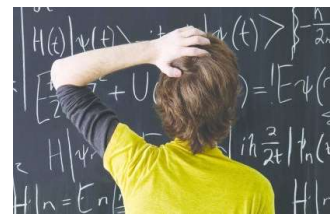


Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников  
по физике

8 класс, 2023/2024 учебный год  
Длительность 3 часа    Максимум 40 баллов.



---

**Задача № 1. На большом воздушном шаре...**

Однажды экспериментатору Глюку друзья подарили прогулку на воздушном шаре. Глюк посчитал, что обычная прогулка – это слишком скучно, поэтому он попросил прокатиться на свешивающейся веревочной лестнице. Его просьбу выполнили, и когда шар оказался на высоте 8 м, из корзины выбросили длинную веревочную лестницу, часть которой оказалась на земле. Экспериментатор Глюк стал подниматься по ней вверх со скоростью  $v_0$  относительно лестницы.

- 1) За какое время Глюк поднимется до края корзины?
- 2) Оказавшись на самом верху, Глюк начал спускаться с той же скоростью относительно лестницы. Через сколько секунд Глюк опять окажется у поверхности Земли, если шар всю прогулку поднимается вверх с постоянной скоростью  $v$ ?
- 3) Какое время получится в п. 2), если скорость спуска Глюка будет  $v_0/2$  относительно лестницы?

Примите, что скорости равны  $v_0 = 3$  м/с,  $v = 2,5$  м/с. Считайте лестницу настолько длинной, что ее нижняя часть всегда касается земли.

**Возможное решение:**

1) Ответить на первый вопрос просто: нужно разделить первоначальную высоту шара над землей на скорость поднятия Глюка:  $t_1 = h/v_0 = 8/3 = 2,67$  с. **(2 балла)**

2) Пока Глюк поднимался, воздушный шар тоже поднимался. И его высота к тому моменту, когда Глюк достиг корзины, была равна  $h_1 = h_0 + vt = 14,67$  м. **(2 балла)**

Дальше время спуска можно найти по-разному. Можно решать задачу в системе отсчета, связанной с воздушным шаром и в системе отсчета, связанной с землей.

Скорость спуска Глюка относительно земли равна:  $v_1 = v_0 - v = 0,5$  м/с. Значит, Глюк спустится за  $t_2 = h_1/v_1 = 29,34$  с.

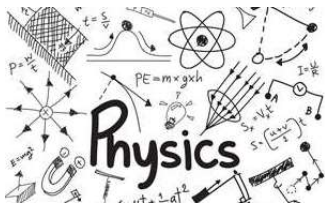
Можно тот же результат получить, рассматривая спуск в другой системе отсчета. В любом случае этот этап оценивается в **3 балла (2 балла за формулы и 1 балл за результат)**.

3) Если Глюк будет спускаться со скоростью  $v_0/2 = 1,5$  м/с, то относительно земли скорость спуска будет отрицательной, что означает, что Глюк при такой скорости спуска относительно лестницы не сможет достигнуть земли. **(3 балла)**.

