Первый этап Всесибирской Открытой Олимпиады Школьников
по физике
13 ноября 2022 г.
Возможные решения и критерии оценки, 7 класс
(максимум 10 баллов за задачу)

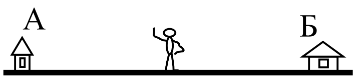
1. Юный натуралист поместил на левую чашу весов 5 хомячков, а на правую чашу – несколько гирь разной массы. Весы показали, что масса всех хомячков на левой чаше на 15 г меньше, чем масса всех гирь. Юннат пересадил одного хомячка на правую чашу и переставил одну гирю с правой на левую чашу. После этого 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 хомяков, ΔM_1 = 15 г – избыток массы груза на правой чаше в исходной ситуации (т.е. полная масса гирь равна $M_1 + \Delta M_1$), ΔM_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
$(M_1 + \Delta M_1 + m_X - m) - (M_1 - m_X + m) = \Delta M_2$ (+2 балла).
Отсюда возникает соотношение
$\Delta M_2 - \Delta M_1 = 2(m_X - m)$ или $m_X = m + (\Delta M_2 - \Delta M_1)/2$ (+1 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 1час 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

$$\frac{L/2}{V_0} + \frac{L/2}{1.1 \cdot V_0} + T_{OCT} = T_0$$ (+2 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

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

Подставляя численные значения, получаем $T_{ОСТ}$ = 3 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=5·6·8=240 кубиков каждые 3 минуты, т.е. на один затрачивалось времени T_1 = 3/240 = 1/80 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 мин, т.е. автомат стал изготавливать 100 куб/мин (+2 балла). Поскольку в один увеличенный ящик теперь входит N_2 = 6·10·10 = 600 кубиков (+2 балла), то на заполнение каждого ящика уходит Tх = $N_2 \cdot T_2$ = 6 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 увеличения 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 км/ч, а к середине лета постепенно уменьшилась до V_2 = 3 км/ч. Поэтому сначала место рыбалки находилось на расстоянии L_1 = 27 км от А, но постепенно это расстояние уменьшилось до L_2 = 23 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: $\frac{L_1}{U+V_1} = \frac{L-L_1}{U-V_1}$ (+2 балла)

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

$(2L_2 - L)\cdot V_1 = (2L_1 - L)\cdot V_2$ (+1 балл за какое-либо выражение для неизвестного параметра L или U, которое позволяет приблизиться к ответу).

$L = 2\cdot\frac{L_2V_1 - L_1V_2}{V_1 - V_2}$ (+2 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)