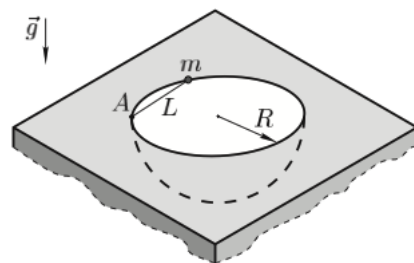


Всероссийская олимпиада школьников по физике

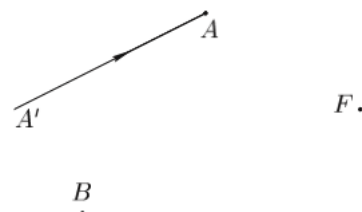
10 класс, заключительный этап, 2008/09 год

ЗАДАЧА 1. В горизонтальной плоской плите сделана полусферическая гладкая лунка радиуса R . Маленький шарик массы m прикреплен с помощью лёгкой нерастяжимой нити длиной $L = R$ к краю лунки (в точке A). В начальный момент нить натянута, а шарик касается края лунки (рис.). Шарик отпускают, и он без начальной скорости начинает скользить вниз. Найдите силу натяжения нити в момент прохождения шариком нижнего положения. Ускорение свободного падения g .

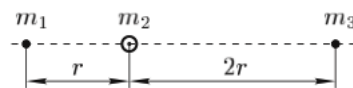


$$\varepsilon^{\wedge} \delta u = \mathcal{L}$$

ЗАДАЧА 2. Говорят, что в архиве Снеллиуса нашли чертёж оптической системы (рис.). От времени чернила выцвели, и на чертеже остались видны только падающий луч да три точки: правый фокус F тонкой линзы, точка A , в которой преломился падающий луч $A'A$, и точка B , принадлежащая левой фокальной плоскости линзы. Восстановите по этим данным положение линзы, её главной оптической оси и ход луча за линзой.



ЗАДАЧА 3. В открытом космосе три небольших астероида из-за гравитационного притяжения сближаются друг с другом вдоль общей прямой, неподвижной относительно звёзд. Отношение расстояний от среднего астероида до крайних остаётся равным $n = 2$ вплоть до их столкновения (рис.). Масса левого астероида равна m_1 , масса центрального — m_2 . Найдите массу m_3 правого астероида.



$$\frac{6\Gamma}{\varepsilon u \varepsilon_0 + \nu u \nu_0 \Gamma} = \varepsilon u$$

ЗАДАЧА 4. Некоторое вещество обладает нелинейной проводимостью. Удельное сопротивление ρ этого вещества зависит от напряжённости E электрического поля по следующему закону:

$$\rho = \rho_0 + AE^2,$$

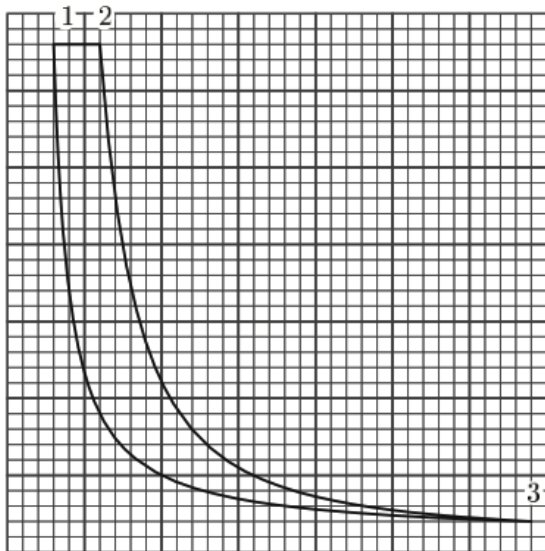
где $\rho_0 = 1,0 \cdot 10^7$ Ом·м и $A = 1,0 \cdot 10^{-3}$ Ом·м³/В². Этим веществом заполнено всё пространство между пластинами плоского конденсатора. Площадь пластин $S = 1$ м².

- 1) Через конденсатор течёт ток. Найдите максимально возможное значение силы тока I_{\max} .
- 2) Предполагая, что расстояние между пластинами конденсатора $d = 1$ см, определите максимальную тепловую мощность, которая может выделяться внутри конденсатора при изменении напряжения между пластинами. Постройте качественный график зависимости мощности P от напряжения U .
- 3) Пусть теперь напряжение на конденсаторе постоянно: $U_1 = 2,0 \cdot 10^3$ В. Какая максимальная мощность может выделяться внутри конденсатора, если изменять расстояние между

пластинами? При каком значении $d = d_1$ достигается максимальная мощность? Предполагается, что конденсатор заполнен веществом при любых значениях d . Постройте качественный график зависимости выделяемой мощности P от расстояния d между пластинами.

$$I_{\max} = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2}{\frac{4\pi d^2 \epsilon_0 \epsilon_r}{S}} = \frac{U^2 S}{4\pi d^2 \epsilon_0 \epsilon_r} \quad (1)$$

ЗАДАЧА 5. Говорят, что в архиве лорда Кельвина нашли p, V -диаграмму замкнутого циклического процесса тепловой машины (рис.). Процесс 1–2 — изобара, 2–3 — адиабата, 3–1 — изотерма. От времени чернила выцвели, и координатные оси на диаграмме исчезли. Известно, что рабочим веществом машины был идеальный газ (гелий) количеством $\nu = 2$ моля. Масштаб по оси давления — 1 мал. кл. = 1 атм, по оси объёма — 1 мал. кл. = 1 л.



- 1) Восстановите положение координатных осей и вычислите максимальное давление газа в данном циклическом процессе.
- 2) Вычислите максимальную и минимальную температуры газа в цикле.
- 3) Найдите работу A_T на изотерме 3–1.
- 4) Найдите КПД цикла η .

Примечание. Универсальная газовая постоянная $R = 0,082 \text{ л} \cdot \text{атм}/(\text{моль} \cdot \text{К})$.

$$p_1 = p_2 = 1 \text{ атм}; V_1 = 1 \text{ л}; T_{\max} = 780 \text{ К}; T_{\min} = 195 \text{ К}; A_T = -11,2 \text{ кДж}; \eta = 54\%$$