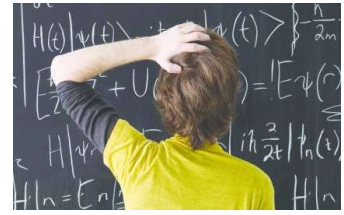
---

**Итого максимум 10 баллов за задачу.**

---



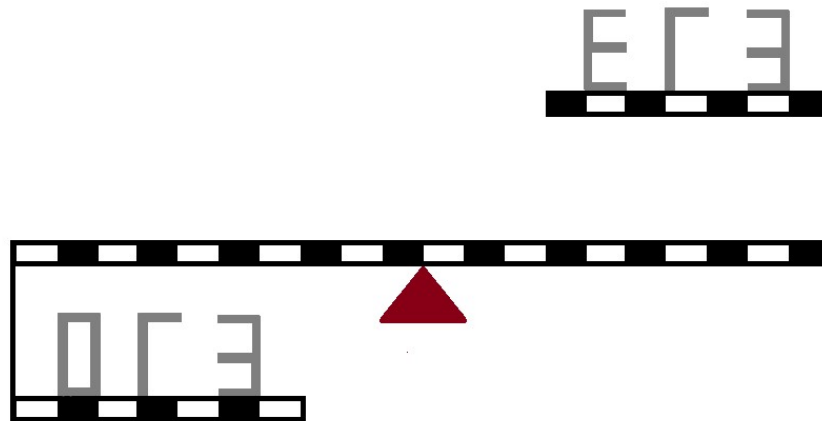
Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников  
по физике  
8 класс, 2023/2024 учебный год  
Длительность 3 часа    Максимум 40 баллов.



**Задача № 2. ОГЭ-ЕГЭ**

На невесомом рычаге расположено 6 фигур, собранных из 3 (фигура «Г»), 5 (фигуры «Е» и «Э») и 6 (фигура «О») одинаковых стержней (см. рисунок). Масса каждого стержня 30 грамм. В начале эксперимента рычаг удерживают горизонтально.

- 1) Рычаг отпустили. Какая сторона рычага перевесит? Ответ обосновать.
- 2) На расстоянии 3 деления от точки опоры подвесили грузик так, что система пришла в равновесие. Чему равна масса грузика?



**Возможное решение:**

Пусть масса одного стержня равна  $m$ , а длина –  $L$ . Сравним моменты сил, действующих справа и слева от точки опоры. Учтем, что момент силы – это произведение силы на плечо, где плечо – это кратчайшее расстояние от линии действия силы до рассматриваемой точки. Поэтому то, что фигуры расположены на нижней и верхней «ступеньках» не имеет значения (**2 балла** за это утверждение или его использование при решении задачи).

Сумма моментов сил слева:

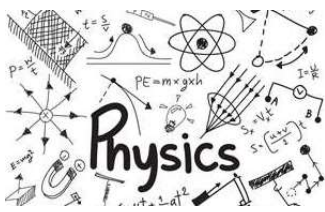
$$M_1 = 2mg \cdot 9L + 2mg \cdot 8,5L + 2mg \cdot 8L + 2mg \cdot 7L + mg \cdot 6,5L + 3mg \cdot 4,5L + 2mg \cdot 4L = 93mgL.$$

Сумма моментов сил справа:

$$M_2 = 2mg \cdot 4L + 3mg \cdot 4,5L + 2mg \cdot 6L + mg \cdot 6,5L + 3mg \cdot 8,5L + 2mg \cdot 9L = 83,5mgL.$$

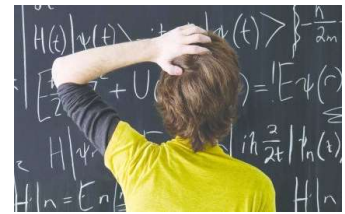
Так как  $M_1 > M_2$ , то при отпуске рычага перевесит левая часть рычага (**1 балл** за ответ + **2 балла** за обоснование (см. выше). Участник мог не находить моменты всех сил, а мог сначала исключить симметричные стержни, уравновешивающие друг друга, и найти моменты только оставшихся стержней).

Теперь ответим на второй вопрос. Ясно, что груз нужно подвесить справа от опоры (**1 балл**). Его масса  $m_0$  должна быть такой, чтобы создаваемый момент сил привел систему в равновесие. Следовательно  $M_1 = M_2 + m_0g \cdot 3L$  (**2 балла**), тогда



Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников  
по физике

8 класс, 2023/2024 учебный год  
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



$$m_0 = \frac{M_1 - M_2}{3gL} = \frac{93mgL - 83,5mgL}{3gL} = 95 \text{ г.}$$

Значит для того, чтобы система пришла в равновесие, нужно справа от опоры подвесить груз массой 95 грамм. (2 балла)

