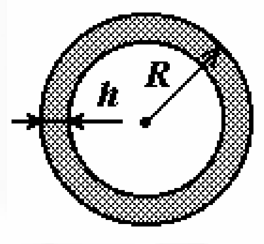
то отраженный луч (следовательно, и зайчик) повернется на удвоенный угол, то есть угловая скорость поворота зайчика в два раза больше угловой скорости вращения зеркала $\omega_1 = 2\omega$. Ширину отраженного пучка легко определить из рисунка $b = a\cos\alpha$. Такой же будет и ширина зайчика (пучка) на стенке, где установлен фотоприемник. Учтем, что при попадании зайчика на фотоприемник $\beta = \varphi$. Тогда время прохождения зайчика по фотоприемнику равно

$$\tau = \frac{b}{v} = \frac{a\cos\frac{\varphi}{2}}{2\omega R}.$$

Этот результат получен в приближении малости размеров зеркала по сравнению с размерами комнаты, что позволяет не учитывать небольшую разбежку в углах ориентации зеркальца, в моменты, когда передний и задний фронт отраженного пучка пересекают фотоприемник.

9-4. Пренебрегая теплоемкостью дна и тепловыми потерями, запишем уравнение теплового баланса для системы стакан-лед

$$V_1\rho_1 c_1 t_1 = V_2\rho\lambda, \qquad (1)$$



где $V_1 = \pi(R^2 - (R-h_1)^2)H$ - объем стенок стакана толщиной h_1, R и H - его внешний радиус и высота, ρ_1 и c_1 - плотность и удельная теплоемкость вещества, из которого изготовлены стенки стакана, $V_2 = \pi(R-h_1)^2 H$ - объем льда, ρ - его плотность. Во втором случае (таяние льда и нагрев воды до температуры кипения) в стакане со стенками толщиной h_2 уравнение теплового баланса имеет вид

$$\pi(R^2 - (R-h_2)^2)H\rho_1 c_1(t_1 - t_2) = \pi(R-h_2)^2 H\rho(\lambda + ct_2). \qquad (2)$$

Разделим почленно уравнение (1) на (2)

$$\frac{R^2 - (R-h_1)^2}{R^2 - (R-h_2)^2}\cdot\frac{t_1}{t_1 - t_2} = \frac{(R-h_1)^2}{(R-h_2)^2}\cdot\frac{\lambda}{\lambda + ct_2}. \qquad (3)$$

Теперь учтем, что $h_1 = \eta_1 R = 0{,}2R$ и $h_2 = \eta_2 R$. Подстановка этих соотношений в выражение (3) приводит к квадратному уравнению относительно неизвестной величины η_2

$$\frac{1-(1-\eta_1)^2}{1-(1-\eta_2)^2}\cdot\frac{t_1}{t_1 - t_2} = \frac{(1-\eta_1)^2}{(1-\eta_2)^2}\cdot\frac{\lambda}{\lambda + ct_2}. \qquad (4)$$

Решать это уравнение в общем виде весьма затруднительно, поэтому подставим в (4) все известные численные данные и придем в итоге к уравнению

$$\eta_2^2 - 2\eta_2 + 0{,}628 = 0\,,$$

корнями которого являются числа $\eta_2 = 1{,}61;\, 0{,}39$. Выбираем второй корень, поскольку первый явно не подходит (обратите внимание, что он дает такую же по модулю разность в скобках в уравнении (4) как и первый корень). Тогда изменение толщины стенок равно

$$\frac{0{,}39}{0{,}20} = 1{,}95 \approx 2\,.$$

Увеличить толщину стенок стакана придется примерно в два раза.

Отметим, что мы могли насыпать в стакан колотый лед или рыхлый снег, главное чтобы их плотность в обоих опытах была неизменна.

9.5 При равноускоренном движении тела с нулевой начальной скоростью пройденный путь зависит от времени по закону

$$S = \frac{at^2}{2}\,, \qquad (1)$$

где a - ускорение тела. Иными словами, пройденный путь пропорционален квадрату времени. Постоянный период колебаний маятника в данном случае может служить единицей измерения времени, поэтому можно переписать формулу (1) в виде

$$S = \frac{An^2}{2}\,, \qquad (2)$$

где A - ускорение тела, измеренное в «метрах на период в квадрате», а n - число периодов.