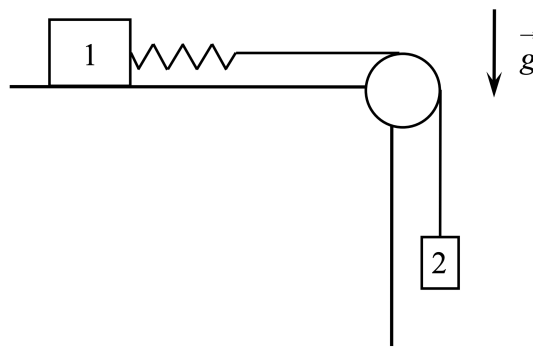


## Олимпиада «Курчатов» по физике

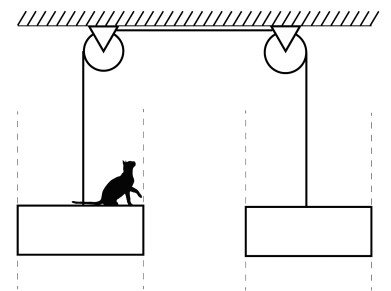
11 класс, 2021 год

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.



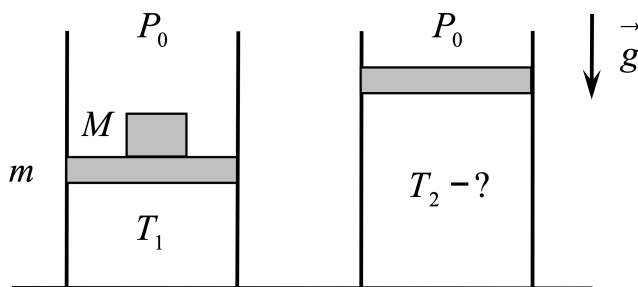
$$x_2/x_1 = \frac{11}{3} = \frac{1+g}{1-\beta} = \frac{2m+1m}{2m-1m} = \frac{1x}{2x}$$

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.



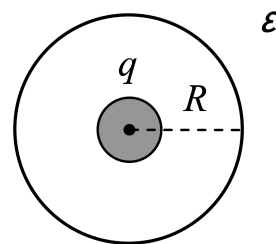
$$m = \frac{3}{4}M, \alpha = \arcsin \frac{5}{3}$$

3. Вакуумная камера большого объёма заполнена воздухом при давлении  $P_0 = 1$  кПа . В камере расположен высокий вертикальный цилиндр площадью поперечного сечения  $S = 100$  см<sup>2</sup>. 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/с<sup>2</sup>.



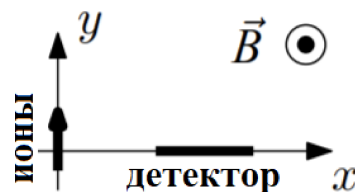
$$T_2 = \left( \frac{(m+M)g + P_0 S}{P_0 S} - 1 \right) T_1 = 240 \text{ K}$$

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.



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

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 расстояние  $d = 0,1$  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  $\mu_2$  этого изотопа. Число Авогадро  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>, а заряд электрона равен  $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.



$$\mu_2 = \mu_1 \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{eU}{m_1 c^2}}} - 1 \right) = 87 \text{ г/моль}$$

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.

$$\text{ко } 8'17 = \left(1 - \frac{v_1 f_2}{p}\right) z_1 = x$$