

**Первый этап Всесибирской Открытой Олимпиады Школьников
по физике**

13 ноября 2022 г.

**Возможные решения и критерии оценки, 7 класс
(максимум 10 баллов за задачу)**

1. Юный натуралист поместил на левую чашу весов 5 хомячков, а на правую чашу – несколько гирь разной массы. Весы показали, что масса всех хомячков на левой чаше на 15 г меньше, чем масса всех гирь. Юннат пересадил одного хомячка на правую чашу и переставил одну гирю с правой на левую чашу. После этого весы показали, что правая чаша стала на 3 г тяжелее, чем левая. Какова масса пересаженного хомячка, если масса переставленной гири была равна 50 г?

Решение: Введем обозначения: m_x – искомая масса хомяка, $m = 50$ г – масса гири, M_1 – полная масса всех хомячков, $\Delta M_1 = 15$ г – избыток массы груза на правой чаше в исходной ситуации (т.е. полная масса гирь равна $M_1 + \Delta M_1$), $\Delta M_2 = 3$ г – избыток массы груза на правой чаше после изменений.

После того как хомяк был пересажен, а гиря переставлена, то на левой чаше оказалась масса $(M_1 - m_x + m)$ (+2 балла), а на правой - $(M_1 + \Delta M_1 + m_x - m)$ (+2 балла)

По условию, после обмена массами выполняется соотношение

$$(M_1 + \Delta M_1 + m_x - m) - (M_1 - m_x + m) = \Delta M_2 \quad (+2 \text{ балла}).$$

Отсюда возникает соотношение

$$\Delta M_2 - \Delta M_1 = 2(m_x - m) \text{ или } m_x = m + (\Delta M_2 - \Delta M_1)/2 \quad (+1 \text{ балл за получение аналитического выражения для искомой величины})$$

Подставляя численные значения, получаем $m_x = 44$ г .

(+3 балла за явно сформулированный и обоснованный ответ).

2. Между деревнями А и Б ходит автобус. Время движения по расписанию составляет 1 час 6 минут. Однажды на середине пути автобус остановился, чтобы посадить группу туристов, и, чтобы прибыть точно по расписанию, водитель после этого увеличил скорость автобуса на 10%. Сколько времени длилась остановка, когда в автобус садились туристы?



Решение: Введем обозначения: $T_{ост}$ – искомое время остановки, V_0 и $T_0 = 66$ мин - средняя скорость и время движения автобуса от А до Б, соответственно, в обычном режиме, L - расстояние между А и Б.

Полное время движения от А до Б с учетом остановки составило

$$\frac{L/2}{V_0} + \frac{L/2}{1.1 \cdot V_0} + T_{ост} = T_0 \quad (+2 \text{ балла за сравнение между искомым временем остановки и}$$

временем движения, использующее неизвестные величины).

Здесь учтено, что вторую половину пути автобус ехал со скоростью на 10% большей, т.е. $1.1 \cdot V_0$.

Поскольку $T_0 = \frac{L}{V_0}$, то получаем прямую связь между искомым временем остановки и

временем движения

$$T_0/2 + \frac{T_0/2}{1.1} + T_{ост} = T_0 \quad (+3 \text{ балла})$$

Преобразуя, получаем

$$T_{ост} = T_0/2 - \frac{T_0/2}{1.1} = \frac{T_0}{2} \left(1 - \frac{1}{1.1}\right) = \frac{T_0}{22} \quad (+2 \text{ балла за аналитическое выражение для искомого времени}).$$

Подставляя численные значения, получаем $T_{ост} = 3 \text{ мин}$ (+3 балла за явно сформулированный и обоснованный ответ). Возможны и другие правильные последовательности рассуждений.

3. На фабрике производят кубики с длиной ребра 5 см. К автомату, непрерывно производящему кубики, по конвейерной ленте через каждые 3 минуты робот подает пустые коробки размером 25 см × 30 см × 40 см. Появляющиеся из автомата кубики плотно укладываются в эту коробку. После модернизации фабрики автомат стал производить кубики с длиной ребра 6 см и тратить на один кубик на 20% меньше времени. Коробки тоже стали другого размера - 36 см × 60 см × 60 см. Через какое время теперь приходится роботу подавать новые коробки для их загрузки новыми кубиками?

