6,4 \text{ л/мин} = 0,00011 \text{ м}^3/\text{с}$ (**1 балл**, засчитывается результат в диапазоне от 6,0 до 6,8 л/мин; если значение получено без использования графика, но попадает в интервал, то ставится **0,5 балла**).

5) Найден расход газа в первом режиме:



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

8 класс, 2024/2025 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



$$\text{КПД} = \eta = \frac{Q_{\text{воды}}}{Q_{\text{газа}}} = \frac{\rho \cdot c \cdot \Delta T_1 V_1 \Delta t_1}{\mu_1 \cdot \Delta t_1 \cdot q},$$

$$\mu_1 = \frac{\rho \cdot c \cdot \Delta T_1 V_1 \Delta t_1}{\eta \cdot \Delta t_1 \cdot q} = \frac{1000 \cdot 4200 \cdot 25 \cdot 0,01}{0,87 \cdot 4,4 \cdot 10^7} = 0,0275 \text{ кг/мин.}$$

$\mu_1 = 1,65$ кг/ч (2 балла, из них 1 балл за формулу, 1 балл за правильный числовой результат).

6. Найден расход газа во втором режиме:

$$\text{КПД} = \eta = \frac{Q_{\text{воды}}}{Q_{\text{газа}}} = \frac{\rho \cdot c \cdot \Delta T_2 V_2 \Delta t_2}{\mu_2 \cdot \Delta t_2 \cdot q},$$

$$\mu_2 = \frac{\rho \cdot c \cdot \Delta T_2 V_2}{\eta \cdot q} = \frac{1000 \cdot 4200 \cdot 40 \cdot 0,0064}{0,87 \cdot 4,4 \cdot 10^7} = 0,0028 \text{ кг/мин.}$$

$\mu_2 = 1,7$ кг/ч (2 балла, из них 1 балл за формулу, 1 балл за правильный числовой результат).

Внимание!

Числовое значение расхода газа должно быть пересчитано по данным,
которые участник получил в пункте 3 и 4.

Итого максимум 10 баллов за задачу.