

**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

8 класс, 2020/2021 учебный год
Длительность 3 часа. Максимум 40 баллов.



Задача 1. На встречу с другом. Два друга выехали одновременно на автомобилях навстречу друг другу из городов Альфа и Бета. Расстояние между городами 240 км. График зависимости скорости движения первого автомобиля от времени представлен на рис. 1, второго автомобиля – на рисунке 2.

- 1) Определите, через какое время после начала движения автомобили встретятся на трассе.
- 2) Рассчитайте, за какое время каждый автомобиль проезжает расстояние между городами.

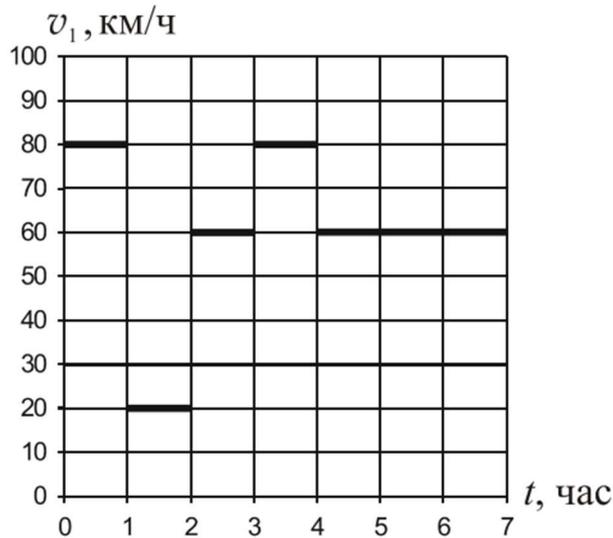


Рис. 1

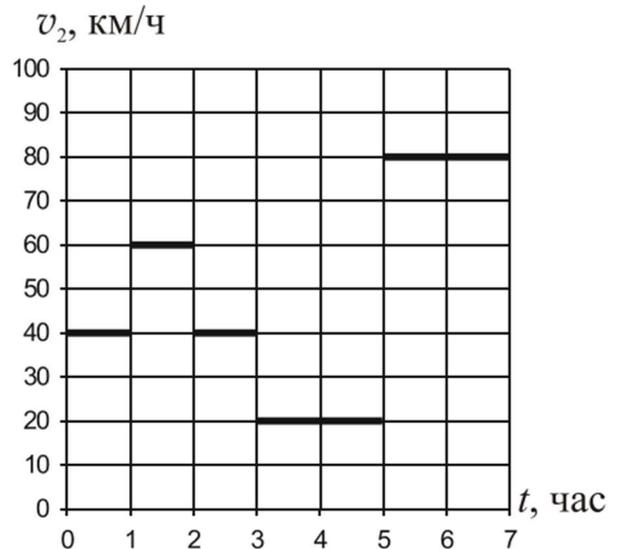


Рис. 2

Возможное решение:

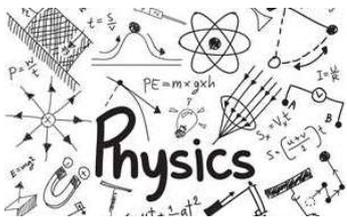
1) По графикам можно определить, что за первый час движения автомобили сближаются со скоростью $v_1 = 80 + 40 = 120$ км/ч, в итоге расстояние между ними уменьшается и к концу первого часа составит $l_1 = 120$ км.

Во второй час скорость сближения $v_2 = 20 + 60 = 80$ км/ч, поэтому к концу второго часа автомобили окажутся на расстоянии $l_2 = 120 - 80 = 40$ км.

В третий час скорость сближения $v_3 = 60 + 40 = 100$ км/ч. Так как к началу третьего часа между автомобилями остается 40 км, то на преодоление этого расстояния понадобится $\Delta t = l_2 / v_3 = 0,4$ часа или 24 минуты.

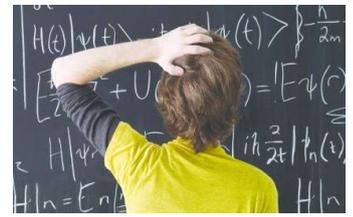
Поэтому автомобили встретятся через $t_{\text{в}} = 1 + 1 + 0,4 = 2,4$ часа или через 2 часа 24 минуты.