Решение: До модернизации автомат производил $N_1 = 5 \cdot 6 \cdot 8 = 240$ кубиков каждые 3 минуты, т.е. на один затрачивалось времени $T_1 = 3/240 = 1/80 \text{ мин}$ (+2 балла). После модернизации время на изготовление одного кубика стало меньше на 20% и стало составлять $T_2 = 0.8 \cdot T_1 = 1/100 \text{ мин}$, т.е. автомат стал изготавливать 100 куб/мин (+2 балла). Поскольку в один увеличенный ящик теперь входит $N_2 = 6 \cdot 10 \cdot 10 = 600$ кубиков (+2 балла), то на заполнение каждого ящика уходит $T_x = N_2 \cdot T_2 = 6 \text{ мин}$ (+2 балла). Именно через такое время роботу и надо будет подавать новые ящики (+2 балла за явно сформулированный и обоснованный ответ на вопрос задачи).

Разумеется, могут быть и другие корректные рассуждения, не включающие явных вычислений той или иной величины. Если решение фактически основывается на предположении об увеличении количества изготовленных кубиков в минуту на 20% (с ответом на вопрос задачи 6 мин 15 сек), то всего ставится 6 баллов.

4. На берегу неширокой реки стоят две деревни - А и Б. Два приятеля выходят на одинаковых моторных лодках из этих деревень в 4 часа утра навстречу друг другу, ловят рыбу в месте встречи, а потом плывут по домам. Скорость течения реки весной была равна $V_1 = 6 \text{ км/ч}$, а к середине лета постепенно уменьшилась до $V_2 = 3 \text{ км/ч}$. Поэтому сначала место рыбалки находилось на расстоянии $L_1 = 27 \text{ км}$ от А, но постепенно это расстояние уменьшилось до $L_2 = 23 \text{ км}$. Чему равно расстояние между деревнями, если все расстояния отсчитываются вдоль реки? Считать, что скорость лодки относительно воды всегда одна и та же.

Решение: Обозначим искомое расстояние L , скорость лодки относительно воды обозначим U .

Если бы в реке была стоячая вода, то лодки встречались бы посередине между А и Б. При движении воды это место встречи смещается в сторону той деревни, которая находится

ниже по течению, и чем выше скорость течения, тем ближе место встречи к этой деревне. Отсюда следует, что д. А выше по течению, а д. Б – ниже (+1 балл).

Далее составим уравнения, выражающие связь между разными параметрами задачи.

По условию задачи лодки отправляются одновременно, поэтому время их движения до встречи одинаково, как весной, так и летом:

Для весны:
$$\frac{L_1}{U + V_1} = \frac{L - L_1}{U - V_1} \quad (+2 \text{ балла})$$

Для лета:
$$\frac{L_2}{U + V_2} = \frac{L - L_2}{U - V_2} \quad (+2 \text{ балла})$$

Из первого уравнения можно получить, что

$$U = \frac{LV_1}{2L_1 - L}$$

Из второго аналогичным образом можно получить, что

$$U = \frac{LV_2}{2L_2 - L}$$

Сравнивая эти выражения, получаем, что

$$(2L_2 - L) \cdot V_1 = (2L_1 - L) \cdot V_2 \quad (+1 \text{ балл за какое-либо выражение для неизвестного параметра}$$

L или U , которое позволяет приблизиться к ответу).

$$L = 2 \cdot \frac{L_2V_1 - L_1V_2}{V_1 - V_2} \quad (+2 \text{ балла за аналитическое выражение для искомого параметра } L).$$

Подставляя численные значения из условия задачи, получаем $L=38$ км (+2 балла за явно сформулированный и обоснованный ответ). Если верно записываются условия равенства времени движения лодок для случая фактически обратного направления течения реки, то всего за эти условия ставится 3 балла.

Для справки: в условиях задачи $U = 11.4$ км/ч.

(ЕСЛИ задать все скорости, то можно без уравнений обойтись)