Всероссийская олимпиада школьников по физике

10 класс, региональный этап, 2011/12 год

Задача 1. В частично заполненный водой цилиндрический сосуд, площадь дна которого равна S, положили кусок льда с воздушной полостью, в которой находился алюминиевый шарик массой, равной массе льда. При этом уровень воды поднялся на h, а полностью погружённый в воду лёд плавает, не касаясь дна и стенок сосуда.

1. Найдите объём $V_{\text{п}}$ воздушной полости.
2. Повысится или понизится уровень воды в сосуде после того, как весь лёд растает?
3. На сколько изменится уровень воды в сосуде после того, как лёд растает?

Плотность воды — $\rho_{\text{в}}$, плотность льда — $\rho_{\text{л}}$, плотность алюминия — $\rho_{\text{ш}}$, ускорение свободного падения — g.

$V_{\text{п}} = Sh\left(1 - \frac{\rho_{\text{в}}}{2\rho_{\text{л}}}\right)$; уровень понизится на $x = \frac{h}{2}\left(1 - \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{ш}}}\right)$

Задача 2. Камень бросили под углом к горизонту с начальной скоростью $v_0 = 25$ м/с. Через время τ он достиг максимальной высоты, удалившись по горизонтали на расстояние $L = 30$ м от места броска. Найдите время τ. Примите ускорение свободного падения равным $g = 10$ м/с^2.

$\tau = \sqrt{\frac{v_0^2 \pm \sqrt{v_0^4 - 4g^2L^2}}{2g^2}}$; $\tau_1 = 2{,}0$ с, $\tau_2 = 1{,}5$ с

Задача 3. Автомобиль массой $m = 1400$ кг движется с постоянной скоростью $v = 90$ км/ч по прямолинейному горизонтальному участку дороги. При этом на колёса автомобиля передаётся от двигателя мощность $P = 25$ кВт. Затем автомобиль въезжает на криволинейный горизонтальный участок дороги с радиусом закругления $R = 350$ м и движется с прежней скоростью.

При каких значениях коэффициента трения между колёсами и дорогой возможно такое движение автомобиля на

1) прямолинейном участке;
2) криволинейном участке?

Все колёса считать ведущими. Колёса не проскальзывают. Принять $g = 10$ м/с^2.

1) $\mu \geqslant \frac{P}{mgv} \approx 0{,}07$; 2) $\mu \geqslant \sqrt{\left(\frac{P}{mgv}\right)^2 + \left(\frac{v^2}{gR}\right)^2} \approx 0{,}19$

Задача 4. Связь между напряжением U на лампе накаливания и силой тока, текущего через неё, даётся формулой $I \sim U^{3/5}$. Две лампы с номинальными напряжениями 220 В и номинальными мощностями $P_1 = 40$ Вт и $P_2 = 100$ Вт включили последовательно в сеть 220 В. Какое напряжение падает на лампе меньшей номинальной мощности?

$U_1 = \frac{U_0}{1 + (P_1/P_2)^{5/3}} \approx 181$ В

Задача 5. Для нагревания 100 г некоторого газа на 4 °C в процессе с прямой пропорциональной зависимостью давления от объёма требуется тепла на 831 Дж больше, чем для такого же нагревания при постоянном объёме. Что это за газ?

Водород