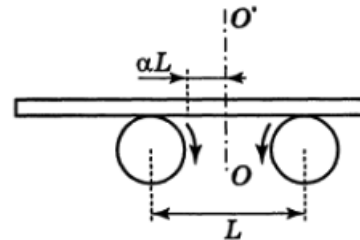


Всероссийская олимпиада школьников по физике

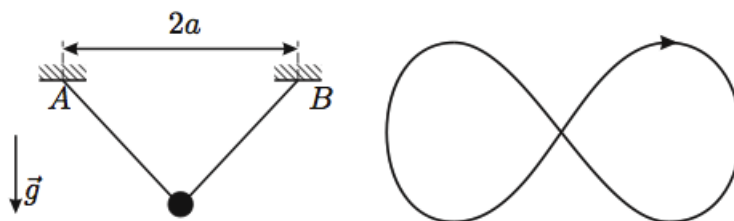
11 класс, заключительный этап, 1999/2000 год

ЗАДАЧА 1. На два вращающихся в противоположных направлениях цилиндрических валика радиуса $R = 0,5$ м положили длинный однородный брус (рис.) так, что его центр масс оказался смещённым от оси симметрии на αL , где $\alpha = 3/8$, а $L = 2$ м — расстояние между осями валиков. Затем брус без толчка отпустили. Коэффициент трения между бруском и валиками равен $k = 0,3$ и не зависит от их относительной скорости. Угловая скорость вращения валиков $\omega_1 = 10$ с⁻¹. После того как колебания установились, угловую скорость вращения валиков уменьшили в 10 раз. Найдите частоту Ω и амплитуду A_2 новых установившихся колебаний бруса.



$$\omega_2 \approx \frac{\omega_1}{10} = 1 \text{ рад/с} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}} = \omega$$

ЗАДАЧА 2. К двум точкам A и B , находящимся на одной горизонтали, между которыми расстояние $2a$, прикрепена тонкая лёгкая нерастяжимая нить длиной $2l$ (рис. слева). По нити без трения скользит маленькая тяжёлая бусинка. Ускорение свободного падения g .



- 1) Найдите частоту малых колебаний бусинки ω_{\perp} в плоскости, перпендикулярной отрезку, соединяющему точки крепления нити.
- 2) Найдите частоту малых колебаний бусинки ω_{\parallel} в вертикальной плоскости, проходящей через точки крепления нити.
- 3) При каком отношении l/a траектория движения бусинки в проекции на горизонтальную плоскость может иметь вид, представленный на рис. справа?

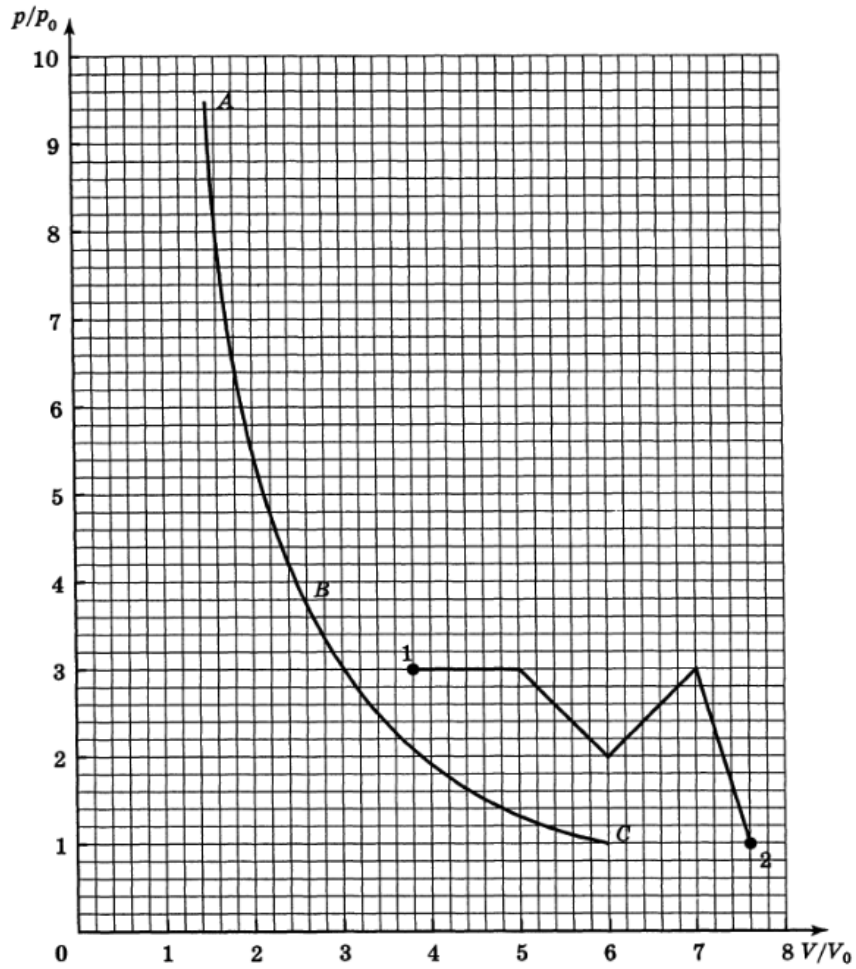
Примечание. При решении задачи Вам может оказаться полезной формула

