

Олимпиада «Курчатов» по физике

11 класс, 2014 год

1. В невесомости грузик массой m подвесили на резинку жёсткостью k и раскрутили с угловой скоростью ω . Найдите относительное удлинение резинки, а также отношение энергии упругой деформации к кинетической энергии груза.

$$\frac{m\omega^2}{k} > 1 \text{ и } \frac{m\omega^2}{k} > 1 \text{ и } \frac{m\omega^2}{k} > 1$$

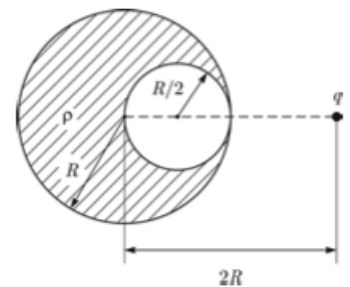
2. Однородный цилиндрический поплавок массой m и площадью сечения S плавает вертикально в стакане с водой. Поплавок слегка утопили, а затем отпустили, в результате чего поплавок начал колебаться. Найдите период этих колебаний. Плотность воды ρ , ускорение свободного падения g .

$$\frac{S^2 \rho g}{m} \Delta z$$

3. Цилиндрический сосуд длиной $L = 1$ м, расположенный горизонтально, разделён на две равные части подвижным массивным поршнем. По обе стороны от поршня находится идеальный газ при давлении p_0 . Затем сосуд поставили вертикально, при этом поршень опустился на $h = 20$ см. Найдите давление p_0 , если известна масса поршня $m = 10$ кг и его площадь $S = 10$ см². Ускорение свободного падения $g = 9,8$ м/с². Температура окружающей среды постоянна.

$$p_0 \approx \frac{m g}{S h} = 0,1 \text{ атм}$$

4. Найдите силу, с которой равномерно заряженный шар со сферической полостью будет действовать на поднесённый к нему точечный заряд q . Радиус шара R , полости — $R/2$ (см. рисунок). Объёмная плотность заряда шара ρ . Точечный заряд находится на расстоянии $2R$ от центра шара на оси, соединяющей центры шара и полости. Будет ли заряд притягиваться или отталкиваться?

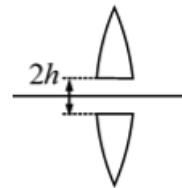


$$\frac{0,5 \rho R^3}{4 \pi \epsilon_0 (2R)^2}$$

5. Газоразрядная лампа, вольт-амперная характеристика которой (зависимость тока, текущего через лампу, от напряжения на ней) задана уравнением $I = kU^2$, подключена последовательно с резистором сопротивлением R к источнику постоянного напряжения U . Если подключить неидеальный вольтметр к лампе, то он покажет напряжение V_1 , а если к резистору — V_2 . Найдите коэффициент k .

$$\frac{U^2}{R} = k U^2$$

6. Из тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $f = 15$ см вырезали центральную часть шириной $2h = 2$ мм (см. рисунок), а затем симметрично сдвинули оставшиеся части до соприкосновения, изготовив так называемую «билинзу Бийе». Точечный источник света с длиной волны $\lambda = 711$ нм поместили на расстоянии $a = 20$ см от билинзы на её оси симметрии.



(1) Где находятся изображения, даваемые билинзой? Сделайте построение хода лучей и определите расстояния от изображений до линзы и до её оси.

(2) Каков будет период интерференционных полос в центре экрана, поставленного в фокальной плоскости билинзы? Угол φ схождения интерферирующих лучей на экране можно считать малым, так что $\sin \varphi \approx \varphi$.

(3) Оцените число N интерференционных полос, наблюдаемых на этом экране.

$$N = 1 + \frac{x \nabla}{q \lambda} = N \quad \text{или} \quad 0 \approx \frac{q \nabla \lambda}{z} = x \nabla \quad \text{или} \quad 0 \approx \frac{f - p}{f \nabla} = q \quad (1)$$