

Задача 1

Школьники Владислав и Ярослав стартовали из деревни Липовка в деревню Демушкино: Владислав направился пешком, а Ярослав – спустя $t_1 = 8$ мин. на велосипеде. Добравшись до Демушкино, 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?

Ответ: скорость велосипедиста больше скорости пешехода в $k = (t_1 + t_2)/(t_2 - 3t_1) = 5$ раз; между встречами прошло время $\Delta t = (t_1 + t_2)(t_2 - 3t_1)/(8t_1) = 5$ мин.

Задача 2

Проводя опыты с веревкой, школьник Вася обнаружил, что ее удлинение пропорционально растягивающей силе, причем при силе натяжения $F_0 = 4$ кН удлинение составляет 20% от начальной длины. Вася закрепил концы веревки на стволах двух деревьев, расположенных на расстоянии $L = 20$ м друг от друга на разных берегах реки. Веревка оказалась на высоте $0,1L = 2$ м над водой. Груз какой максимальной массы можно прикрепить к середине веревки, чтобы он в положении равновесия не оказался в воде? Решите задачу в двух случаях: (а) длина ненатянутой веревки равна L ; (б) веревка вначале натянута с силой $F_0/3$, то есть длина ненатянутой веревки меньше L . Размерами груза можно пренебречь. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

Ответ: (а) $m \approx 0,04F_0/g = 16$ кг; (б) $m \approx 0,176F_0/g = 70,4$ кг.

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 теплоемкости воды и льда составляют $4,2$ кДж/(кг $\cdot^\circ\text{C}$) и $2,1$ кДж/(кг $\cdot^\circ\text{C}$) соответственно, удельная теплота плавления льда 336 кДж/кг. Теплоемкостью стакана пренебречь.

Ответ: время охлаждения от 11°C до 9°C составит 9 минут, а время охлаждения от $+1^\circ\text{C}$ до -1°C составит 8 ч.

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 $\cdot\text{K}$).

Ответ: температура в центре Солнца $T \approx \mu V^2/(2R) \approx 5 \cdot 10^6$ К.

Примечание: В качестве правильных принимаются ответы вида $T \sim \mu V^2/R$ с любым безразмерным коэффициентом порядка единицы. В частности, если ускорение свободного падения всюду считается равным g , баллы за это не снижаются.

Задача 5

В трех вершинах равностороннего треугольника ABC разместили электрические заряды: в вершинах A и B – закрепленные электрические заряды $+q$ и $-q$ соответственно, в вершине C – незакрепленный электрический заряд $+q_1$. Укажите, в какой точке D плоскости ABC надо разместить еще один электрический заряд $+q$, чтобы находящийся в точке C электрический заряд $+q_1$ находился в равновесии?

Ответ: заряд $+q$ надо расположить в вершине D параллелограмма $ACDB$.