2) Рассмотрим движение автомобиля, выехавшего из города Альфа. За четыре часа движения он проедет как раз $L_1 = u_{11}t + u_{12}t + u_{13}t + u_{14}t = 80 + 20 + 60 + 80 = 240$ км, так что время его движения между городами составит ровно $t_1 = 4$ часа.



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

8 класс, 2020/2021 учебный год
Длительность 3 часа. Максимум 40 баллов.



Второй автомобиль за пять часов проедет расстояние

$$L_2 = u_{21}t + u_{22}t + u_{23}t + u_{24}t + u_{25}t = 40 + 60 + 40 + 20 + 20 = 180 \text{ км.}$$

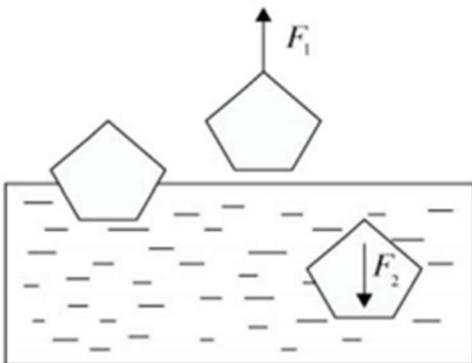
Оставшиеся до второго города 60 км этот автомобиль проедет со скоростью 80 км/ч. На это ему понадобится $\Delta t_2 = 60/80 = 3/4$ часа или 45 минут. Следовательно, все время его движения между городами: $t_2 = 5,75$ часа или 5 часов и 45 минут.

Критерии оценивания:

Идея подсчета скорости сближения автомобилей	2 балла
Расчет времени встречи автомобилей	3 балла
Расчет времени движения первого автомобиля	2 балла
Расчет времени движения второго автомобиля	3 балла
<i>Участник может не использовать скорость сближения автомобилей, а прийти к времени и месту встречи автомобилей через пошаговый расчет пройденных расстояний. Если расчеты доведены до конца и получено правильное значение времени встречи автомобилей, то за весь этот этап выставляется 5 баллов.</i>	

Задача 2. Вынуть и погрузить. Некоторое тело плавает в масле, будучи частично погруженным. Для того чтобы вынуть его из масла полностью, к нему необходимо приложить силу 10 Н. Чтобы полностью погрузить это тело в масло, нужно приложить к нему силу 30 Н. Определите плотность тела, если плотность масла известна и равна 800 кг/м^3 .

Задача 2. Вынуть и погрузить. Возможное решение.



Запишем условие равновесия для тела в первом случае (тело полностью вынули из воды, поэтому сила Архимеда на него уже не действует):

$$F_1 = mg = \rho g V,$$

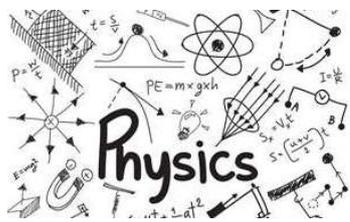
где m – масса тела, V – его объем, ρ – плотность.

Во втором случае условие равновесия будет выглядеть так:

$$F_2 + mg = F_A = \rho_0 g V.$$

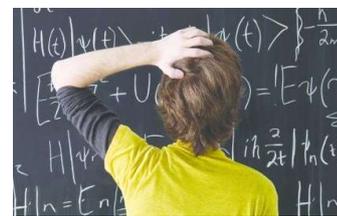
Из этих уравнений можно получить:

$$F_1 + F_2 = \rho_0 g F_1 / \rho g = \rho_0 F_1 / \rho, \text{ тогда } \rho = \rho_0 F_1 / (F_1 + F_2) = 200 \text{ кг/м}^3.$$



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

8 класс, 2020/2021 учебный год
Длительность 3 часа. Максимум 40 баллов.



Критерии оценивания:

Записано условие равновесия тела в первом случае	2 балла
Записано условие равновесия тела во втором случае	3 балла
Записано выражение для силы Архимеда	2 балла
Записано выражение для плотности тела	2 балла
Получен численный ответ	1 балл

За каждое верно выполненное действие баллы складываются. При арифметической ошибке (в том числе ошибке при переводе единиц измерения) оценка снижается на 1 балл. Максимум за задание – 10 баллов.

***Примечание:** Выше приводится возможное решение. Допустимы альтернативные решения. В случае альтернативных решений составляются другие критерии оценивания в зависимости от степени и правильности решения задачи.*

Задача 3. С термометрами что-то не так...