**Итого максимум 10 баллов за задачу.**

### Задача № 3. Перерыв на чай

Юра и Руслан решили сделать перерыв и выпить чаю. Оба друга налили в три большие чайные чашки одинаковые объемы кипящей воды. Пить такой горячий чай было бы неприятно, поэтому друзья решили добавить в чашки льда. В морозилке обнаружилось 64 одинаковых кубика льда, температура которых  $0^{\circ}\text{C}$ . Сначала Юра бросил в первую чашку один кубик льда и обнаружил, что температура в ней понизилась на  $1^{\circ}\text{C}$ . Тогда Руслан положил во вторую чашку 32 кубика, а Юра в третью 16 кубиков, потом Руслан во вторую чашку – 8 кубиков, а Юра – 4 кубика в третью чашку, и т.д., пока кубики не закончились. В процессе этого эксперимента вода из чашек не выливалась. Теплоемкостью чашек пренебречь, теплообмен с окружающей средой считать пренебрежимо малым. Удельная теплоемкость воды  $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$ , удельная теплота плавления льда  $330 \text{ кДж}/\text{кг}$ .

- 1) Какая температура будет во второй чашке после установления теплового равновесия?
- 2) Какая температура будет в третьей чашке после установления теплового равновесия?
- 3) Во сколько раз больше воды будет во второй чашке по сравнению с первой в конце эксперимента?

### Возможное решение:

Пусть  $M$  – это масса кипящей воды, налитая в каждую чайную чашку, а  $m$  – масса одного кубика льда.  $T_1 = 100^{\circ}\text{C}$ ,  $T_0 = 0^{\circ}\text{C}$ ,  $\Delta T_1 = 1^{\circ}\text{C}$ .

Запишем уравнение теплового баланса после добавления в первую чашку одного кубика льда:

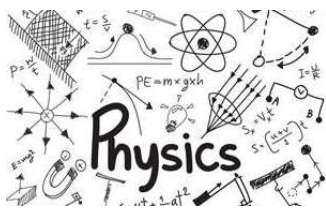
$$cM\Delta T_1 = \lambda m + cm(T_1 - \Delta T_1) \quad (2 \text{ балла}).$$

Отсюда найдем отношение масс (1 балл):

$$\frac{M}{m} = \frac{\lambda + c(T_1 - \Delta T_1)}{c\Delta T_1} \approx \frac{330000 + 4200(100 - 1)}{4200 \cdot 1} = 177,6.$$

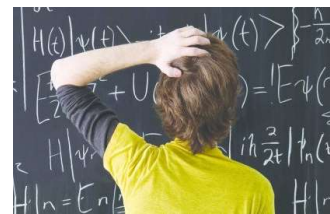
Проанализируем условия, получим, что в сумме во вторую чашку оказалось добавлено 42 кубика льда, а в третью – в два раза меньше, т.е. 21 кубик льда (1 балл).

Составим уравнение теплового баланса для второй чашки (1 балл):



Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников  
по физике

8 класс, 2023/2024 учебный год  
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



$$cM\Delta T_2 = 42\lambda m + 42cm(T_1 - \Delta T_2),$$

откуда

$$\Delta T_2 = \frac{\lambda/c + T_1}{M/42m + 1} = \frac{330000/4200 + 100}{177,6/42 + 1} \approx 34,15^\circ\text{C}, \text{ т. е. } T_2 \approx 65,85^\circ\text{C}.$$

(1 балл).

Аналогично составим уравнение теплового баланса для третьей чашки (1 балл):

$$cM\Delta T_3 = 21\lambda m + 21cm(T_1 - \Delta T_3),$$

откуда

$$\Delta T_3 = \frac{\lambda/c + T_1}{M/21m + 1} = \frac{330000/4200 + 100}{177,6/21 + 1} \approx 18,9^\circ\text{C}, \text{ т. е. } T_3 \approx 81,1^\circ\text{C}.$$

(1 балл).

