

I этап (очный) Всесибирской олимпиады по физике (14 ноября 2021 г.)

Задачи 7 класса

Возможные решения (максимум 10 баллов за задачу)

1. На дороге между поселками А и Б есть наклонный участок.

Автобус, который ходит между поселками, на этом участке едет вверх по склону на 15 минут дольше, чем спускается вниз. Из-за этого средняя скорость движения автобуса на всем пути из А в Б составляет 36 км/ч, а из Б в А - 40 км/ч. Определите по этим данным длину дороги между А и Б, если на прямых участках скорость автобуса всегда одна и та же.



Решение: Введем обозначения: V_{AB} и T_{AB} - средняя скорость и время движения автобуса от А до Б, соответственно. V_{BA} и T_{BA} - средняя скорость (в км/ч) и время (ч) движения в обратном направлении, L - искомое расстояние между А и Б.

По определению средней скорости $T_{AB} = L/V_{AB}$ (+1 балл) и $T_{BA} = L/V_{BA}$ (+1 балл).

По условию задачи $T_{AB} - T_{BA} = 15 \text{ мин} = 0.25 \text{ ч}$ (+2 балла за выражение связи между этими параметрами).

Значит, $L/V_{AB} - L/V_{BA} = 0.25$ (+1 балл за получение уравнения, которое позволяет получить ответ).

Проводя преобразования, получаем $L = 0.25 \cdot (V_{AB} \cdot V_{BA}) / (V_{BA} - V_{AB})$ (+2 балла за получение аналитического выражения для L).

Подставляя численные значения, получаем $L = 90 \text{ км}$

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

Если получено приближенное значение, например, из-за использования округленных значений обратных скоростей ($1/36 = 0.027(7)$) в соотношениях вида $0.028 \cdot L - 0.025 \cdot L = 0.25$, то всего ставится 8 баллов.

2. На реке с постоянной скоростью течения $u = 3 \text{ км/ч}$ стоят три деревни, А, Б и В (считая против течения). На катере из А в Б везут тяжёлый груз. На этот путь понадобилось $T_1 = 2$ часа. После разгрузки катер отправился дальше в деревню В, причем скорость облегченного катера относительно воды возросла на $\Delta V = 9 \text{ км/ч}$. В деревню В катер прибыл еще через $T_2 = 4$ часа. А весь обратный путь от В до А катер без груза проделал за $T_3 = 3$ часа. Какую скорость относительно воды имеет катер без груза?

Решение: Обозначим расстояния между Б и В и между А и Б вдоль реки как L_{BV} и L_{AB} соответственно. Искомую скорость катера (без груза) относительно воды обозначим V (тогда скорость катера относительно берега на участке АВ равна $V - \Delta V - u$).

Согласно условию задачи

$$L_{AB} = (V - \Delta V - u) \cdot T_1 \quad (+2 \text{ балла за это или аналогичное уравнение для первого отрезка})$$

$$L_{BV} = (V - u) \cdot T_2 \quad (+2 \text{ балла})$$

$$L_{AB} + L_{BV} = (V + u) \cdot T_3 \quad (+2 \text{ балла})$$

Выражая длины путей между деревнями в третьем уравнении через скорости и времена из первых двух уравнений, получаем

$$V \cdot (T_1 + T_2 - T_3) = u \cdot (T_1 + T_2 + T_3) + \Delta V \cdot T_1 \quad (+1 \text{ балл за аналитическое выражение, позволяющее получить ответ})$$

Подставляя значения времен из условия задачи, получаем $V = 15 \text{ км/ч}$ (+3 балла за явно сформулированный и обоснованный ответ).

Для справки: в условиях задачи $L_{AB} = 6 \text{ км}$, $L_{BV} = 48 \text{ км}$.

3. Школьник взял длинную однородную веревку и отрезал от нее кусок массой 3.5 кг. Этот кусок оказался на 4.2 м длиннее, чем остаток. Чему равнялась длина всей веревки до разрезания, если ее полная масса была равна 5 кг?

Решение: Введем обозначения: L - искомая длина неразрезанной веревки, $M=5$ кг - ее полная масса, L_1 - длина отрезанного куска веревки.

Длина остатка веревки составляет $(L-L_1)$ (+1 балл).

Поскольку одинаковые куски однородной веревки имеют одинаковую массу, то можно составить пропорцию

$L_1/3.5=(L-L_1)/(5-3.5)=L/5$ (+2 балла за это или аналогичное выражение, позволяющее найти связь между длинами и массами кусков веревки)

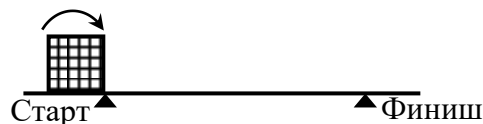
Отсюда можно найти, что $L_1=7L/10$ (+2 балла за отношение длин или масс).

Из условия, что отрезанный кусок больше остатка на 4.2 м, следует, что

$L_1-(L-L_1)=2$ $L_1-L=4.2$ м (+2 балла за выражение разности длин или масс).

Таким образом, получаем, что $L=10.5$ м (+3 балла за явно сформулированный и обоснованный ответ). Для справки $L_1=7.35$ м, $L-L_1=3.15$ м.

4. На соревнованиях силачей надо было перекатывать большие тяжелые ящики квадратного сечения. По условиям состязания надо было как можно быстрее перекатывать ящик



от линии старта до тех пор, пока ящик целиком не окажется за линией финиша, которая находится на расстоянии $L=49.7$ м от старта. Есть три сорта ящиков - с длиной стороны $H_1=1.5$ м, $H_2=2$ м и $H_3=3$ м. Какой ящик лучше выбрать силачу, если на один переворот маленького затрачивается $T_1=2.1$ сек, среднего - $T_2=2.8$ сек, а на переворот самого большого ящика - $T_3=4.1$ сек? Считать, что силач не может сдвинуть или приподнять ящик над землей.

Решение: По условию задачи ящик должен полностью пересечь линию финиша, т.е. он не должен лежать на этой линии. Поэтому для маленького ящика надо сделать 35 переворотов (+2 балла, после первого переворота задняя сторона ящика окажется на линии старта, а после 34-го ящик еще будет на 0.2 м до линии финиша). Для второго ящика число переворотов должно быть 26 (+1 балл), для третьего - 18 переворотов (+2 балла). Поэтому полное время выполнения упражнения при использовании маленького ящика составит $35 \cdot 2.1=73.5$ сек (+1 балл), при использовании среднего ящика - $26 \cdot 2.8=72.8$ сек (+1 балл), с третьим ящиком получится $18 \cdot 4.1=73.8$ сек (+1 балл).

Таким образом, при таких условиях более выгодно использовать средний ящик (+2 балла за явно сформулированный и обоснованный ответ).

Задача не считается решенной, если приводится только ответ!

Желаем успеха!