Восьмиклассник Кирилл для домашних экспериментов самостоятельно изготовил два термометра и решил проверить их работоспособность. Оказалось, что если их поместить в смесь воды и льда, то первый термометр покажет ровно -4°C , а второй ровно $+3^{\circ}\text{C}$. Это показалось Кириллу странным, и он решил провести второй эксперимент, поместив термометры в кипящую воду. Тогда первый показал $+108^{\circ}\text{C}$, а второй $+96^{\circ}\text{C}$. А вот температуру самого Кирилла оба термометра показывали одинаково. Найдите показания термометров при измерении температуры Кирилла и определите истинную температуру Кирилла. Учтите, что шкалы термометров хоть и разные, но являются линейными, то есть их показания изменяются на одинаковую величину (которая для каждого термометра своя!) при одинаковом изменении температуры.

Возможное решение:

Поскольку в условии сказано, что зависимость показаний термометра от температуры линейна, она должна описываться линейной функцией, т.е.

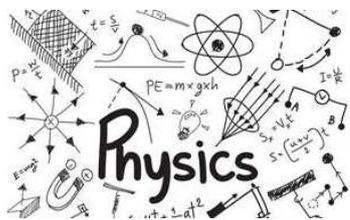
$$T_1 = k_1 T + b_1 \text{ и } T_2 = k_2 T + b_2,$$

где k_1, k_2, b_1 и b_2 – это постоянные коэффициенты, а T – истинная температура.

Воспользуемся точками, которые определены в условии.

$$-4 = k_1 \cdot 0 + b_1, \text{ поэтому } b_1 = -4^{\circ}\text{C}. \text{ Аналогично } b_2 = 3^{\circ}\text{C}.$$

$$108 = k_1 \cdot 100 - 4, \text{ тогда } k_1 = 1,12. \text{ Аналогично } k_2 = 0,93.$$

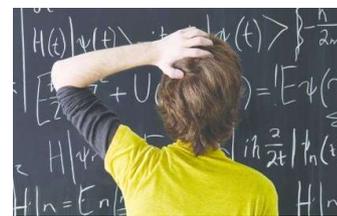


Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

8 класс, 2020/2021 учебный год

Длительность 3 часа.

Максимум 40 баллов.



Поскольку при некоторой температуре T_0 показания термометров совпали, то можно записать: $k_1 T_0 + b_1 = k_2 T_0 + b_2$, откуда находится температура Кирилла:

$$T_0 = (b_2 - b_1)/(k_1 - k_2) \approx 36,84^\circ\text{C} \approx 36,8^\circ\text{C}.$$

Осталось найти показания термометров:

$$T_1 = T_2 \approx 37,26^\circ\text{C} \approx 37,3^\circ\text{C}.$$

Критерии оценивания:

Записано математически, что зависимость показаний градусника от температуры линейна	3 балла
Найдены коэффициенты этой зависимости	3 балла
Найдено значение температуры Кирилла	2 балла
Найдены показания термометров	2 балла

*Участники могут предложить **графический способ** нахождения показаний термометров. Для этого можно построить на одном графике две прямые и получить точку пересечения.*

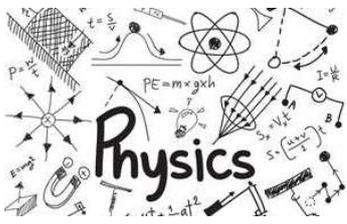
Также из графиков можно найти коэффициенты прямых.

Однако прямые идут близко друг к другу, поэтому точку пересечения и коэффициенты вряд ли удастся найти достаточно точно.

Если участник все-таки идет по данному пути решения, то при оценивании работы стоит обращать внимание на саму идею, точность построения, выбор масштаба графиков, точность определения точки пересечения и коэффициентов прямых.

Максимум за задание – 10 баллов.

Примечание: Выше приводится возможное решение. Допустимы альтернативные решения. В случае альтернативных решений составляются другие критерии оценивания в зависимости от степени и правильности решения задачи.

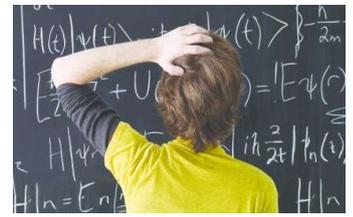


Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

8 класс, 2020/2021 учебный год

Длительность 3 часа.

Максимум 40 баллов.



