

Установим связь между величинами ускорений грузов a_0 и a_1 .

Представим движение центрального груза как суперпозицию двух движений: вращения вокруг точки О со скоростью \vec{v}'_l направленной перпендикулярно нити; увеличение радиуса вращения со скоростью \vec{v}''_l , направленной вдоль нити.

Очевидно, что $|\vec{v}'_l| = v_0$ — скорости бокового груза.

Так как, сумма скоростей \vec{v}''_l и \vec{v}'_l направлена вертикально вниз (это скорость груза \vec{v}_l), то

$|\vec{v}'_l| = |\vec{v}''_l| = v_0$ и

$$v_l = v_0 \sqrt{2}. \quad (2)$$

Согласно разложению движения на составляющие, разложим и ускорение центрального груза.

Вращательному движению соответствует центростремительное ускорение \vec{a}_{lc} ,

направленное вдоль нити (равное $\frac{v_0^2}{l\sqrt{2}}$), и

тангенциальное \vec{a}_{lt} , направленное перпендикулярно нити. Увеличению длины нити

соответствует ускорение \vec{a}''_l , направленное вдоль нити и равное по модулю a_0 — ускорению бокового груза. Следовательно, модуль полного ускорения

$$a_l = \left(a_0 - \frac{v_0^2}{l\sqrt{2}} \right) \sqrt{2}. \quad (3)$$

Заметим, что эти же соотношения между скоростями и ускорениями грузов можно получить с помощью операции дифференцирования.

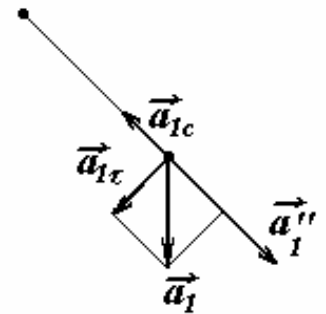
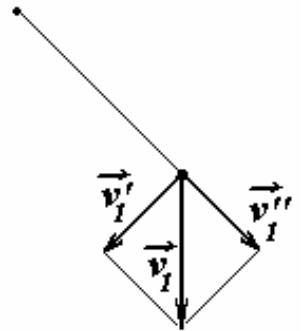
Запишем закон сохранения энергии для того, чтобы выразить скорость центрального груза

$$2 \frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv_l^2}{2} = mgl - 2mgl(\sqrt{2} - 1). \quad (4)$$

Решая совместно (2)-(4) можно найти $a_l = -\frac{g}{4}$, то есть ускорение направленно вверх.

11-4. Индукция магнитного поля внутри катушки

$$B = \mu_0 n I = \frac{\mu_0 I}{d}. \quad (1)$$



Чтобы исключить “самовоздействие”, при вычислении силы, действующей на участок проволоки, необходимо уменьшить величину индукции в два раза

$$B' = \frac{1}{2} \frac{\mu_0 I}{d}. \quad (2)$$

Мысленно выделим кусочек витка проволоки, видимый из центра под малым углом α .

Сила Ампера, действующая на его

$$F_A = IB' \Delta l = \frac{1}{2} \frac{\mu_0 I^2}{d} R \alpha, \quad (3)$$

уравновешивается силами упругости

$$T = \sigma \frac{\pi d^2}{4},$$

(σ — механическое напряжение

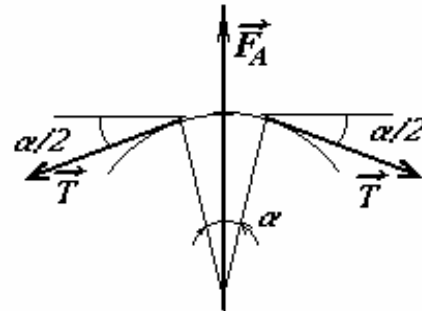
внутри провода) направленными под небольшими углами $\frac{\alpha}{2}$ к

направлению силы Ампера

$$\frac{1}{2} \frac{\mu_0 I^2}{d} R \alpha = 2\sigma \frac{\pi d^2}{4} \frac{\alpha}{2}. \quad (4)$$

Полагая σ равным предельному механическому напряжению, из (4) находим

$$I = \sqrt{\frac{\sigma \pi d^3}{2 \mu_0 R}}.$$



11-5. Так как теплопроводности стержней одинаковы, то температура вдоль стержней будет изменяться по линейному закону. Температура точки соединения стержней T_3 может быть найдена из соотношения

$$T_3 = T_1 + \frac{T_2 - T_1}{l_1 - l_2} l_1 = \frac{T_1 l_2 + T_2 l_1}{l_1 + l_2}, \quad (1)$$

при выводе, которого считается, что удлинения стержней малы. Теперь не трудно вычислить средние температуры стержней

$$T_{cp1} = \frac{T_1 + T_3}{2}, \quad T_{cp2} = \frac{T_3 + T_2}{2}. \quad (2)$$

Удлинения стержней пропорциональны изменению температуры

$$\Delta l = k \Delta T,$$