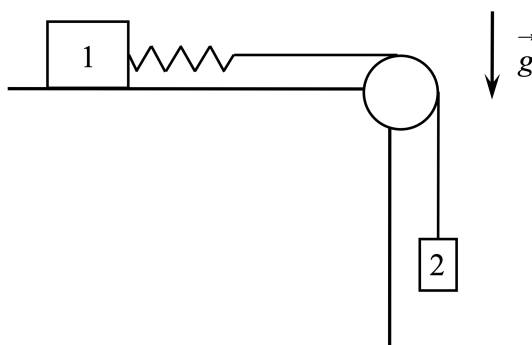


Олимпиада «Курчатов» по физике

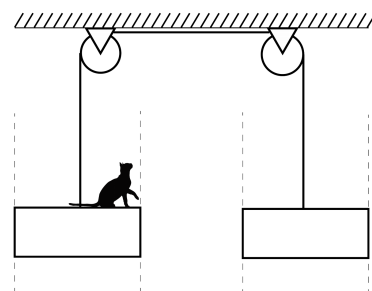
11 класс, 2021 год

1. На краю горизонтального стола закреплена труба, через которую переброшена длинная нерастяжимая нить. Горизонтальный конец нити привязан к невесомой пружине, прикреплённой к грузу 1. На вертикальном конце нити подвешен груз 2. В начальном положении груз 1 удерживают, груз 2 неподвижен, удлинение пружины равно x_1 . Груз 1 отпускают без толчка. Найдите минимальное значение x_2 удлинения пружины при дальнейшем движении грузов. Известно отношение масс грузов $\beta = m_1/m_2 = 7/4$. Ответ выразите в виде отношения x_2/x_1 и округлите до сотых. Массу нити, массу пружины и трение не учитывайте.



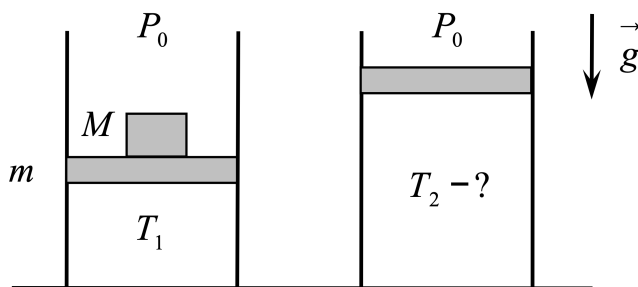
$$x_2/x_1 = \frac{11}{3} = \frac{1+g}{1-\beta} = \frac{2m+1m}{2m-1m} = \frac{1x}{2x}$$

2. Кот Фотон прыгает с одной платформы на другую, которые соединены между собой натянутой невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через идеальные блоки. Платформы могут скользить без трения вдоль вертикальных направляющих. Масса каждой платформы M . Известно, что Фотон умеет перепрыгивать пятикратное расстояние между платформами прыгая с твердой горизонтальной поверхности земли. Какую максимальную массу может иметь Фотон, чтобы допрыгнуть до второй платформы? Под каким углом к горизонту в этом случае ему надо прыгнуть? Перед прыжком платформы покоятся и удерживаются на одном уровне. Смещением платформы в процессе отталкивания пренебречь.



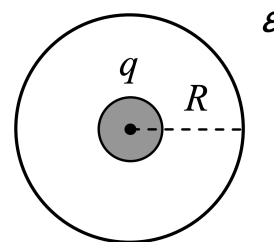
$$m = \frac{3}{4}M, \alpha = \arcsin \frac{5}{3}$$

3. Вакуумная камера большого объёма заполнена воздухом при давлении $P_0 = 1$ кПа . В камере расположен высокий вертикальный цилиндр площадью поперечного сечения $S = 100$ см². Сверху цилиндр закрыт поршнем массой $m = 1$ кг , на котором стоит груз массой $M = 2$ кг. Под поршнем находится гелий при температуре $T_1 = 300$ К. В начальном состоянии давление гелия уравновешивает внешнее давление. Груз убирают, и через некоторое время система переходит в конечное равновесное состояние. Найдите температуру T_2 гелия в этом состоянии. Числовой ответ выразите в кельвинах и округлите до целого значения. Стенки цилиндра и поршень не проводят тепло, поршень движется без трения, давление воздуха в камере постоянно. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



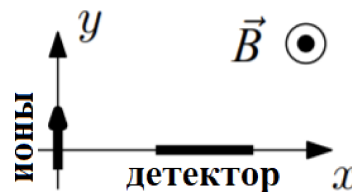
$$P_0 S = \frac{m g + M g}{1} \quad T_1 = T_2$$

4. Твёрдый однородный диэлектрик с проницаемостью $\epsilon = 3$ заполняет всё пространство за исключением сферической полости радиуса $R = 5$ см. В полости находится металлический шар, несущий заряд $q = 10$ нКл. Радиус шара меньше радиуса полости, центры шара и полости совпадают. Найдите электрическое давление P на поверхность полости (силу, действующую на единицу площади поверхности со стороны электрического поля). Ответ выразите в миллипаскалях и округлите до десятых. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.



$$P = \frac{q^2}{8\pi\epsilon_0 R^2(\epsilon-1)^2} = d$$

5. Методом масс-спектрометрии в лаборатории был проведен эксперимент по исследованию некоторого вещества. Измеренная молярная масса вещества составила $\mu_1 = 86,1$ г/моль. Вещество было ионизировано (каждый атом потерял один электрон) затем ускорено в электрическом поле с разностью потенциалов $U = 4$ кВ и направлено в магнитное поле с индукцией $B = 0,89$ Тл. Магнитное поле направлено перпендикулярно плоскости движения ионов и действует в области $y > 0$. Начальная скорость ионов направлена по оси y . Вещество попало под действие магнитного поля в начале координат. Было замечено, что небольшое количество вещества попало на детектор на расстоянии $d = 0,1$ см дальше по оси x , относительно попадания остального количества вещества. Исходя из этого, было сделано предположение, что некоторое количество атомов-изотопов в исследуемом веществе имеет другую молярную массу. Найдите молярную массу μ_2 этого изотопа. Число Авогадро $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹, а заряд электрона равен $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.



$$\mu_2 = \mu_1 \left(\frac{d}{L} \sqrt{\frac{2eU}{m}} + \frac{v_N}{v} \right) \quad v_N = v_H$$

6. Телескоп, собранный по схеме Галилея, состоит из объектива — собирающей линзы с фокусным расстоянием $F_1 = 2$ м, и окуляра — рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $F_2 = 4$ см. Главные оптические оси линз совпадают. За окуляром, перпендикулярно главной оптической оси линз, расположен экран, на котором получено изображение Солнца в виде круга диаметром $d = 20$ см. Найдите расстояние x между экраном и окуляром. Угловой диаметр Солнца $\alpha = 0,5^\circ$ (угловой диаметр — угол, под которым наблюдатель видит диаметр солнечного диска). Числовой ответ выразите в сантиметрах и округлите до десятых.

$$\text{ко } 8'17 = \left(1 - \frac{v_1 F_2}{p}\right) z_2 = x$$