Задача 4. Сверхлегкий материал. Современные ученые занимаются созданием сверхлегких материалов. Один из таких материалов представляет собой структуру, состоящую из переплетающихся тонкостенных трубок, заполненных воздухом. Сами трубки сделаны из сплава никеля и фосфора (массовая доля никеля 93%, фосфора 7%). При исследовании материала было определено, что плотность образца составляет $0,9 \text{ мг/см}^3$, если не учитывать наличие воздуха внутри трубок. Какова на самом деле плотность этого экспериментального вещества, если все-таки учитывать воздух? При расчетах можно принять, что объем никель-фосфорного сплава равен сумме объемов входящих в его состав никеля и фосфора. Плотность воздуха $1,2 \text{ мг/см}^3$, плотность фосфора $1,85 \text{ г/см}^3$ и плотность никеля $8,9 \text{ г/см}^3$.

Возможное решение:

Сначала найдем среднюю плотность сплава, из которого сделаны стенки трубок:

$$\rho_{\text{Ni-P}} = \frac{m_{\text{Ni}} + m_{\text{P}}}{V_{\text{Ni}} + V_{\text{P}}} = \frac{m_{\text{Ni}} + m_{\text{P}}}{\frac{m_{\text{Ni}}}{\rho_{\text{Ni}}} + \frac{m_{\text{P}}}{\rho_{\text{P}}}}$$

Так как $m_{\text{Ni}} = 0,93m$ и $m_{\text{P}} = 0,07m$, где $m = m_{\text{Ni}} + m_{\text{P}}$, то:

$$\rho_{\text{Ni-P}} = \frac{\rho_{\text{Ni}}\rho_{\text{P}}}{0,93\rho_{\text{Ni}} + 0,07\rho_{\text{P}}} = \frac{8,9 \cdot 1,85}{0,93 \cdot 1,85 + 0,07 \cdot 8,9} = 7,03 \text{ г/см}^3.$$

Теперь запишем формулу для плотности образца без учета массы воздуха:

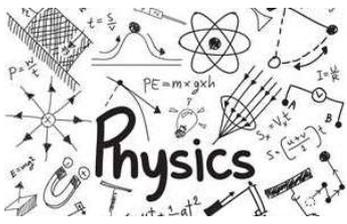
$$\rho_1 = \frac{m}{V_{\text{Ni-P}} + V_0} = \frac{\rho_{\text{Ni-P}}V_{\text{Ni-P}}}{V_{\text{Ni-P}} + V_0}.$$

Отсюда:

$$V_0 = \frac{\rho_{\text{Ni-P}} - \rho_1}{\rho_1} V_{\text{Ni-P}} = 7810 V_{\text{Ni-P}}$$

Таким образом, объем пустот в этом веществе в 7810 раз больше объема стенок трубок.

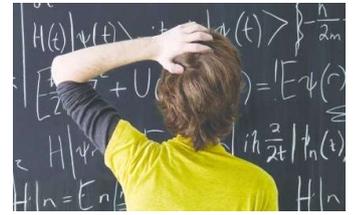
С учетом воздуха (если в этих пустотах будет воздух):



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

8 класс, 2020/2021 учебный год

Длительность 3 часа. Максимум 40 баллов.



$$\rho_2 = \frac{m + m_B}{V_{Ni-P} + V_0} = \frac{\rho_{Ni-P} V_{Ni-P} + \rho_B V_0}{V_{Ni-P} + V_0} = \frac{\rho_{Ni-P} + 7810 \rho_B}{7811} = \frac{7,03 + 7810 \cdot 0,0012}{7811};$$

$$\rho_2 = 0,0021 \text{ г/см}^3 = 2,1 \text{ мг/см}^3.$$

Критерии оценивания:

Найдена средняя плотность материала стенок	3 балла (2 за идею и формулы, 1 за численный результат)
Найдено отношение объемов пустого пространства и стенок	3 балла (2 за идею и формулы, 1 за численный результат)
Найдена искомая плотность	4 балла (2 за идею и формулы, 2 за верный численный ответ)

За каждое верно выполненное действие баллы складываются. При арифметической ошибке (в том числе ошибке при переводе единиц измерения) оценка снижается на 1-2 балла в зависимости от того, насколько отличается полученный ответ от того, который должен быть. Максимум за задание – 10 баллов.

Примечание: Выше приводится возможное решение. Допустимы альтернативные решения. В случае альтернативных решений составляются другие критерии оценивания в зависимости от степени и правильности решения задачи.