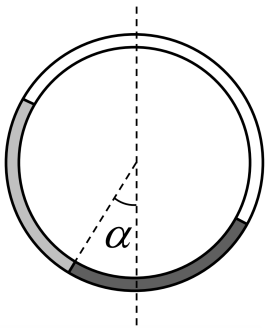
Олимпиада «Росатом» по физике

11 класс, 2021 год, комплект 3

1. Имеется два одинаковых сосуда, соединенные трубкой с клапаном. В одном сосуде содержится идеальный газ под давлением p, в другом сосуде — вакуум. Клапан пропускает газ из одного сосуда в другой при перепаде давлений $\Delta p = 2p$. Сосуды нагревают, увеличивая их абсолютную температуру в 3 раза. Найти давление газа в сосудах после этого.

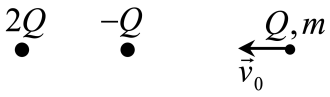
$p_1 = \frac{5}{2}p$ — давление в том сосуде, в котором первоначально был воздух, $p_2 = \frac{1}{2}p$

2. Кольцо изготовлено из длинной и тонкой трубки. В трубку залили равные объемы двух несмешивающихся жидкостей, которые в сумме занимают половину объема трубки. Кольцо расположили в вертикальной плоскости. При этом оказалось что угол, который составляет с вертикалью отрезок, соединяющий центр кольца и границу раздела жидкостей, равен α (см. рис.). Найти плотность более тяжелой жидкости, если плотность более легкой равна ρ.



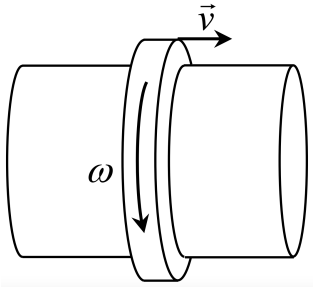
$\frac{\cos\alpha+\sin\alpha}{\cos\alpha-\sin\alpha}\rho$

3. Два точечных заряда $2Q$ и $-Q$ закреплены на расстоянии l друг от друга. Из бесконечности на заряды вдоль их соединяющей прямой налетает заряд Q, имеющий массу m и начальную скорость v_0. При каком минимальном значении v_0 этот заряд сможет долететь до заряда $-Q$?



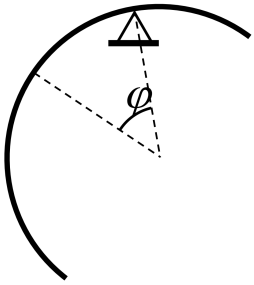
$v_0 = \sqrt{\frac{2(\sqrt{2}-1)^2 kQ^2}{ml}}$

4. Тонкая массивная шайба надета без зазора на горизонтальный стержень радиуса R (см. рис.). Если шайбу закрутить с угловой скоростью ω, она остановится через время t. Какой путь пройдет шайба вдоль стержня, если закрутить ее с угловой скоростью ω и одновременно сообщить ей скорость $\vec{v}$, направленную вдоль стержня?



$\frac{vt\sqrt{(\omega R)^2+v^2}}{2\omega R}$

5. Из тонкой проволоки изготовили полуокружность и разместили ее на точечной опоре так, как показано на рисунке (здесь φ — угол между направлением на середину полуокружности и точку контакта с опорой; см. рис.). При каком минимальном коэффициенте трения полуокружность сможет находиться в равновесии? При каком угле φ минимальное значение коэффициента трения, обеспечивающее равновесие, является наибольшим. Найти наибольшее значение минимального коэффициента трения, удерживающего полуокружность в равновесии.



$\mu_{\min} = \frac{\sin\varphi}{\frac{\pi}{2}-\cos\varphi}$, $\cos\varphi_{\max} = \frac{2}{\pi}$, $(\mu_{\min})_{\max} = \frac{2}{\sqrt{\pi^2-4}} \approx 0{,}83$