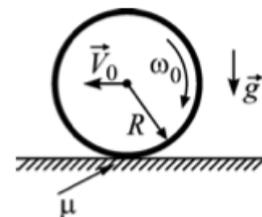


Московская олимпиада школьников по физике

11 класс, второй тур, 2013 год

ЗАДАЧА 1. «Хула-хуп» — это обруч, который девушки крутят на талии, а спортсменки проделывают с ним и другие «фокусы». Например, закручивают его в вертикальной плоскости и толкают от себя по горизонтали, после чего вращающийся обруч, проскальзывая по полу, отъезжает от них на некоторое расстояние и возвращается обратно.

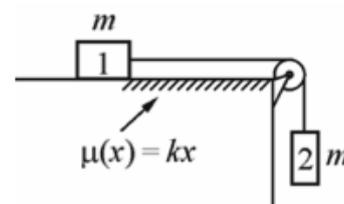


Сформулируем задачу так: обруч радиусом R в момент толчка (см. рисунок) закручен вокруг горизонтальной оси до угловой скорости ω_0 , и ему придали скорость \vec{v}_0 , направленную вдоль пола перпендикулярно оси вращения. Коэффициент трения обруча об пол равен μ .

- 1) На какое максимальное расстояние в направлении скорости \vec{v}_0 обруч удалится от начальной точки?
- 2) Какова будет его угловая скорость в момент остановки?
- 3) С какой скоростью он будет катиться после окончания проскальзывания по полу?
- 4) Как связаны v_0 и ω_0 , если проскальзывание прекращается в момент возврата в исходную точку?

$$v_0 > \omega_0 R \Rightarrow a = \frac{\mu g}{1 + \frac{R^2}{I}} \quad (\text{if } v_0 < \omega_0 R \Rightarrow a = -\frac{\mu g}{1 + \frac{R^2}{I}})$$

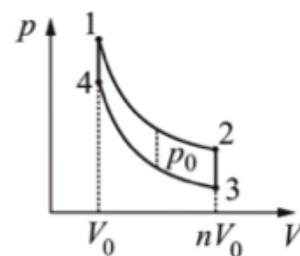
ЗАДАЧА 2. На длинном горизонтальном столе лежит груз 1 массой m , к которому привязана лёгкая нерастяжимая нить. Эта нить перекинута через установленный на краю стола невесомый блок, который может вращаться без трения, и ко второму концу нити прикреплен такой же груз 2. Сначала груз 1 удерживают неподвижно, так, что груз 2 свободно висит на нити, а затем груз 1 отпускают без начальной скорости. При движении системы на груз 1 действует сила сухого трения, причём коэффициент трения скольжения зависит от координаты x груза 1 по закону $\mu(x) = kx$ (координата x отсчитывается от начального положения груза 1).



- 1) Какой путь пройдёт груз 1 после отпускания?
- 2) Какую максимальную скорость будут иметь грузы в процессе движения этой системы?
- 3) Найдите максимальное значение модуля силы натяжения нити в процессе движения этой системы.
- 4) Изобразите график зависимости проекции ускорения груза 1 на направление его движения от координаты x и график зависимости модуля силы натяжения нити от времени.

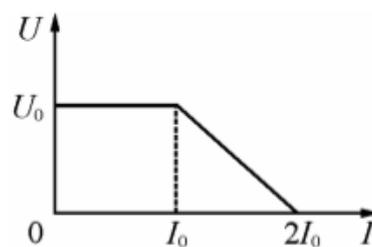
$$s = \frac{v_{\max}^2}{2g} \quad (\text{if } v_{\max} = \sqrt{\frac{2k}{g}} \cdot \frac{v_0}{\omega_0})$$

ЗАДАЧА 3. Над идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1–2–3–4–1, график которого изображён на pV -диаграмме. Минимальный объём газа равен V_0 , а максимальный — в n раз больше. Участки 2–3 и 4–1 — изохоры, участок 3–4 — адиабата, а участок 1–2 получен из участка 3–4 сдвигом на отрезок длиной p_0 вверх вдоль оси давления. Определите количества теплоты, полученные или отданные на участках 1–2, 2–3, 4–1, а также КПД этого цикла.



$$\frac{\tau - u\tau}{\tau - u\tau} = u : 0 \Lambda^0 d \frac{\tau}{\xi} = \tau \tau \tau : 0 \Lambda^0 d u \frac{\tau}{\xi} - = \varepsilon \tau \tau : 0 \Lambda^0 d (1 - u) \frac{\tau}{\xi} = \tau \tau \tau$$

ЗАДАЧА 4. На рисунке показана вольт-амперная характеристика источника напряжения. Если сила тока в подключённой к источнику цепи меньше $I_0 = 1$ А, то напряжение на клеммах источника равно $U_0 = 10$ В. Если же сила тока в цепи превышает величину I_0 , то в источнике срабатывает защита от перегрузки, и напряжение U на его клеммах начинает убывать с ростом силы тока I по линейному закону, пока при силе тока $2I_0$ (ток короткого замыкания) напряжение U не обращается в нуль.



К клеммам этого источника подключили цепь, состоящую из последовательно соединённых резистора сопротивлением $R_0 = 15$ Ом и незаряженного конденсатора. К моменту, когда конденсатор полностью зарядился, в резисторе выделилось количество теплоты $Q_0 = 12$ мкДж. Затем цепь отсоединили от источника, разрядили конденсатор, заменили резистор на другой с сопротивлением $R_1 = 5$ Ом и вновь подключили цепь к клеммам источника.

- 1) Чему равна максимальная сила тока, протекающего в цепях с резисторами R_0 и R_1 ?
- 2) Чему равна ёмкость включенного в цепь конденсатора?
- 3) Какое количество теплоты выделится в резисторе R_1 к моменту полной зарядки конденсатора?

$$\text{жГГжм 0I} = 0 \tau \frac{Q}{\xi} = \frac{(1 \text{H}^0 I + 0 \text{H})^0 \text{H}}{(1 \text{H}^0 I - 0 \text{H})^0 \text{H}} = \tau \tau \tau (\varepsilon ; \text{Фжм} \tau \tau 0 = \frac{0 \text{H}}{0 \tau \tau} = \tau (\tau ; \text{V} \frac{\xi}{4} = \frac{1 \text{H}^0 I + 0 \text{H}}{2 I_0^0 \text{H}} = \tau \text{max} I, \frac{\xi}{2} = \frac{0 \text{H}}{0 \text{H}} = 0 \text{max} I)$$

ЗАДАЧА 5. Глаз наблюдателя расположен так, что муравей и его изображение в «кривом» (сферическом) зеркале для наблюдателя имеют одинаковые угловые размеры и полностью «накладываются» друг на друга. Наблюдатель отодвинулся от зеркала на расстояние L вдоль линии, на которой находятся муравей и его изображение, и теперь видит, что угловой размер муравья составляет 75% от углового размера его изображения. Затем наблюдатель отодвинулся в том же направлении ещё на L , и угловой размер изображения стал в 1,5 раза больше углового размера муравья. Во сколько раз изображение муравья больше его самого? Каков радиус кривизны зеркала?

$$\text{В два раза; } R = \frac{3}{4} L$$

Ответ к задаче 2

