

Олимпиада «Физтех» по физике

10 класс, 2020 год, вариант 1

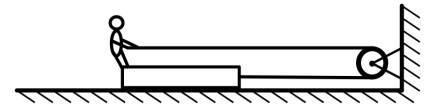
1. Камень бросают с вышки со скоростью $V_0 = 8$ м/с под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. В полете камень все время приближался к горизонтальной поверхности Земли и упал на нее со скоростью $2,5V_0$.

1. Найти вертикальную компоненту скорости камня при падении на Землю.
2. Найти время полета камня.
3. Найти горизонтальное смещение камня за время полета.

Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

$$v_y \approx \left(\frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} \right)^{1/2} = v_0 \cos \alpha = 7 \text{ м/с} \quad \left(\frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = \frac{v_0^2}{g} (1 - \sin^2 \alpha) = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g} \right)$$

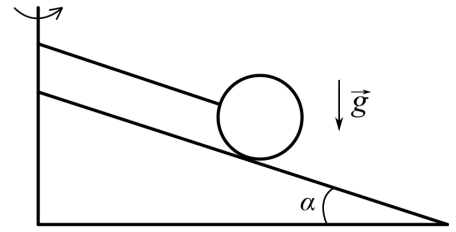
2. Человеку, упирающемуся в ящик ногами, надо передвинуть ящик из состояния покоя по горизонтальному полу на расстояние S к стене (см. рис.). Массы человека и ящика равны соответственно m и $M = 5m$. Натянутые части каната, не соприкасающиеся с блоком, горизонтальны. Массами каната, блока и трением в оси блока можно пренебречь. Коэффициент трения между ящиком и полом μ .



1. С какой силой ящик с человеком давят на пол при движении ящика?
2. С какой минимальной постоянной силой F_0 надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?
3. Какой скорости достигнет ящик, если человек осуществит задуманное, приложив постоянную силу F ($F > F_0$) к канату?

$$\left(\mu m - \frac{\mu m}{F} \right) S \sqrt{\lambda} = \lambda \quad \left(\mu m g = F_0 \quad \left(\mu m g = \mu (m + M) \right) = N \right)$$

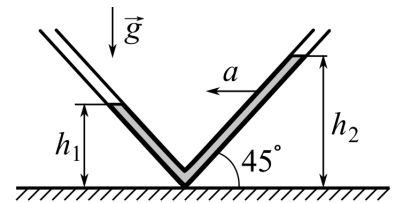
3. Однородный шар массой m и радиусом R находится на гладкой поверхности клина, наклоненной под углом α к горизонту (см. рис.). Шар удерживается нитью длиной L , привязанной к вертикальной оси, проходящей через вершину клина. Нить параллельна поверхности клина.



1. Найти силу натяжения нити, если система покоится.
2. Найти силу натяжения нити, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.

$$T = mg \sin \alpha + m \omega^2 R \cos^2 \alpha$$

4. Трубка, изогнутая под прямым углом, расположена в вертикальной плоскости и заполнена маслом (см. рис.). Угол $\alpha = 45^\circ$. При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении уровни масла в коленях трубки устанавливаются на высотах $h_1 = 8$ см и $h_2 = 12$ см.



1. Найдите ускорение a трубки.
2. С какой максимальной скоростью V будет двигаться жидкость относительно трубки после того как трубка внезапно станет двигаться равномерно (ускорение «исчезнет»)?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Действие сил трения пренебрежимо мало.

$$a = \frac{g(h_2 - h_1)}{2h_1 h_2} = 0,2 \text{ м/с}^2$$

5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 95°C и давлении $P = 8,5 \cdot 10^4$ Па. В медленном изотермическом процессе уменьшения объема пар начинает конденсироваться, превращаясь в воду.

1. Найти отношение плотности пара к плотности воды в условиях опыта.
2. Найти отношение объема пара к объему воды к моменту, когда объем пара уменьшится в $\gamma = 4,7$ раза.

Плотность и молярная масса воды $\rho = 1$ г/см³, $\mu = 18$ г/моль.

$$\frac{\rho_{\text{пар}}}{\rho_{\text{вода}}} \approx \frac{P}{P_{\text{нас}}} = \frac{8,5 \cdot 10^4}{10^5} = 0,85$$