Осталось ответить на третий вопрос.

В первой чашке в конце эксперимента масса равна  $M_1 = M + m = 178,6\text{t}$  (исходная вода + вода, образовавшаяся из одного кубика).

Во второй чашке в конце эксперимента масса равна  $M_2 = M + 42m = 219,6\text{t}$  (исходная вода + вода, образовавшаяся из 42 кубиков).

Искомое отношение:  $M_2/M_1 = 1,23$  (2 балла). Если при вычислении отношения участник забывает, что в первую чашку был добавлен 1 кубик льда и получает ответ 1,24, то за этот этап ставится 1 балл вместо двух.

**Итого максимум 10 баллов за задачу.**

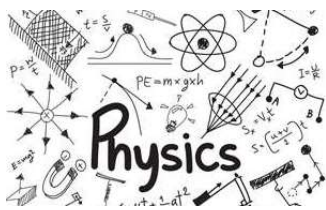
#### Задача № 4. Скорость роста (Псевдоэксперимент)

**Оборудование:** 2 листа миллиметровки формата А4 (предоставляются организаторами).

5 б класс выполнял проектную работу «Зависимость скорость выгонки зелёного пера от способа подготовки лука-репки». Арсению активисты класса выдали уже пророщенную репку лука и поручили измерять высоту помеченного пера луковицы в течение двух недель. Арсений подошел к поставленной задаче не очень ответственно, поэтому были дни, когда он забывал производить измерения, записывал их, где придется, а потом терял. К концу эксперимента у Арсения получилась вот такая таблица:

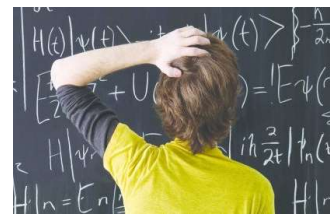
$T$ , дни	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$H$ , мм			47			58	64	67	76	76	80	82	87	91

- 1) Постройте график зависимости высоты пера луковицы от времени.
- 2) Найдите высоту помеченного пера в день выдачи луковицы Арсению.



Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников  
по физике

8 класс, 2023/2024 учебный год  
Длительность 3 часа    Максимум 40 баллов.



3) Рассчитайте среднюю скорость роста пера.

**Примечание:** день 1 – следующий за днем выдачи.

**Возможное решение:**

1) График оценивается в **4 балла**:

а) Адекватный масштаб – **1 балл**

б) Подписанные оси – **1 балл**

в) На всех осях нанесена шкала – **1 балл**

г) проведена оптимальная прямая (точки НЕ соединены ломаной) – **1 балл**

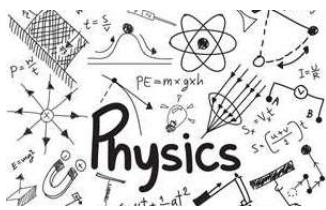
2) В 9 й день измерения результат исключен как промах. У участника в решении должно быть указание, что это промах и этот результат не учитывается. Если такое указание есть, то ставится **2 балла**. Если указания нет, то **0 баллов**.

3) Найдена высота помеченного пера в день выдачи по графику – требуется провести график вниз до пересечения с осью  $h$ . На нашем графике точка пересечения пришлась на 35мм. За верный результат засчитывается число в диапазоне от 34 до 36 мм (**2 балла**).

