

**Ключи к заданиям муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по физике
2025-2026 учебный год**

8 класс

Продолжительность олимпиады: 180 минут. Максимально возможное количество баллов: 40

Общие критерии оценок

Жюри олимпиады оценивает записи, приведенные в чистовике. Черновики не проверяются.

Правильный ответ, приведенный без обоснования или полученный из неправильных рассуждений, не учитывается. Если задача решена не полностью, то этапы ее решения оцениваются в соответствии с критериями оценок по данной задаче.

Если задача решена отличным от авторского способа, то решение оценивается согласно приведенным ниже критериям.

Таблица 1. Критерии оценки

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
7-9	Верное решение. Имеются небольшие недочёты, в целом не влияющие на решение. Допущены арифметические ошибки
5-6	Задача решена частично, или даны ответы не на все вопросы
3-4	Решение содержит пробелы в обоснованиях, приведены не все необходимые для решения формулы
1-2	Рассмотрены отдельные важные случаи при отсутствии решения или при ошибочном решении
0	Решение неверно или отсутствует

Не допускается снижение оценок за плохой почерк, решение способом, отличным от авторского, и т.д. Все спорные вопросы рекомендуется решать в пользу школьника.

Рекомендуется проверять сначала первую задачу во всех работах, затем вторую и т.д.

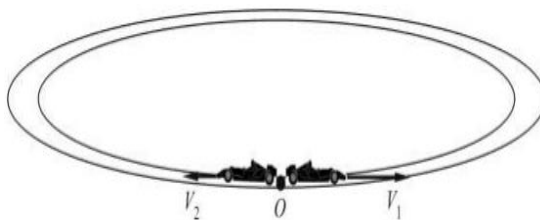
Все пометки в работе участника члены жюри делают только красными чернилами. Баллы за промежуточные выкладки ставятся около соответствующих мест в работе (это исключает пропуск отдельных пунктов из критериев оценок). Итоговая оценка за задачу ставится в конце решения. Кроме того, члены жюри заносят её в таблицу (см. табл. № 2) на первой странице работы и ставят свою подпись (с расшифровкой) под оценкой. В случае неверного решения необходимо находить и отмечать ошибку, которая к нему привела. Это позволит точнее оценить правильную часть решения и сэкономит время в случае апелляции

Таблица 2

№ задания	Набранные баллы
1	
2	
3	
4	
итого	

Задача № 1. Автомобильные гонки. (10 баллов)

По круглой гоночной трассе из точки О в разные стороны стартуют Иванов и Петров. Скорость Иванова v_1 в два раза больше, скорость Петрова v_2 . Гонка закончилась, когда спортсмены одновременно вернулись в точку О. Сколько у гонщиков было мест встречи, отличных от точки О?



Возможное решение

Машины едут по трассе навстречу друг другу. Если длина трассы S, то встреча пройдет тогда, когда $v_1 t + v_2 t = S$ (2 балла)

По условию задачи

$$v_1 = 2v_2 \text{ (1 балл)}$$

Тогда

$$3\vartheta_2 t = S \quad (1 \text{ балл})$$

Отсюда следует, что до первой встречи Петров проедет

$$\vartheta_2 t = \frac{S}{3} \quad (1 \text{ балл}),$$

а Иванов

$$\vartheta_1 t = 2\vartheta_2 t = \frac{2S}{3} \quad (1 \text{ балл})$$

К моменту второй встречи Петров проедет ещё $\frac{S}{3}$, а к третьей встрече проедет круг и вернётся в точку О. Иванов за это время проедет два круга. (3 балла)

Таким образом, у гонщиков было два места встречи, отличных от точки О. (1 балл)

Задача № 2. Медведь на льдине (10 баллов)

Во льдах Арктики в центре небольшой плоской льдины площадью $S=70 \text{ м}^2$ стоит белый медведь массой $m = 700 \text{ кг}$. При этом наводная часть льдины выступает над поверхностью воды на высоту $h = 10 \text{ см}$. На какой глубине под водой находится нижняя поверхность льдины? Плотность воды $\rho_{\text{в}}=1080 \text{ кг/м}^3$, плотность льда $\rho_{\text{л}}=900 \text{ кг/м}^3$.

Возможное решение

Обозначим через x искомую глубину. Сила тяжести, действующая на льдину с медведем, равна:

$$F_{\text{т}} = F_{\text{тм}} + F_{\text{тл}} \quad (1 \text{ балл})$$

$$F_{\text{тм}} = mg \quad (1 \text{ балл})$$

$$F_{\text{тл}} = m_{\text{л}}g \quad (1 \text{ балл})$$

$$m_{\text{л}} = \rho_{\text{л}}V_{\text{л}} \quad (1 \text{ балл})$$

$$V_{\text{л}} = S(h + x) \quad (1 \text{ балл})$$

$$F_{\text{т}} = g[m + \rho_{\text{л}}S(h + x)] \quad (1 \text{ балл})$$

Она должна равняться силе давления воды на нижнюю поверхность льдины, находящуюся на глубине x :

$$F_{\text{т}} = F_{\text{дав}} \quad (1 \text{ балл})$$

$$F_{\text{дав}} = \rho_{\text{в}}gxS, \quad (1 \text{ балл})$$

поскольку льдина находится в состоянии равновесия. Отсюда получаем:

$$x = \frac{m + \rho_{\text{л}}Sh}{(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{л}})S} \quad (1 \text{ балл})$$

Подстановка численных значений дает ответ $x = 0,55 \text{ м}$. (1 балл)

