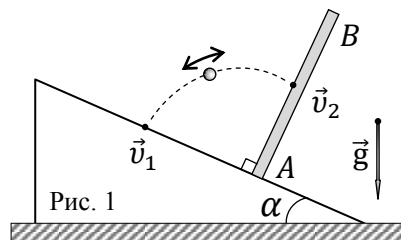


Районная олимпиада (2023 г.)
(11 класс)

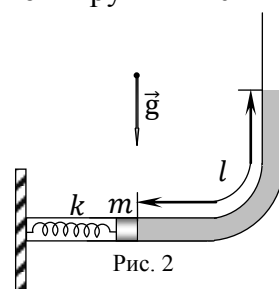
Справочные данные: ускорение свободного падения $g = 9,81 \text{ м/с}^2$, молярная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$, $\pi = 3,14$; закон преломления света (закон Снеллиуса): $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$, где α – угол падения светового луча, β – угол его преломления, n_1 и n_2 – показатели преломления оптических сред.

Разрешается и приветствуется (!) пользование инженерным калькулятором.

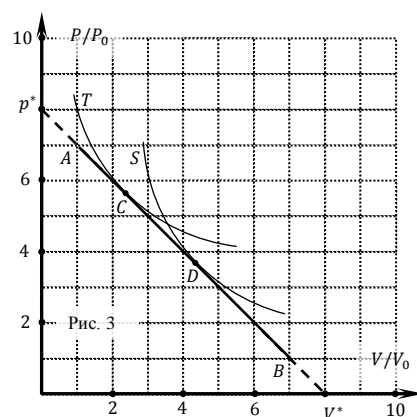
1. «Время полёта» На наклонной плоскости, образующей некоторый угол α с горизонтом, установлена перпендикулярная ей стенка AB (Рис. 1). Небольшой шарик, удачно брошенный с наклонной плоскости со скоростью $v_1 = 15,3 \text{ м/с}$, упруго отражается от стенки со скоростью $v_2 = 9,62 \text{ м/с}$, а затем (опять же упруго) от наклонной плоскости и т.д. Известно, что туда и обратно шарик летает по одной и той же траектории. Найдите время t полёта шарика между последовательными отражениями. Силой сопротивления воздуха в данной модели пренебрегаем. Ускорение свободного падения g .



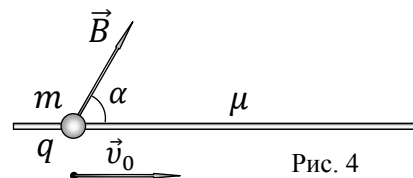
2. «Жидкая пружина» Комбинированный осциллятор (маятник) состоит из лёгкой пружины с коэффициентом упругости $k = 0,15 \text{ кН/м}$, герметично пригнанного поршня массой $m = 0,85 \text{ кг}$ и столба идеальной несжимаемой жидкости общей длиной $l = 85 \text{ см}$ в изогнутой трубке, одно колено которой вертикально, а второе – горизонтально (Рис. 2). Пренебрегая трением (цилиндра, жидкости и т.д.) найдите период T малых свободных колебаний такого осциллятора. Плотность жидкости в трубке равна $\rho = 1,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, площадь поперечного сечения поршня равна $S = 9,9 \text{ см}^2$. Ускорение свободного падения g . Радиус изгиба трубки достаточно мал (на Рис. 2 масштаб не соблюден).



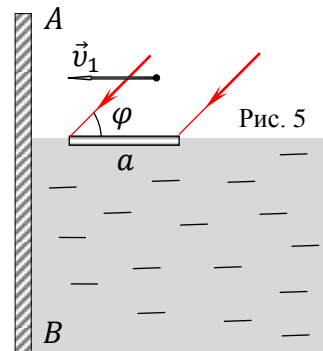
3. «Работа в два касания» С фиксированным количеством идеального одноатомного газа проводят равновесный линейный термодинамический процесс $A \rightarrow B$, график которого приведен на Рис. 3 в относительных координатах $(p/p_0, V/V_0)$. Пусть изотерма T касается прямой AB в некоторой точке C , а адиабата S касается той же прямой в некоторой точке D (см. Рис. 3). Найдите работу A_{CD} газа между точками касания изотермы и адиабаты. Уравнение адиабатного процесса (Пуассона) для одноатомного газа: $pV^\gamma = \text{const}$, где $\gamma = 5/3$. Размерные масштабные множители по осям: $p_0 = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па}$, $V_0 = 10,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$. При малых x ($x \rightarrow 0$) справедлива приближенная формула $(1+x)^\alpha \approx 1 + \alpha x$.



4. «Тепло бусинке» Бусинка массой m с положительным зарядом q может скользить вдоль закрепленной длинной спицы (Рис. 1). Бусинка со спицей помещены в однородное магнитное поле с индукцией \vec{B} , причём угол между вектором индукции и спицей равен α . Бусинке сообщают начальную скорость \vec{v}_0 . Коэффициент трения между бусинкой и спицей равен μ . Действие силы тяжести не учитывать. А) Чему равно ускорение a_0 бусинки в начальный момент времени? Б) Получите зависимость $v(x)$ скорости бусинки от пройденного пути x . В) На какое максимальное расстояние x_{max} сместится бусинка вдоль спицы? Г) Постройте график зависимости количества теплоты $Q(x)$, выделившейся в системе, от пройденного пути x .



5. «Скорость тени» Тонкий квадратный плот (Рис. 5) размерами $a \times a$ плавает по нормали к вертикальной стенке бассейна с постоянной скоростью $v_1 = 0,46 \text{ м/с}$ так, что одна из его сторон параллельна плоскости стенки. Найдите скорость v_2 движения под водой тени плота по вертикальной стенке, если угловая высота солнца над горизонтом $\varphi = 36^\circ$. Показатель преломления воздуха примите равным единице, воды $n = 1,33$.



Ни пуха, ни пера!