

## Олимпиада «Физтех» по физике

### 10 класс, 2023 год, вариант 1

1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за  $T = 2$  с.

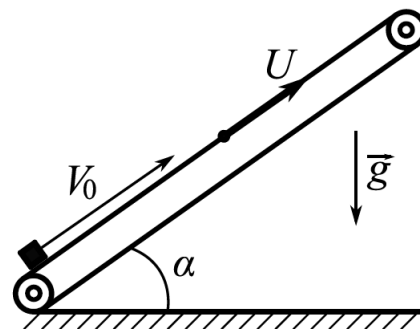
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.
2. Теннисист посылает мяч с начальной скоростью  $V_0$  под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии  $S = 20$  м от места броска. На какой максимальной высоте  $h$  мяч ударится в стенку?

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

$$h = \frac{gT^2}{8} = \frac{10 \cdot 2^2}{8} = 5 \text{ м}$$

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,8$  (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость  $V_0 = 4$  м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте  $\mu = \frac{1}{3}$ . Движение коробки прямолинейное.



1. За какое время  $T$  после старта коробка пройдет в первом опыте путь  $S = 1$  м?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4$  м/с.

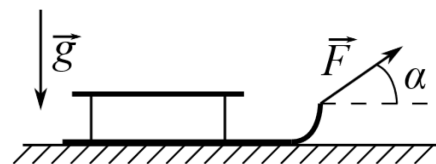
2. На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 2$  м/с?
3. На какой высоте  $H$ , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю?

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

$$L = \frac{g}{2} \left( \frac{v_0 \cos \alpha - v \sin \alpha}{g} + T \right)^2 = H \quad (g \sin \alpha = \frac{g \cos \alpha + v \sin \alpha}{g} = T \quad \text{с} \quad 99'0 \approx 1 \text{ м})$$

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же скорости  $V_0$  за одинаковое время.

В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).



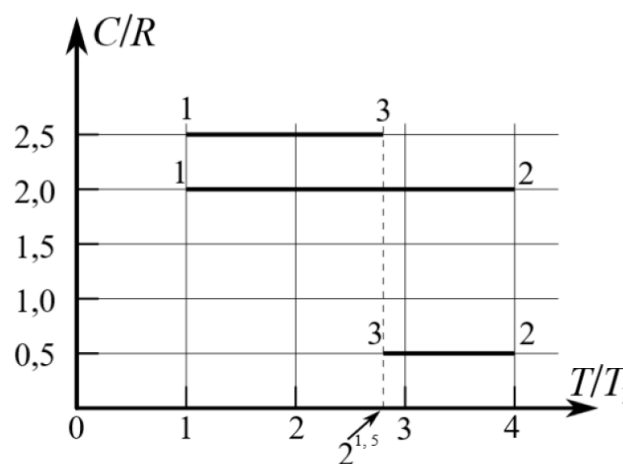
Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения скорости  $V_0$  действие внешней силы прекращается.

1. Найдите коэффициент  $\mu$  трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.
2. Через какое время  $T$  после прекращения действия силы санки остановятся?

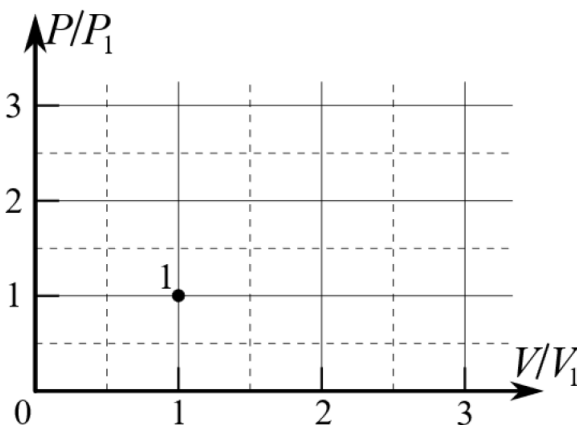
Ускорение свободного падения  $g$ . Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

$$\frac{\delta \pi}{\delta \Lambda} = \mathcal{L} \left( \mathcal{L}^{-1} \left( \frac{\mathcal{L} \delta \pi}{\delta \Lambda} \right) \right) = \pi \quad (1)$$

4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество — один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1  $T_1 = 400$  К, универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль · К).

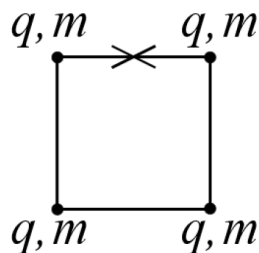


1. Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.
2. Найдите КПД  $\eta$  цикла.
3. Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



$$(1) A_{12} = (2R) \left( \frac{2}{3} R \right) 3T_1 = 4986 \text{ Дж} \approx 5 \cdot 10^3 \text{ Дж}; \quad (2) \eta = 1 - \frac{0,5RT_1(4-2\sqrt{2})+2,5RT_1(2\sqrt{2}-1)}{2RT_1(4-1)} = \frac{6}{6,5-4\sqrt{2}} \approx 0,14$$

5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .



1. Найдите силу  $T$  натяжения нитей.

Одну нить пережигают.

2. Найдите скорость  $V$  любого выбранного Вами шарика в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.
3. На каком расстоянии  $d$  от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных вверху (на рисунке)?

Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

$$q \cdot \frac{q}{\epsilon \cdot b^2} = p \left( \epsilon \cdot \frac{q \cdot m}{q} \sqrt{b} \right) \approx \frac{q \cdot m}{q} \cdot \frac{9}{1 - \epsilon \cdot \epsilon} \sqrt{b} = \frac{9}{1 - \epsilon \cdot \epsilon} \cdot \frac{q^2}{b^2} \cdot m \cdot \left( \frac{\epsilon^2}{1} + 1 \right) = \mathcal{L} (1)$$