

Межведомственная олимпиада по физике

11 класс, 2020 год

1. Два тела массой m и nm , соединенные невесомой и нерастяжимой нитью, лежат на горизонтальной плоскости. В начальный момент времени нить не провисает. Коэффициент трения между телами и плоскостью равен μ . К левому телу приложена постоянная горизонтальная сила F , направленная влево. К правому телу приложена линейно возрастающая горизонтальная сила $F' = kt$, направленная направо. Найти скорость движения системы V в момент времени t_0 . Постоянные величины имеют следующие значения: $F = 4$ Н, $m = 1$ кг, $n = 2$, $\mu = 0,1$, $k = 0,5$ Н/с, $g = 10$ м/с², $t_0 = 10$ с.

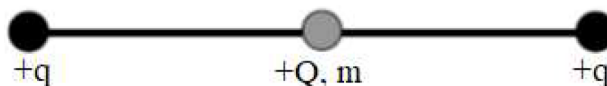
$$v/t_0 = A$$

2. На горизонтальной пружине с жесткостью k закреплено тонкое колесико, которое без проскальзывания может катиться по горизонтальной поверхности. Вся масса колесика m сосредоточена на его ободе, спицы невесомы. Определить частоту малых колебаний такой системы.



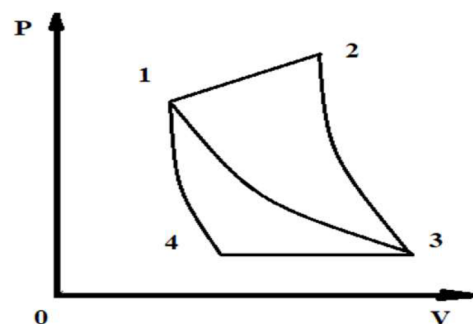
$$\frac{m\omega}{k} \sqrt{\frac{2r}{l}} = a$$

3. Бусинка с положительным зарядом $Q > 0$ и массой m скользит по гладкой горизонтальной направляющей длины $2l$. На концах направляющей находятся положительные заряды $q > 0$ (см. рисунок). Бусинка совершает малые колебания относительно положения равновесия, период которых равен T . Чему будет равен период колебаний бусинки, если ее заряд увеличить в 4 раза? Считать, что смещение бусинки относительно положения равновесия очень мало.



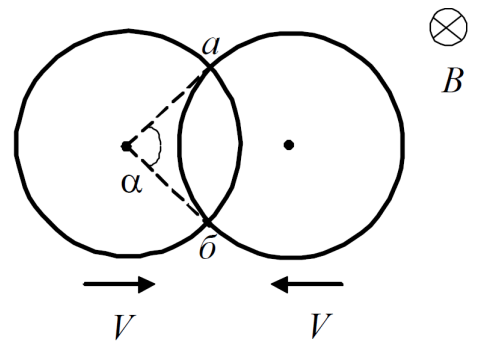
Если заряд бусинки увеличить в 4 раза, период колебаний уменьшится в 2 раза

4. КПД цикла (1–2–3–1), состоящего из процесса с линейной зависимостью давления от объема (1–2), адиабаты (2–3) и изотермы (3–1) равен η_1 . КПД цикла (1–3–4–1), состоящего из изотермы (1–3), изобары (3–4) и адиабаты (4–1) равен η_2 . Чему равен КПД η цикла (1–2–3–4–1)? Рабочим веществом тепловой машины является идеальный газ. Циклы показаны на рисунке.



$$\eta_1 \eta_2 - \eta_2 + \eta_1 = \eta$$

5. Два одинаковых проволочных кольца радиусом R движутся поступательно в одной плоскости навстречу друг другу вдоль прямой, проходящей через их центры, в однородном магнитном поле с индукцией, равной B и направленной перпендикулярно плоскости колец (см. рис.). Найти направления и модули сил, действующих на каждое кольцо со стороны магнитного поля, в тот момент, когда скорости колец равны V , а центральный угол, стороны которого проходят через точки касания колец a и b , равен α . В точках касания колец a и b имеется хороший электрический контакт. Электрическое сопротивление проволоки кольца, длина которой равна длине окружности кольца, составляет r . Индуктивностями колец пренебречь.



$$F = \frac{V B^2 R^2}{2} \cdot \frac{r}{16\pi^2} \sin^2 \frac{\alpha}{2}, \text{ сила направлена противоположно скорости колец}$$