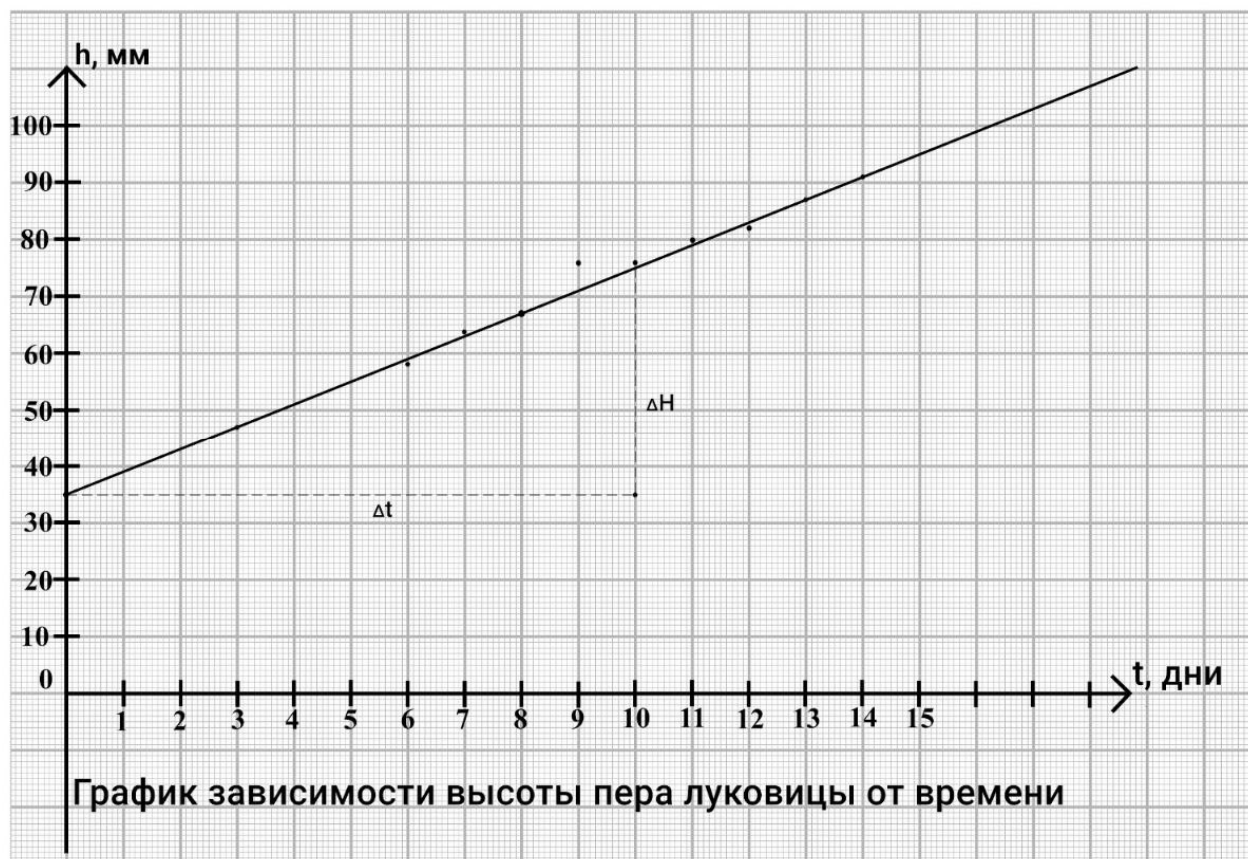
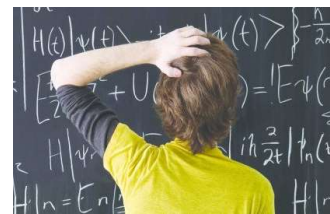
4) Найдем из графика скорость роста пера. Для этого выберем на графике две точки, у нас выбрана начальная точка и точка на графике, соответствующая 10-му дню. Тогда скорость роста пера  $V = \Delta H / \Delta t = 4$  мм/день (**2 балла**).

За верный результат засчитывается число в диапазоне от 3,5 до 4,5 мм/день.

*Если скорость роста пера найдена не с помощью графика, а с помощью данных в таблице, то за этот этап ставится **1 балл** в случае попадания в указанный диапазон.*



Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников  
по физике  
8 класс, 2023/2024 учебный год  
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



Итого максимум 10 баллов за задачу.