

Олимпиада «Физтех» по физике

10 класс, 2022 год, вариант 1

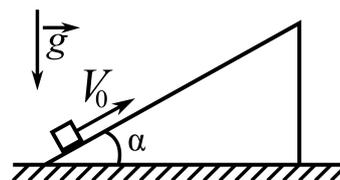
1. Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H = 65$ м. На землю осколки падают в течение $\tau = 10$ с.

1. Найдите начальную скорость V_0 фейерверка.
2. Найдите суммарную кинетическую энергию K осколков сразу после взрыва.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

$$K = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m (g \tau)^2 = 1000 \text{ Дж}$$

2. На гладкой горизонтальной поверхности расположен клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Шайбе, находящейся на наклонной поверхности клина, сообщают начальную скорость $V_0 = 2$ м/с (см. рис.), далее шайба безотрывно скользит по клину. Массы шайбы и клина одинаковы. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



1. На какую максимальную высоту H над точкой старта поднимется шайба на клине?
2. Найдите скорость V клина в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине.

$$H = \frac{V_0^2}{2g \cos^2 \alpha} = 1 \text{ м}$$

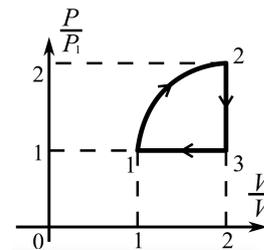
3. По внутренней поверхности проволочной металлической сферы радиуса $R = 1,2$ м равномерно со скоростью $V = 3,7$ м/с движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Масса модели $m = 0,4$ кг. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления считайте пренебрежимо малой.

1. С какой по величине силой P модель действует на сферу?
2. Рассмотрим модель автомобиля, равномерно движущуюся по окружности в плоскости большого круга, составляющей с горизонтом угол $\alpha = \pi/6$. Вычислите минимальную допустимую скорость V_{\min} такого равномерного движения. Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы $\mu = 0,9$.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

$$P = m \left(\frac{v^2}{R} + g \sin \alpha \right) = 4,2 \text{ м/с}$$

4. Один моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1 – 2 – 3 – 1 (см. рис.), участок 1 – 2 – дуга окружности с центром в точке 3. Температура газа в состоянии 1 равна T_1 .



1. Какое количество Q теплоты подведено к газу в процессе расширения?
2. Найдите работу A газа за цикл.
3. Найдите КПД η цикла.

Универсальная газовая постоянная R .

$$\boxed{\frac{p}{p_1} \approx \frac{p + \Delta p}{p} = \mu \left(\frac{V}{V_1} \right)^{\frac{\gamma}{\mu}} = V \left(\frac{p}{p_1} + \frac{\Delta p}{p_1} \right) = \mu \left(1 + \frac{\Delta p}{p_1} \right)}$$

5. Заряд $Q > 0$ однородно распределен по сфере радиуса R . В первом опыте на расстоянии $2R$ от центра сферы помещают небольшой по размерам шарик с зарядом $q > 0$.

1. Найдите силу F_1 , действующую на заряженный шарик.

Во втором опыте заряд q однородно распределяют по стержню длины R , стержень помещают на прямой, проходящей через центр заряженной сферы. Ближайшая к центру сферы точка стержня находится на расстоянии $2R$ от центра.

2. Найдите силу F_2 , с которой заряд сферы действует на заряженный стержень.

Все силы, кроме кулоновских, считайте пренебрежимо малыми. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Явлением поляризации пренебрегите.

$$\boxed{\frac{F_2}{F_1} = k \frac{Qq}{6R^2} \left(\frac{2}{3} \right) = \frac{1}{3}}$$