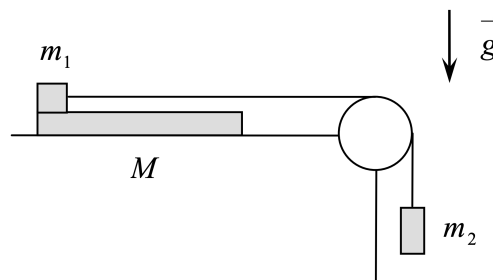


## Олимпиада «Курчатов» по физике

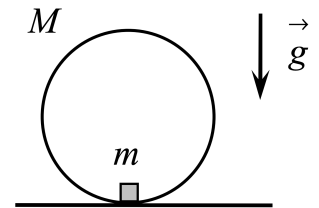
11 класс, 2022 год

1. На гладком горизонтальном столе лежит доска массой  $M = 3$  кг и длиной  $L = 0,8$  м. На краю доски стоит маленький брусок массой  $m_1 = 0,15$  кг. К бруску привязана длинная невесомая нерастяжимая нить, переброшенная через гладкую трубу, закрепленную на краю стола. К вертикальному концу нити подвешивают груз массой  $m_2 = 0,05$  кг и отпускают его без толчка. Найдите время  $\tau$ , за которое брусок соскользнет с доски. Коэффициент трения скольжения бруска по доске  $\mu = 0,25$ ; ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



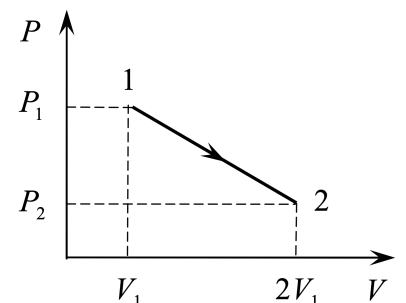
$$\tau = \frac{(M + \mu m_1 + m_2) \sqrt{m_1 m_2} - \mu m_1 M}{(\mu m_1 + m_2) M} \frac{L}{\sqrt{g}} = 0,8$$

2. На горизонтальном столе стоит тонкий обруч массой  $M = 50$  г и радиусом  $R = 0,1$  м. Масса обруча равномерно распределена по его длине. К внутренней стороне обруча прикреплен точечный груз массой  $m = 4$  г. В положении равновесия груз находится в самой нижней точке обруча. Найдите период  $T$  малых колебаний обруча около этого положения. Считайте, что обруч катается по столу без проскальзывания. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



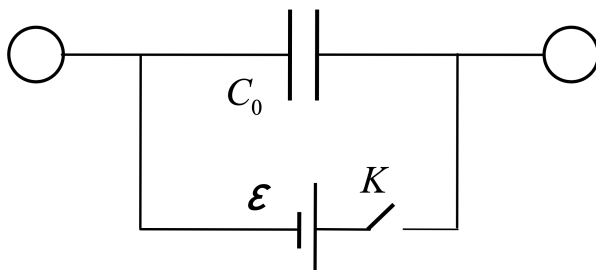
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{6mR}{g(M+m)}} = 0,8$$

3. Один моль идеального одноатомного газа переводят из начального состояния 1 с давлением  $P_1$  и объемом  $V_1$  в конечное состояние 2 с давлением  $P_2 < P_1$  и объемом  $2V_1$ . На диаграмме  $P - V$  процесс перехода изображается прямолинейным отрезком, соединяющим точки 1 и 2. Найдите минимальное значение конечного давления  $P_2$ , при котором в рассматриваемом процессе газ не будет отдавать тепло.



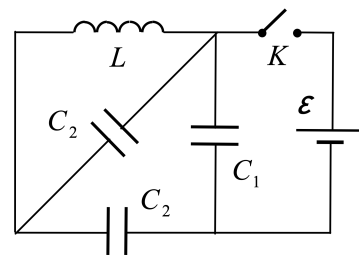
$$\frac{11}{9} = \nu$$

4. При помощи длинных тонких проводов обкладки плоского конденсатора емкостью  $C_0 = 3,5$  пФ присоединены к двум одинаковым металлическим шарикам радиуса  $R = 2,7$  см (каждая обкладка присоединена к одному шару). Вся система подключена к батарее с ЭДС  $\mathcal{E} = 12$  В через ключ  $K$ . Сначала ключ разомкнут, конденсатор и шарики не заряжены. Найдите количество теплоты  $Q$ , выделившееся в цепи после замыкания ключа. Считайте, что  $k = 1/4\pi\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9$  м/Ф.



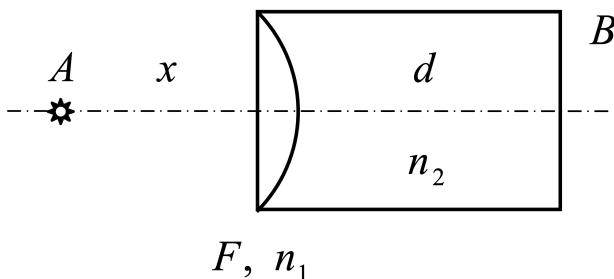
$$Q = \frac{1}{2} C_0 \mathcal{E}^2 = \frac{1}{2} \cdot 3,5 \cdot 10^{-12} \cdot 12^2 = 2,52 \cdot 10^{-10} \text{ Дж}$$

5. Электрическая цепь состоит из ключа  $K$ , катушки индуктивности  $L = 64$  мкГн, одного конденсатора ёмкостью  $C_1 = 0,4$  нФ, двух конденсаторов ёмкостью  $C_2 = 1,2$  нФ и батареи с ЭДС  $\mathcal{E} = 12$  В. Сначала ключ разомкнут и конденсаторы не заряжены. Пренебрегая излучением и сопротивлением всех элементов цепи, найдите максимальное значение  $I_m$  тока в катушке после замыкания ключа.



$$I_m = \mathcal{E} \sqrt{\frac{C_1}{L + C_1 C_2}} = 12 \sqrt{\frac{0,4 \cdot 10^{-9}}{64 \cdot 10^{-6} + 0,4 \cdot 1,2 \cdot 10^{-18}}} \approx 0,15 \text{ А}$$

6. Левый торец кругового цилиндра закрыт тонкой плосковыпуклой стеклянной линзой, обращённой выпуклой стороной внутрь цилиндра. Главная оптическая ось линзы совпадает с осью цилиндра, фокусное расстояние линзы в воздухе  $F = 12$  см, показатель преломления стекла  $n_1 = 1,8$ . Правый торец цилиндра закрыт экраном  $B$ , изготовленным из тонкого матового стекла. Расстояние от линзы до экрана  $d = 50$  см. Внутри цилиндр заполнен жидкостью с показателем преломления  $n_2 = 1,4$ . Слева от линзы, на её оптической оси, находится точечный источник света  $A$ , изображение которого получено на матовом экране. Найдите расстояние  $x$  от источника света до линзы.



$$x = \frac{F(1 - n_2)}{n_2 - 1} = \frac{12(1 - 1,4)}{1,4 - 1} = -18 \text{ см}$$