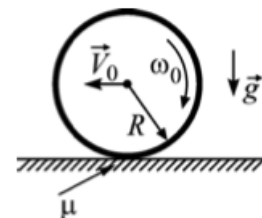


## Московская олимпиада школьников по физике

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.

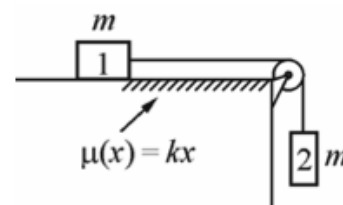


Сформулируем задачу так: обруч радиусом  $R$  в момент толчка (см. рисунок) закручен вокруг горизонтальной оси до угловой скорости  $\omega_0$ , и ему придали скорость  $\vec{v}_0$ , направленную вдоль пола перпендикулярно оси вращения. Коэффициент трения обруча об пол равен  $\mu$ .

- 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  $\omega_0$ , если проскальзывание прекращается в момент возврата в исходную точку?

$$v_0 \omega_0 \frac{R}{g} = 0 \text{ (} \mu : \frac{v_0 \omega_0}{g} = a \text{ (} \mu : v_0 \omega_0 > 0 \text{ и наоборот или } \frac{v_0}{\omega_0} - 0 \text{) (} \omega : \frac{v_0 \omega_0}{g} = \text{const (}$$

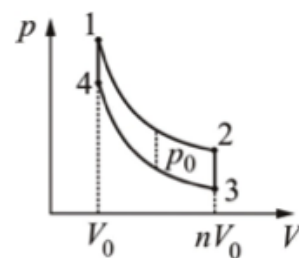
ЗАДАЧА 2. На длинном горизонтальном столе лежит груз 1 массой  $m$ , к которому привязана лёгкая нерастяжимая нить. Эта нить перекинута через установленный на краю стола невесомый блок, который может вращаться без трения, и ко второму концу нити прикреплён такой же груз 2. Сначала груз 1 удерживают неподвижно, 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.

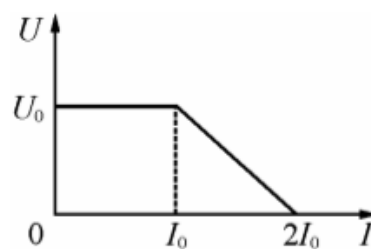
$$\text{взгляните на конец (} \mu : \frac{v_0 \omega_0}{g} = \text{const (} \omega : \frac{v_0 \omega_0}{g} = \text{const (} \omega : \frac{v_0 \omega_0}{g} = \text{const (}$$

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?

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

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