Задача № 3. Алюминиевый кубик на льду (10 баллов)

Алюминиевый кубик ставят на лёд, имеющий температуру 0°С . До какой температуры должен быть нагрет кубик, чтобы он полностью погрузился в лёд? Плотность алюминия $\rho_{\text{а}} = 2700 \text{ кг/м}^3$, плотность льда $\rho_{\text{л}}=900 \text{ кг/м}^3$, удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг , удельная теплоёмкость алюминия $900 \text{ Дж/(кг } ^\circ\text{С)}$

Возможное решение

Кубик при охлаждении от температуры t_1^0 до $t_2^0 = 0^\circ \text{С}$ отдаёт тепло, которое идёт на плавление льда. Запишем уравнение теплового баланса для кубика и льда.

$$Q_1 = Q_2, \quad (1 \text{ балл})$$

где Q_1 - количество теплоты плавления льда, соприкасающегося с нагретым льдом

$$Q_1 = \lambda m_1 \quad (1 \text{ балл})$$

Q_2 - количество теплоты, отданное кубиком при охлаждении

$$-Q_2 = cm_2(t_2^0 - t_1^0) \text{ или } Q_2 = cm_2(t_1^0 - t_2^0) \quad (1 \text{ балл})$$

Тогда уравнение теплового баланса можно записать

$$\lambda m_1 = cm_2(t_1^0 - t_2^0) \quad (1 \text{ балл})$$

$$V_{\text{а}} = V_{\text{л}} = V \quad (1 \text{ балл})$$

$$m_1 = \rho_l V \quad (1 \text{ балл})$$

$$m_2 = \rho_a V \quad (1 \text{ балл})$$

$$\lambda \rho_l V = c \rho_a V (t_1^0 - t_2^0), \text{ так как } t_2^0 = 0^0 \text{ тогда } (1 \text{ балл})$$

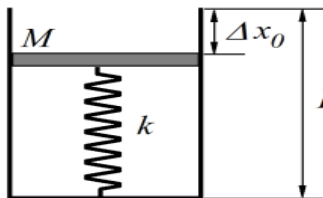
$$t_1^0 = \frac{\lambda \rho_l V}{c \rho_a V} = \frac{\lambda \rho_l}{c \rho_a} \quad (1 \text{ балл})$$

$$t_1^0 = \frac{330000 \cdot 900}{900 \cdot 2700} = 122^0 \text{C} \quad (1 \text{ балл})$$

Задача № 4. Долив - перелив (10 баллов)

К дну цилиндрического сосуда прикреплена пружина с коэффициентом упругости k , длина пружины в недеформированном состоянии равна высоте сосуда H . На пружину помещают поршень массой M , который может без трения скользить по стенкам сосуда, в результате чего поршень располагается на некотором расстоянии Δx_0 от верхнего края стенок сосуда. На поршень сверху начинают наливать жидкость плотностью ρ с массовым расходом μ . Определите:

- величину Δx_0 ;
- величину Δx , на которую ещё опустится поршень через промежуток времени Δt после начала поступления жидкости;
- через какое время T жидкость начнёт выливаться из сосуда;



- при каких условиях жидкость начнёт выливаться из сосуда?
- Вода между стенками сосуда и поршнем не проникает. Площадь поперечного сечения сосуда равна S .

Примечание: массовым расходом называется масса воды, поступающая в сосуд за единицу времени, например, за 1 секунду

Возможное решение

Для того, чтобы определить величину начальной деформации пружины Δx_0 (расстояние, на котором располагается, отсчитываемое от верхнего края стенок сосуда), запишем условие покоя поршня

$$Mg = k \cdot \Delta x_0 \quad (1 \text{ балл})$$

$$\Delta x_0 = Mg / k$$

Спустя промежуток времени Δt после начала поступления жидкости в сосуд поступит масса $\mu \Delta t$ и в сосуде окажется слой жидкости высотой

$$\Delta h = \mu \Delta t / (\rho S) \quad (1 \text{ балл})$$

Определим новую величину деформации пружины

$$Mg + \mu g \cdot \Delta t = k \cdot (\Delta x_0 + \Delta x) \quad (1 \text{ балл})$$

$$\mu g \cdot \Delta t = k \cdot \Delta x \quad (1 \text{ балл})$$

$$\Delta x = \mu g \Delta t / k$$

Это означает, что поршень опустится на Δx . Таким образом, за промежуток времени Δt в сосуде уровень жидкости должен подняться на Δh , если бы поршень был неподвижен, но так как поршень при этом опустился на Δx , то уровень жидкости поднялся на Δy

$$\Delta y = \Delta h - \Delta x = \mu \Delta t / (\rho S) - \mu g \Delta t / k = \mu \cdot \Delta t \cdot (1 / (\rho S) - g / k) \quad (1 \text{ балл})$$

Скорость подъёма уровня жидкости будет равна

$$v = \Delta y / \Delta t = \mu \cdot (1 / (\rho S) - g / k) \quad (1 \text{ балл})$$

Подъём уровня жидкости будет возможен, если выражение в скобках будет положительным

$$(1 / (\rho S) - g / k) > 0 \quad (1 \text{ балл})$$

$$k > \rho g S \quad (1 \text{ балл})$$

Для того, чтобы жидкость начала выливаться из стакана, должен пройти промежуток времени T

$$T = \Delta x_0 / v \quad (1 \text{ балл})$$

$$T = Mg / (k \mu \cdot (1/(\rho S) - g/k)) = Mg\rho S / (\mu(k - \rho g S)) \quad (1 \text{ балл})$$