

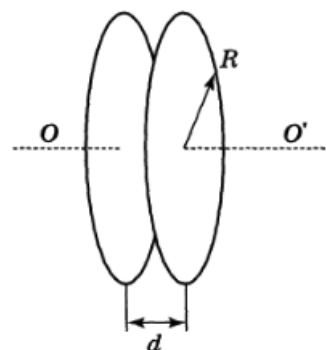
Всероссийская олимпиада школьников по физике

10 класс, зональный этап, 1999/2000 год

ЗАДАЧА 1. Плотность вещества некоторой планеты, имеющей форму шара радиуса $R = 6400$ км, зависит только от расстояния до центра планеты. При бурении скважины глубиной несколько десятков километров обнаружилось, что ускорение свободного падения не зависит от глубины погружения под поверхность планеты. Найдите плотность вещества, из которого состоит поверхность планеты, если средняя плотность планеты, равная отношению её массы к объёму, равна $\rho = 5,5$ г/см³.

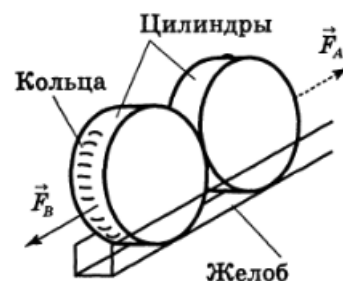
$$g_{\text{поверх}} / g_{\text{центр}} \approx d \frac{\rho}{\rho} = \rho d$$

ЗАДАЧА 2. В электростатических полях Муха-Цокотуха умеет летать только по эквипотенциальным поверхностям. Её поместили между обкладками заряженного плоского конденсатора на оси OO' на расстоянии $\frac{9999}{20000}d$ от одной из них (d — расстояние между обкладками). Обкладки конденсатора имеют форму дисков радиуса R , причём $R \gg d$. На каком расстоянии r от конденсатора будет Муха, когда окажется вне конденсатора на его оси симметрии (рис.)?



$$r \approx R \sqrt{\frac{20000}{9999}} \approx 70,7R$$

ЗАДАЧА 3. Система из двух жёстко соединённых цилиндров радиуса R и массой $m = 200$ г каждый находится в горизонтальном желобе с гладкими стенками (рис.). Коэффициент трения правого цилиндра о поверхность $\mu_1 = 0,3$, а левого — $\mu_2 = 0,1$. Цилиндры можно тащить за нить, прикрепляемую к одному из колец на их внешней стороне. В какую сторону легче сдвинуть эту систему, прикладывая горизонтальную силу к нити, направленной вдоль линии, соединяющей центры цилиндров? Найдите минимальные горизонтальные силы F_A и F_B , необходимые для того, чтобы сдвинуть систему вправо и влево соответственно. Можно ли эту систему сдвинуть влево или вправо, потянув её за нить в горизонтальном направлении с силой $T = 0,7$ Н? Ответ обоснуйте.



$$F_B \approx 0,89 \text{ Н} \approx \frac{2}{3} mg \mu_1; F_A \approx 0,72 \text{ Н} \approx \frac{2}{3} mg \mu_2$$

ЗАДАЧА 4. Заряженный конденсатор ёмкости C разряжают через элемент с неизвестной вольт-амперной характеристикой, при этом сила тока в цепи зависит от времени как

$$I(t) = I_0 - at, \quad 0 < t < \frac{I_0}{a},$$

где I_0 и a — положительные константы. В момент времени $t_0 = I_0/a$ конденсатор разряжается полностью. Найдите вольт-амперную характеристику элемента.

$$I = \sqrt{\frac{2}{C}} U$$

ЗАДАЧА 5. В некотором процессе молярная теплоёмкость газообразного гелия возрастает прямо пропорционально температуре T :

$$C(T) = \frac{3RT}{4T_1},$$

где T_1 — начальная температура газа, R — молярная газовая постоянная. Какую работу A совершат ν молей газа к тому моменту, когда его объём станет минимальным в указанном выше процессе?

$$\boxed{A = \frac{3}{8} \nu R T_1}$$