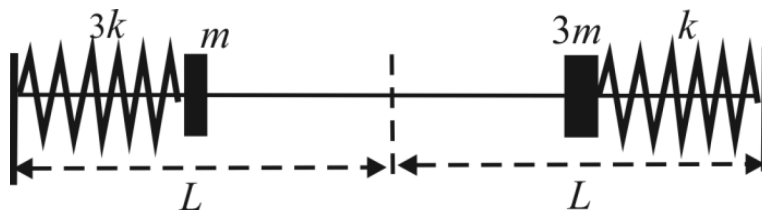


Олимпиада «Ломоносов» по физике

10–11 классы, 2023 год

1. Две лёгкие пружины одинаковой длины $L = 20$ см закреплены на гладком горизонтальном стержне. Жёсткость первой пружины равна $k_1 = 3k$, а второй — $k_2 = k$. К концам пружин прикреплены небольшие грузы массами $m_1 = m$ и $m_2 = 3m$. В положении равновесия грузы касаются друг друга. Сдвинув грузы вдоль стержня, пружины сжимают так, что их длина уменьшается в два раза (см. рисунок). После этого грузы отпускают. Через некоторое время грузы сталкиваются и слипаются друг с другом. Определить амплитуду A колебаний образовавшегося тела, считая, что пружины деформированы упруго, а удар грузов друг о друга центральный.

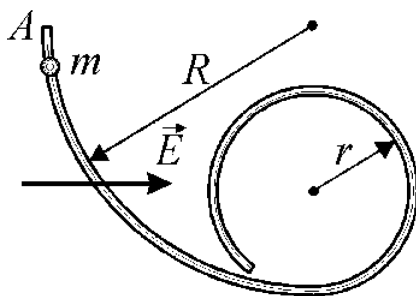


$$\frac{z_{uu}}{z_{yy}} \Lambda = z_{\sigma} \cdot \frac{1_{uu}}{1_{yy}} \Lambda = 1_{\sigma} \cdot \frac{0z}{z/\Lambda} = \frac{v}{z/\Lambda T} = \left(\frac{z_{\sigma} + 1_{\sigma}}{z_{\sigma} z} \right) z_{\text{uys}} \frac{(z_{uu} + 1_{uu})(z_{yy} + 1_{yy})}{z(z_{uu} z_{yy} \Lambda - 1_{uu} 1_{yy} \Lambda)} + \left(\frac{z_{\sigma} + 1_{\sigma}}{z_{\sigma} z} \right) z_{\text{soc}} \Lambda \frac{z}{T} = v$$

2. В вертикально расположенной трубе с запаянным дном и с поперечным сечением $S = 100$ см² под легкоподвижным поршнем массой $M = 100$ кг находится $m = 9$ г воды при температуре 0°C . Вся конструкция нагревается до температуры $t = 127^\circ\text{C}$. Определить высоту h , на которую поднимется поршень. Давление насыщенных паров воды при температуре $t = 127^\circ\text{C}$ равно $p_{\text{н}} = 2,5 \cdot 10^5$ Па. Атмосферное давление считать равным $p_0 = 10^5$ Па. Молярная масса воды $\mu = 18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Универсальную газовую постоянную и ускорение свободного падения принять равными соответственно $R = 8,3$ Дж/(моль · К) и $g = 10$ м/с². Результат выразите в сантиметрах.

$$\text{ко } \varepsilon 8 = \frac{(b_{IV} + S^{0d}) \eta}{L H^{uu}} = \eta$$

3. Тонкой пластмассовой спице придали форму, изображенную на рисунке, изогнув её в виде дуги, образующей четверть окружности радиусом $R = 1$ м, и кольцевого витка радиусом $r = 0,25$ м. Плоскость дуги и витка расположена вертикально. По спице может без трения перемещаться маленькая бусинка массой $m = 1$ г, несущая заряд $q = 10^{-6}$ Кл. Вся система помещена в однородное электрическое поле напряженностью $E = 10^3$ В/м, направленное горизонтально в плоскости дуги и витка. Бусинку помещают в точку A , в которой касательная к дуге окружности радиусом R вертикальна, и отпускают без начальной скорости. Чему равна максимальная скорость v_{max} бусинки? Заряд бусинки при движении остается неизменным. Поляризацией пластмассы и потерями энергии на излучение можно пренебречь. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ м/с².

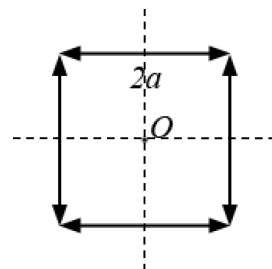


$$v_{max} = \sqrt{\frac{m}{2(qER + mg(R-r) + r\sqrt{(qE)^2 + (mg)^2})}} \approx 4,7 \text{ м/с}$$

4. Тонкая собирающая линза даёт на экране изображение предмета с увеличением $\Gamma = 3$. Какова оптическая сила D линзы, если расстояние между предметом и экраном $L = 80$ см?

$$D = \frac{\Gamma}{z(1+\Gamma)} = 0,25 \text{ дптр}$$

5. Оптическая система состоит из четырёх одинаковых тонких собирающих линз диаметром $2a = 4,5$ см, расположенных как показано на рисунке. Оптические оси всех линз находятся в одной плоскости и пересекаются в точке O , которая совпадает с фокусом каждой линзы. В центр системы (точка O) помещают источник света сферической формы. Определите минимальный радиус источника света R_{min} , при котором такая система будет излучать свет по всем направлениям в плоскости рисунка. Ответ приведите в сантиметрах, округлив до целых.



$$R_{min} = \frac{a}{\sqrt{2}} \approx 1,6 \text{ см}$$