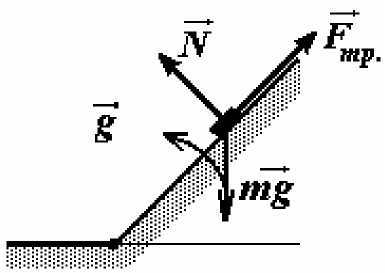
граничное условие связывает угол наклона и коэффициент трения соотношением

$$\mu = tg\alpha\,. \qquad (1)$$




При равномерном вращении плоскости шайба движется с центростремительным ускорением $a = \Omega^2 l$, поэтому в проекции на наклонную плоскость уравнение второго закона Ньютона будет иметь вид (мы предполагаем, что шайба стремится соскользнуть вниз):

$$m\Omega^2 l = mg\sin\beta - F_{тр.} \qquad (2)$$

Скольжение начнется, когда $F_{тр.}$ достигнет величины

$$\mu N = \mu mg\cos\beta\,. \qquad (3)$$

Из уравнений (1)-(3) находим

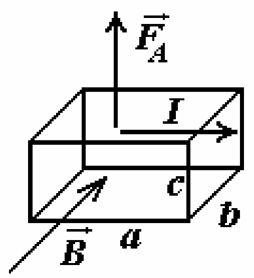
$$\Omega = \sqrt{\frac{g}{l}\left(\sin\beta - tg\alpha\cdot\cos\beta\right)} = \sqrt{\frac{g}{l}\frac{\sin(\beta-\alpha)}{\cos\alpha}} \qquad (4)$$

Заметим, что при больших угловых скоростях шайба может начать скользить вверх по наклонной плоскости, в этом случае сила трения изменит направление на противоположное. Такое движение начнется, если угловая скорость достигнет величины

$$\Omega_2 = \sqrt{\frac{g}{l}\left(\sin\beta + tg\alpha\cdot\cos\beta\right)} = \sqrt{\frac{g}{l}\frac{\sin(\beta+\alpha)}{\cos\alpha}}\,. \qquad (5)$$

Так как в условии задачи, не указано направление сдвига шайбы, то данная задача имеет два ответа (4) и (5).

3. Давление жидкости на дно сосуда может исчезнуть, если под действием приложенного напряжения в жидкости появится такой электрический ток, который взаимодействуя с магнитным полем, приведет к появлению силы Ампера, которая компенсирует силу тяжести. Понятно, что ток должен течь перпендикулярно граням $b \times c$. Выразим силу тяжести и силу Ампера через параметры задачи




$$mg = \rho abcg\,, \qquad (1)$$

$$F_A = IBa = \frac{U}{R}Ba = \frac{Ubc}{\rho^* a}Ba = \frac{Ubc}{\rho^*}B\,. \qquad (2)$$

Приравнивая полученные выражения, находим искомое значение напряжения $U = \frac{\rho\rho^* ag}{B}$.

4. Так как заряды шариков противоположны, то шарики начнут сближаться, в момент удара произойдет их перезарядка, после чего шарики начнут разъезжаться.

Скорости шариков $v_1$ в момент столкновения найдем из закона сохранения энергии

$$2\frac{mv_1^2}{2} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 a} - \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 D}, \qquad (1)$$

здесь $\frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon r}$- энергия взаимодействия шариков, находящихся на расстоянии $r$. Учитывая закон сохранения электрического заряда и равенство зарядов шариков после столкновения, получим величину этого заряда

$$q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2}. \qquad (2)$$

Так как удар шариков абсолютно упругий, то величины скоростей шариков сразу после столкновения останутся прежними (естественно, изменятся направления скоростей).

Запишем опять закон сохранения энергии для движения шариков после столкновения

$$2\frac{mv_1^2}{2} + \left(\frac{q_1 + q_2}{2}\right)^2 \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 D} = 2\frac{mv_2^2}{2} + \left(\frac{q_1 + q_2}{2}\right)^2 \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 a} \qquad (3)$$

Где $v_2$ скорости шариков находящихся на расстоянии $a$. Из выражений (1) и (3) можно найти эту скорость.

$$v_2 = \sqrt{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0 Dm}\left(\left(\frac{q_1 + q_2}{2}\right)^2 - q_1 q_2\right)} \approx 1{,}0\frac{см}{с}.$$

При выводе последней формулы мы пренебрегли энергией взаимодействия шариков, находящихся на расстоянии $a$, так как $a >> D$.

Заметим, что кинетическая энергия шариков появилась благодаря уменьшению полной энергии электростатического поля.