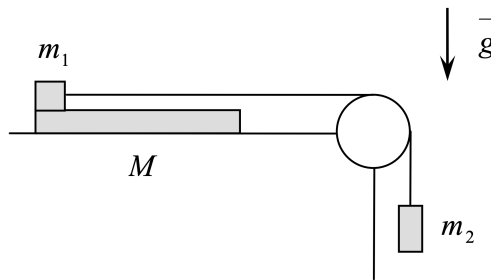


Олимпиада «Курчатов» по физике

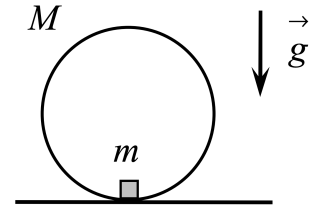
11 класс, 2022 год

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 τ , за которое брусок соскользнет с доски. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,25$; ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



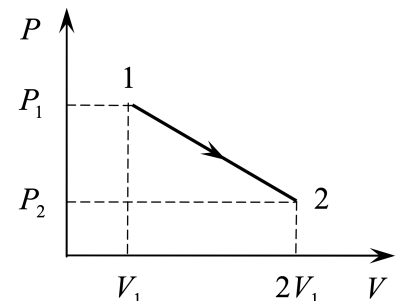
$$\tau = \frac{(M + \mu m_1) \sqrt{2m_2 L} - \mu m_2 \sqrt{\frac{2L}{g}}}{(\mu m_1 + m_2) \sqrt{g}} = 1,8 \text{ с}$$

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/с².



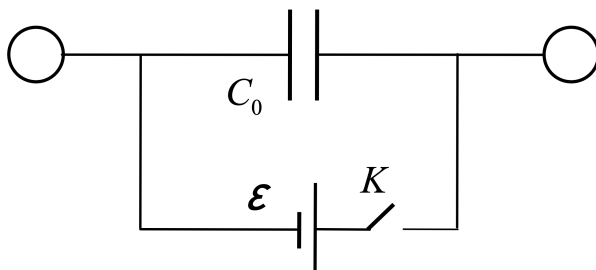
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{6m}{g(M+2m)}} = 1,4 \text{ с}$$

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.



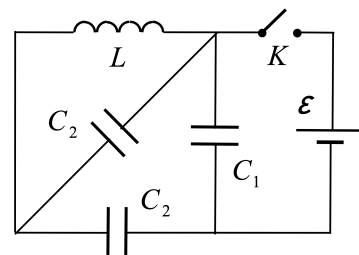
$$P_2 = \frac{11}{6} P_1$$

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.



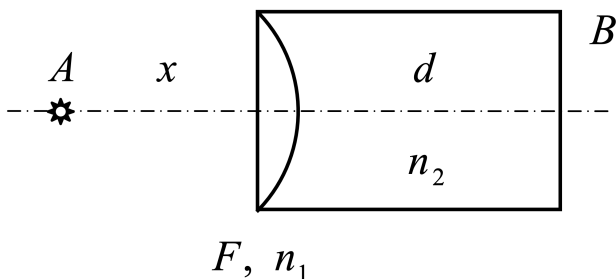
$$Q = \frac{1}{2} C_0 \mathcal{E}^2 = \frac{1}{2} \cdot 3,5 \cdot 10^{-12} \cdot 12^2 = 2,52 \cdot 10^{-10} \text{ Дж}$$

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.



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

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.



$$x = \frac{F(1 - n_2/n_1)d}{d - F(1 - n_2/n_1)} = 10 \text{ см}$$