

$$Q_2' = c_1 m_1 T_2 \ln \frac{T_1'}{T_1''}.$$

Отличие численного значения, рассчитанного по этой формуле, от полученного ранее менее чем на 0,1%.

10.4. Рассмотрим условия равновесия шариков. На каждый из них действуют $m\vec{g}$ - сила тяжести, \vec{F} - сила кулоновского отталкивания, \vec{T} - сила натяжения нити. Шарiki будут находится в равновесии, когда суммарный момент сил, действующих на них будет равен нулю, что будет выполняться при

$$mgl \sin \theta = Fl \cos \theta. \quad (1)$$

Учитывая, что

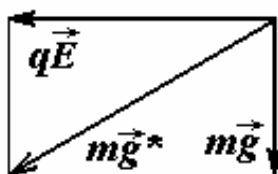
$$F = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 (2l \sin \theta)^2}, \quad (2)$$

получим уравнение, определяющее угол отклонения нити

$$\frac{\sin^3 \theta}{\cos \theta} = \frac{q^2}{16\pi\epsilon_0 l^2 mg}. \quad (3)$$

Приведенный в условии график, фактически является решением этого уравнения для различных значений q (в чем можно убедиться непосредственной подстановкой). По этому графику можно найти величину заряда каждого шарика $q \approx 2,6 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$.

При включении однородного электрического поля на шарiki начинает действовать дополнительная сила, которая постоянна и не



зависит от положения шариков, так же как и сила тяжести. В таком случае разумно «объединить» эту силу с силой тяжести и ввести, так называемое, «эффективное» ускорение свободного падения \vec{g}^* , модуль которого

$$g^* = g \sqrt{1 + \left(\frac{qE}{mg} \right)^2}. \quad (4)$$

Тогда угол отклонения θ_l каждой нити от направления вектора \vec{g}^* можно найти как решение уравнения (3), в котором необходимо заменить g на g^*

$$\frac{\sin^3 \theta_l}{\cos \theta_l} = \frac{q^2}{16\pi\epsilon_0 l^2 mg^*}. \quad (5)$$

К сожалению, это уравнение элементарными методами не разрешимо. Поэтому еще раз воспользуемся предоставленным графиком, для чего перепишем (5) в виде

$$\frac{\sin^3 \theta_l}{\cos \theta_l} = \frac{q^2}{16\pi\epsilon_0 l^2 m g^*} = \frac{\left(\sqrt{\frac{g}{g^*}} q\right)^2}{16\pi\epsilon_0 l^2 m g} \quad (6)$$

Как видно, это уравнений полностью совпадает с уравнением (3), если в качестве параметра q использовать величину

$$q^* = \sqrt{\frac{g}{g^*}} q = \frac{q}{\sqrt[4]{1 + \left(\frac{qE}{vg}\right)}} \approx 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ К}.$$

По графику находим $\theta_l \approx 27^\circ$, следовательно, искомый угол между нитями равен $2\theta_l \approx 54^\circ$.

10.5. На диск со стороны стержней действуют силы нормальной реакции \vec{N} и силы трения \vec{F}_{mp} . Диск прекратит движение, когда

$$F_{mp} \cos \alpha / 2 = N \sin \alpha / 2.$$

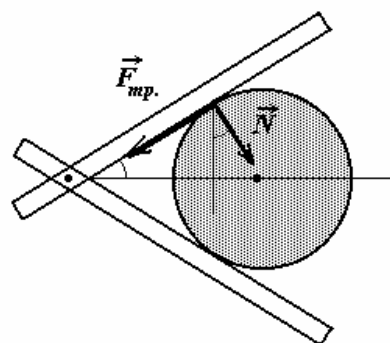
Учитывая, что

$$F_{mp} = \mu N,$$

найдем

$$\mu = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

Заметим, что ответ не зависит от значения силы \vec{N} , поэтому «заклинивание» диска произойдет при данном угле при любом значении сил, действующих на стержни.



11.1 Обозначим напряжение на диоде U_1 , тогда напряжение на резисторе будет равно $U_0 - U_1$ (где U_0 - напряжение источника). Зависимость силы тока I через диод от напряжения U_1 задана в виде вольт-амперной характеристики

$$I = I(U_1). \quad (1)$$

Сила тока через резистор определяется законом Ома

