

Московская олимпиада школьников по физике

10 класс, первый тур, 2013 год

ЗАДАЧА 1. Школьники Владислав и Ярослав стартовали из деревни Липовка в деревню Дёмушкино: Владислав направился пешком, а Ярослав — спустя $t_1 = 8$ мин на велосипеде. Добравшись до Дёмушкино, каждый из школьников развернулся и продолжил движение обратно с прежней скоростью. Ярослав прибыл обратно в Липовку на $t_2 = 32$ мин раньше Владислава. На дистанции школьники встретились два раза, причём обе встречи произошли на одинаковом расстоянии от середины дистанции. Во сколько раз скорость велосипедиста больше скорости пешехода? Сколько времени прошло между встречами?

$$\text{или } v = \frac{t_2 t_1}{(t_2 - t_1)(t_2 + t_1)} = t_1 v_1 \quad ; \quad v = \frac{t_2 - t_1}{t_2 + t_1} = \frac{4}{16}$$

ЗАДАЧА 2. Проводя опыты с верёвкой, школьник Вася обнаружил, что её удлинение пропорционально растягивающей силе, причём при силе натяжения $F_0 = 4$ кН удлинение составляет 20% от начальной длины. Вася закрепил концы верёвки на стволах двух деревьев, расположенных на расстоянии $L = 20$ м друг от друга на разных берегах реки. Верёвка оказалась на высоте $0,1L = 2$ м над водой. Груз какой максимальной массы можно прикрепить к середине верёвки, чтобы он в положении равновесия не оказался в воде? Решите задачу в двух случаях:

- (а) длина ненатянутой верёвки равна L ;
 (б) верёвка вначале натянута с силой $F_0/3$, то есть длина ненатянутой верёвки меньше L .
 Размерами груза можно пренебречь. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

$$\text{или } \Delta L = \frac{F}{k} = \frac{F}{0,176 F_0} \approx 0,57 u \quad ; \quad \Delta L = \frac{F}{0,14 F_0} \approx 0,71 u$$

ЗАДАЧА 3. Школьник Владислав исследует охлаждение воды в стакане на морозе. Владислав заметил, что охлаждение от температуры 91°C до 89°C происходит за 3 минуты, а от температуры 31°C до 29°C — за 6 минут. За какое время будет происходить охлаждение от 11°C до 9°C ? А от $+1^\circ\text{C}$ до -1°C ? Считайте, что мощность теплоотдачи пропорциональна разности температур стакана и окружающей среды. Удельные теплоёмкости воды и льда составляют соответственно $4,2$ кДж/(кг · °C) и $2,1$ кДж/(кг · °C), удельная теплота плавления льда равна 336 кДж/кг. Теплоёмкостью стакана пренебречь.

$$\text{или } \delta \sim \Delta T$$

ЗАДАЧА 4. Оцените температуру в центре Солнца. Считайте, что плотность вещества Солнца постоянна, а в центре Солнца атомы водорода полностью распадаются на протоны и электроны, образуя плазму с молярной массой $\mu = 0,5$ г/моль, для которой можно использовать уравнение идеального газа. Первая космическая скорость для Солнца (скорость движения спутника вблизи поверхности Солнца) составляет $v = 400$ км/с. Универсальная газовая постоянная $R = 8,3$ Дж/(моль · К).

$$\frac{R}{\mu} \sim T \quad ; \quad \text{или } T \sim \frac{v^2}{\mu} \approx \frac{10^6 \cdot 5}{0,5} \approx 10^6 \text{ К}$$

ЗАДАЧА 5. В трёх вершинах равностороннего треугольника ABC разместили электрические заряды: в вершинах A и B — закреплённые электрические заряды $+q$ и $-q$ соответственно, в вершине C — незакреплённый электрический заряд $+q_1$. Укажите, в какой точке D плоскости ABC надо разместить ещё один электрический заряд $+q$, чтобы находящийся в точке C электрический заряд $+q_1$ находился в равновесии.

В вершине D параллелограмма $ACDB$