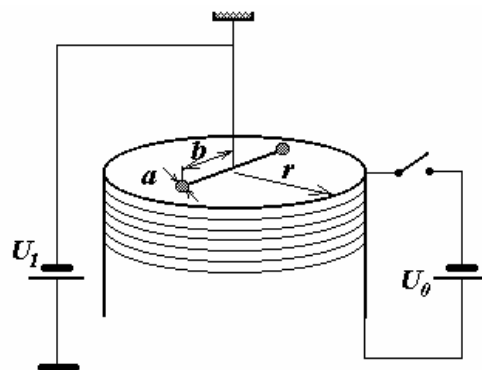


1. Крутильный маятник представляет собой легкий жесткий проводящий стержень, к концам которого прикреплены два одинаковых полых металлических шарика, подвешенный на длинной упругой проводящей нити. Маятник подвесили над верхним торцом вертикально расположенного соленоида с ферромагнитным сердечником. Обмотка соленоида сделана из медного провода, намотанного в один слой «виток к витку». Маятник подключили к источнику высоковольтного напряжения $U_1 = 15 \text{ кВ}$, а обмотку соленоида через ключ к источнику постоянного напряжения $U_0 = 2,0 \text{ кВ}$. Оцените на какой максимальный угол повернется стержень маятника, если замкнуть ключ в цепи обмотки?



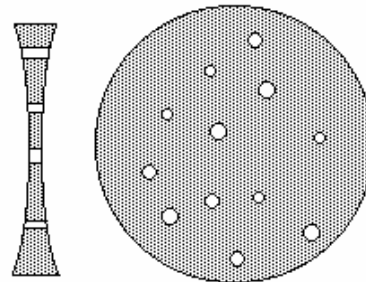
Параметры установки: удельное электрическое сопротивление меди $\rho = 0,017 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$; радиус обмотки $r = 15 \text{ см}$, ее высота $h = 40 \text{ см}$, диаметр провода $d = 5,0 \text{ мм}$, магнитная проницаемость сердечника $\mu = 1,8 \cdot 10^3$, диаметры шариков маятника $a = 5,0 \text{ см}$, масса шарика $m = 1,4 \text{ г}$, период свободных крутильных колебаний маятника $T = 14 \text{ с}$.

Индукция магнитного поля внутри сердечника длинного соленоида рассчитывается по формуле $B = \mu \mu_0 n I$, где n - плотность намотки (число витков на единицу длины, I -

сила тока в обмотке. Рекомендуем также воспользоваться формулой $\mu_0 \epsilon_0 = \frac{1}{c^2}$, где

$c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ - скорость света.

2. Для изготовления тонкой линзы пространство между двумя сферическими тонкими поверхностями залили материалом с показателем преломления $n_0 = 1,69$. В процессе изготовления линзы был допущен технологический брак, из-за чего внутри линзы оказалось множество небольших воздушных пузырьков, касающихся обеих граней линзы, и равномерно распределенных по поверхности линзы.



Полученную таким образом двояковогнутую линзу поместили в воду (показатель преломления $n_1 = 1,33$), и на расстоянии $a = 40 \text{ см}$ за линзой расположили экран параллельно плоскости линзы. Линзу полностью осветили параллельным пучком света, направленным вдоль главной оптической оси. На экране образовался светлый круг, диаметр которого в два раза больше диаметра линзы. Кроме того, в центре этого светлого круга образовалось небольшое круглое пятно, освещенность которого в $\eta = 3,0$ раза больше освещенности остального круга. Определите суммарную площадь (в процентах к общей площади линзы) пузырьков в линзе. Дифракцией света пренебречь.

3. Стрелу гарпуна массы $m = 1,5 \text{ кг}$, к которой привязана гладкая гибкая нить, бросают вертикально вверх с начальной скоростью $v_0 = 15 \text{ м/с}$. Масса единицы длины нити $\lambda = 20 \text{ г/м}$. На какую высоту поднимется стрела, если длина нити равна а) $l = 5,0 \text{ м}$; б)