

Министерство образования и науки РФ
Совет ректоров вузов Томской области
Открытая региональная межвузовская олимпиада
2012-2013

ФИЗИКА

8 класс

II этап

1. Выполняя исследовательскую работу с учащимися 8 класса в летней физико-математической школе, студент ТГУ Курочкин Костя провел с ребятами следующие измерения. Если в жидкости A куб, плавая, погружался на глубину $h_1=40$ мм, то в жидкости B – на глубину $h_2=60$ мм. Подскажите Косте и ребятам как, зная, что плотность жидкости C равна среднему арифметическому плотностей первых двух жидкостей, рассчитать глубину погружения куба в третьей жидкости, не проделывая последнего измерения.

Решение.

Запишем условия плавания тела для каждой жидкости.

$$mg = \rho_A g a^2 h_1 \quad (1)$$

$$mg = \rho_B g a^2 h_2 \quad (2)$$

$$mg = \rho_C g a^2 h_3 \quad (3)$$

Здесь принято a – сторона куба. Приравнивая (1) и (2), получаем

$$\rho_A a^2 h_1 = \rho_B a^2 h_2.$$

Или отсюда

$$\rho_A h_1 = \rho_B h_2. \quad (4)$$

Аналогично из (2) и (3) выражаем

$$\rho_C h_3 = \rho_B h_2. \quad (5)$$

Так как в (4) и (5) правые части выражения равны, то

$$\rho_A h_1 = \rho_C h_3.$$

Отсюда выразим h_3 :

$$h_3 = \rho_A h_1 / \rho_C. \quad (6)$$

С учетом условия задачи, что плотность третьей жидкости

$$\rho_C = (\rho_A + \rho_B) / 2$$

И уравнения (4), выражение (6) примет вид

$$h_3 = 2 \cdot h_1 \cdot h_2 / (h_2 + h_1) = 48 \text{ мм}$$

Ответ: 48 мм

2. Два ученика 8-го класса одновременно вступают на эскалатор в торговом центре Томска с противоположных сторон и движутся навстречу друг другу с одинаковыми скоростями относительно эскалатора $v = 2$ м/с. На каком расстоянии от входа на эскалатор они встретятся? Длина эскалатора $\ell = 100$ м, его скорость $u = 1,5$ м/с.

Решение.

Примем за x расстояние, которое требуется определить в задаче. Тогда, уравнения движения каждого ученика относительно земли будут записаны следующим образом.

$$x = (v - u)t$$

$$\ell - x = (v + u)t.$$

Решая совместно эти уравнения, получим время, через которое встретятся ученики

$$t = \ell / (2v).$$

Подставляя это время в первое уравнение, получаем искомое расстояние.

$$x = (v - u) \ell / (2v) = 12,5 \text{ м.}$$

Если принять за неизвестное расстояние от другого конца эскалатора, то получим $x = 100 - 12,5 = 87,5$ м.

Ответ: 87,5 м

3. Подсчитайте количество теплоты, необходимое для приготовления воды из льда, масса которого $m = 10$ кг? Лед взят при температуре $t_1 = -20$ °С, а температура воды должна быть $t_2 = 15$ °С. Удельная теплоемкость льда $2,09 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплоемкость воды 4180 Дж/(кг·°С), а удельная теплота плавления льда $333 \cdot 10^3$ Дж/кг.

Решение.

Общее количество теплоты можно найти суммой отдельных количеств теплоты, затраченных на нагревание льда до температуры плавления, количества теплоты при плавлении и количества теплоты при нагревании от 0°С до 15°С.

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3.$$

Или, с учетом вышесказанного,

$$Q = c_{\text{л}} m (t_0 - t_1) + \lambda m + c_{\text{в}} m (t_2 - t_0) \approx 4375000 \text{ Дж.}$$

Ответ: 4375000 Дж

4. Показывая эксперимент с рычагом для школьников, преподаватель физического факультета ТГУ П.А. Назаров задался вопросом, как изменится момент силы, если силу увеличить в 3 раза, а плечо ее уменьшить в 2 раза? Помогите ему найти правильный ответ с помощью вычислений.

Решение.

$$F_2=3F_1$$

$$\ell_2=\ell_1/2.$$

Зная определение момента силы $M=F\ell$, найдем отношение моментов сил.

$$M_2/M_1=(F_2 \ell_2)/(F_1 \ell_1)$$

$$M_2/M_1=\{3F_1 (\ell_1/2)\}/(F_1 \ell_1)=3/2$$

Момент силы увеличился в 1,5 раза.

Ответ: в 1,5 раза