

Решения задач 9 класс

Задача 1.1 Плавление или кристаллизация?

Для плавления льда в данной системе нет источника теплоты. Теплота же, выделяющаяся при кристаллизации, может пойти на нагревание льда. Тепловое равновесие установится, когда температура льда достигнет нулевого значения. Поэтому уравнение теплового баланса имеет вид

$$\lambda \Delta m = c_{\text{л}} m_0 \Delta t . \quad (1)$$

Из которого следует, что относительное изменения массы льда будет равно

$$\frac{\Delta m}{m_0} = \frac{c_{\text{л}} \Delta t}{\lambda} = \frac{2,1 \cdot 10^3 \cdot 10}{330 \cdot 10^3} = 0,064 . \quad (2)$$

Таким образом, масса льда увеличится на 4,6%.

Задача 1.2 Кто дальше?

1. Дальность полета тела, брошенного с горизонтальной поверхности с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту, вычисляется по хорошо известной формуле

$$S = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha = \frac{v_0^2}{g} 2 \sin \alpha \cos \alpha . \quad (1)$$

Поскольку скорости бросания камешков различаются и углы бросания обоих камешков близки к $\alpha = 45^\circ$, то сказать «на глаз», кто улетит дальше невозможно. Действительно, у первого камешка несколько больше время полета, т.к. больше вертикальная проекция скорости v_{1y} . Однако у второго камешка несколько больше горизонтальная скорость v_{2x} !

Нужно считать.

Для этого перепишем (1) в несколько необычном виде (для графического решения задачи), вспоминая, что $v_{0x} = v_0 \cos \alpha$ и $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$

$$S = \frac{2}{g} (v_0 \sin \alpha)(v_0 \cos \alpha) = \frac{2}{g} v_{0x} \cdot v_{0y} . \quad (2)$$

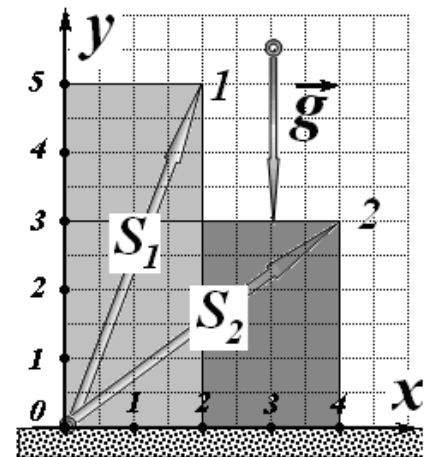
Согласно (2), дальность полёта тела прямо пропорциональна произведению проекций начальной скорости тела на координатные оси

$$S \sim v_{0x} \cdot v_{0y} , \quad (3)$$

т.е. фактически площадям прямоугольников $S_1 = S_{0512}$ и $S_2 = S_{0324}$, выделенных на рисунке (образованы проекциями скоростей на координатные оси). Вычисляя отношение соответствующих площадей прямоугольников

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{12}{10} = 1,2 \quad (4)$$

находим, что дальность полёта второго тела больше в $\eta = 1,2$



Задача 1.3 Сила тока и сила тяжести!?

1.3.1 Работа, совершаемая электродвигателем, производится за счет потребляемой энергии электрического тока. Поэтому механическая мощность, развиваемая двигателем, равна мощности электрического тока, потребляемого двигателем:

$$mgv = IU \Rightarrow I = \frac{mgv}{U} = 10A$$

1.3.2 При наличии сопротивления потребляемая электроэнергия расходуется на совершение работы по подъему груза и выделяющуюся теплоту. Так как механическая мощность не изменилась, то потребляемая электрическая мощность должна возрасти. Следовательно, сила тока также возрастет.

Задача 9-2 Часы.

Часть 1. Угломерные шкалы.

1.1 Угол одного оборота равен 360° , а также 12°час и 60°мин . Поэтому

$$1^\circ\text{час} = \frac{360^\circ}{12} = 30^\circ \tag{1}$$

$$1^\circ\text{мин} = \frac{360^\circ}{60} = 6^\circ \tag{2}$$

1.2 Приравнивая угол одного оборота в обеих единицах, получим

$$60^\circ\text{мин} = 12^\circ\text{час} \Rightarrow 1^\circ\text{мин} = \frac{12}{60}^\circ\text{час} = \frac{1}{5}^\circ\text{час} \tag{3}$$

1.3 За 1 час минутная стрелка поворачивается на полный оборот, т.е. на 12°час , поэтому

$$\omega_m = 12 \frac{^\circ\text{час}}{\text{час}} \tag{4}$$

1.4 За 1 час (60 минут) часовая стрелка поворачивается на 1°час или, как следует из соотношения (3) на 5°мин , поэтому

$$\omega_h = \frac{5^\circ\text{мин}}{60\text{мин}} = \frac{1}{12} \frac{^\circ\text{мин}}{\text{мин}} \tag{5}$$

Часть 2. Исправные часы.

2.1 Так как стрелки движутся равномерно, то углы их поворота (без «обнуления») описываются традиционными формулами, описывающими равномерное движение:

$$\begin{aligned} \tilde{\varphi}_h &= \omega_h t \\ \tilde{\varphi}_m &= \omega_m t \end{aligned} \tag{6}$$

Чтобы исключить полные обороты (провести «обнуление») удобно использовать функцию $y = \{x\}$ - дробная часть числа. С помощью этой функции можно провести «обнуление» любого угла (измеренного в $^\circ\text{час}$):

$$\varphi = 12 \left\{ \frac{\varphi}{12} \right\}. \tag{7}$$

Тогда, с учетом численных значений угловых скоростей стрелок, можно записать

$$\begin{aligned} \varphi_h &= 12 \left\{ \frac{t}{12} \right\} \\ \varphi_m &= 12 \{t\} \end{aligned} \tag{8}$$