

$$v_0 < a\tau \frac{g+a}{g-a}. \quad (5)$$

В этом случае модуль перемещения и пройденный путь равны и могут быть найдены как координата точки падения шарика на платформу

$$x_n = x_1(t_2) = x_2(t_2) = \frac{2v_0 a}{a+g} \cdot \left(\tau + \frac{v_0}{a+g} \right). \quad (6)$$

Если же неравенство (5) не выполняется, то пройденный путь будет превышать модуль перемещения (который, по-прежнему, определяется формулой (6)). Как легко увидеть из графиков законов движения, в этом случае пройденный путь равен

$$S = x_n + 2(x_\epsilon - x_n), \quad (7)$$

где x_ϵ - координата верхней точки траектории, которая в свою очередь легко определима

$$x_\epsilon = \frac{(a\tau + v_0)^2}{2g}. \quad (8)$$

Итак, окончательно получим выражения для пройденного пути

$$S = \frac{(a\tau + v_0)^2}{g} - \frac{2v_0 a}{a+g} \cdot \left(\tau + \frac{v_0}{a+g} \right). \quad (9)$$

Задание 9.4

а) процесс разрезания бруса представляет собой процесс плавления той области образца, где проходит нож. Следовательно, необходимо расплавить слой льда массой

$$m = \rho \cdot V = \rho ab 2r, \quad (1)$$

где ρ^* - плотность льда. Для этого потребуется количество теплоты

$$Q = \lambda \cdot m = 2\lambda \rho ab r, \quad (2)$$

которое должно выделяться на резисторе сопротивлением

$$R = \rho^* \frac{l}{S} = \rho^* \frac{b}{\pi r^2}, \quad (3)$$

где ρ^* — удельное сопротивление стали. С учетом закона Джоуля-Ленца можем записать

$$\frac{U^2}{R} t_1 = \lambda m \Rightarrow \{(1)-(3)\} \Rightarrow \frac{U^2 \pi r^2}{\rho^* b} t_1 = 2\lambda \rho ab r. \quad (4)$$

Из (4) находим искомое время

$$t_1 = \frac{2\lambda \rho \rho^* ab^2}{U^2 \pi r} = 1,9 \cdot 10^2 \text{ с}. \quad (5)$$

Соответственно, для скорости движения ножа получаем

$$v = \frac{a}{t_1} = \frac{U^2 \pi r}{2\lambda \rho \rho^* b^2} = 5,3 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 5,3 \frac{\text{мм}}{\text{с}}. \quad (6)$$

Из анализа (6) видно, что при заданных параметрах системы скорость движения ножа относительно бруса является постоянной величиной и не зависит от толщины a бруса.

б) Для решения задачи в этом случае перейдем в подвижную систему отсчета, связанную с брусом, т.е. движущуюся влево со скоростью \vec{u} . Согласно преобразованиям Галилея при таком переходе (прямом) скорость ножа относительно земли \vec{w} связана с относительной скоростью \vec{v} следующим образом

$$\vec{v} = \vec{w} - \vec{u}. \quad (7)$$

Поскольку скорость движения ножа относительно бруса (6) не может измениться по модулю (см. пункт а)), то из прямоугольного треугольника скоростей, соответствующего преобразованиям Галилея, найдем скорость w нормального движения ножа

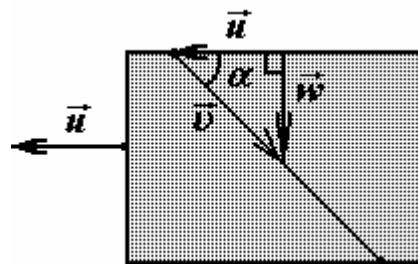
$$w = \sqrt{v^2 - u^2} = 4,4 \frac{\text{мм}}{\text{с}}. \quad (8)$$

При таком способе «распилки» потребуется время

$$t_2 = \frac{a}{w} = 2,3 \cdot 10^2 \text{ с}. \quad (9)$$

Угол α при вершине бруса в этом случае определяется опять же из векторного треугольника скоростей

$$\cos \alpha = \frac{u}{v} = 0,57 \Rightarrow \alpha = 56^\circ = 0,97 \text{ рад}. \quad (10)$$



10 класс.

Задание 10.1

1. Из формулы закона Дарси следует, что размерность проницаемости – *секунда*.

Пусть слой воды толщиной h движется горизонтально через песок под действием разности давлений ΔP . Так как вода движется равномерно, то сумма внешних сил, действующих на воду равна нулю. Следовательно, сила сопротивления действующая на воду со стороны песка, равна $f_c = \Delta PS$, где S площадь произвольно выделенной части движущегося слоя. Эту силу можно также выразить из приведенного закона Дарси $\Delta PS = \frac{hS}{\beta} q$. Наконец, поток жидкости можно выразить через ее скорость v : $q = \eta \rho v$. Итак, сила сопротивления, действующая на выделенную часть слоя, определяется формулой

$$f_c = \frac{\eta \rho}{\beta} Shv. \quad (1)$$

2. При вертикальном движении слоя жидкости в пористой среде сила тяжести уравнивается силой сопротивления, поэтому

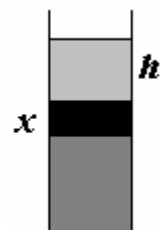
$$\eta \rho Shg = \frac{\eta \rho Sh}{\beta} v. \quad (2)$$

Откуда следует, что скорость равномерного движения слоя воды равна

$$v = \beta g. \quad (3)$$

3. Не смотря на то, что скорость движения воды будет изменяться, будем считать, что эти изменения малы. Поэтому в любой момент времени сумма сил, действующих на воду, будет равна нулю (используем традиционное квазистационарное приближение). Обозначим высоту слоя не впитавшейся воды h , а толщину намокшего песка x . Учитывая, что сила тяжести, действующая на всю воду, уравнивается силой сопротивления, действующей только на слой воды, находящейся в песке, запишем выражения для равенства этих сил

$$\rho Sh_0 g = \frac{\eta \rho Sx}{\beta} v. \quad (4)$$



Так как $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, то из уравнения (4) следует