$$(1+x)^{\frac{1}{2}} = 1 + \frac{x}{2} - \frac{x^2}{8} + \dots$$

при $x \ll 1$.

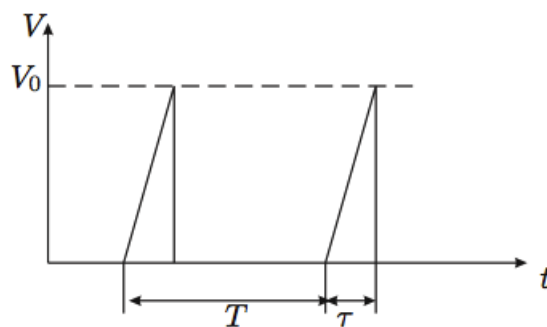
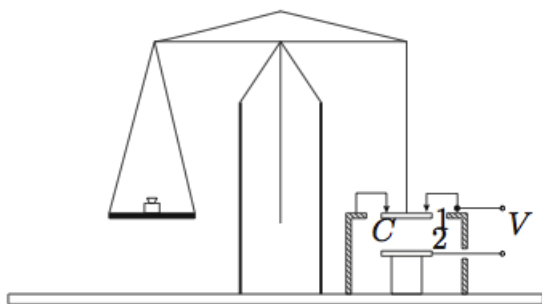
$$\omega_{\perp} = \sqrt{\frac{g}{L}} \left(\frac{2a}{L} - \frac{1}{4} \right) = \omega_{\parallel} = \sqrt{\frac{g}{L}} \left(\frac{2a}{L} - \frac{1}{4} \right)$$

ЗАДАЧА 3. Кривая ABC (рис.) является адиабатой для некоторого вещества, у которого внутренняя энергия зависит от произведения pV , т. е. $U = U(pV)$. Найдите полное количество теплоты, которое тело получило в процессе 1–2, изображённом на рисунке.



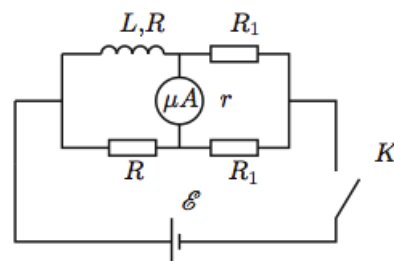
$$Q_{12} = \int_1^2 p dV$$

ЗАДАЧА 4. В электростатическом вольтметре сила притяжения между металлическими пластинами плоского конденсатора C измеряется с помощью аналитических весов (рис. слева). При постоянном напряжении $V_1 = 500$ В между пластинами 1 и 2 весы уравниваются разновесом массой $m_1 = 200$ мг. На пластины конденсатора подаётся периодическая последовательность треугольных импульсов напряжения с длительностью $\tau = 5 \cdot 10^{-4}$ с и периодом повторения $T = 0,01$ с (рис. справа). Чему равна амплитуда импульсов V_0 , если в этом случае весы уравниваются разновесом массой $m_2 = 30$ мг? Период собственных колебаний весов много больше T .



$$V_0 = 1500 \text{ В} = \sqrt{\frac{3m_1 g T}{2\epsilon_0 S C}}$$

ЗАДАЧА 5. В электрической цепи с мостиком Уитстона, изображённой на рисунке, после установления всех токов размыкают ключ K . Определите, при какой величине сопротивления R_1 через микроамперметр с внутренним сопротивлением r после размыкания ключа K протечет наибольший заряд Q . Все остальные параметры электрической цепи, указанные на рисунке, считать заданными. Внутренним сопротивлением источника напряжения и сопротивлением соединительных проводов пренебречь.



$$R_1 = R \sqrt{\frac{2R+r}{r}}$$