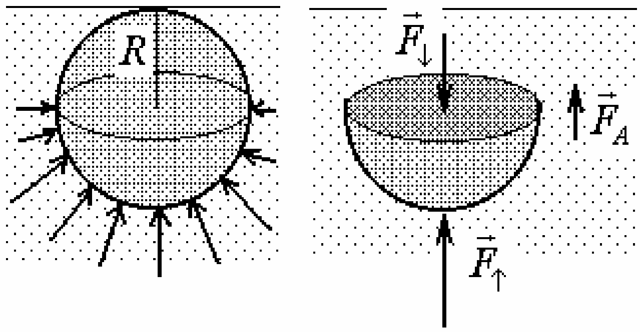
скорости на всем пути. Поскольку $v_{cp}^{b} > v_{cp}^{*}$, то заданное в условии значение средней скорости не может быть достигнуто ни при каких значениях v_3. Этот результат полезно знать водителям-лихачам – кратковременные рывки с большой скоростью не помогут достичь высокой средней скорости, если в пути будут хотя бы кратковременные остановки. Лучше двигаться с меньшей скоростью, но без остановок (кстати, при этом не придется обгонять дважды одни и те же машины).

9-2. Непосредственно подсчитать силу давления жидкости для школьника задача практически нерешаемая, так как в каждой точке полушария меняется как направление силы давления, так и величина самого давления. Поэтому используем для решения стандартный прием мысленного рассечения шара на две половины: верхнюю и нижнюю. Сила Архимеда, действующая на нижнюю половину, с одной стороны равна по определению



$$F_A = \rho g V = \rho g \frac{2}{3}\pi R^3. \qquad (1)$$

С другой стороны, сила Архимеда равна разности сил давления на нижнюю и верхнюю поверхности полушария.

$$F_A = F_{\uparrow} - F_{\downarrow}. \qquad (2)$$

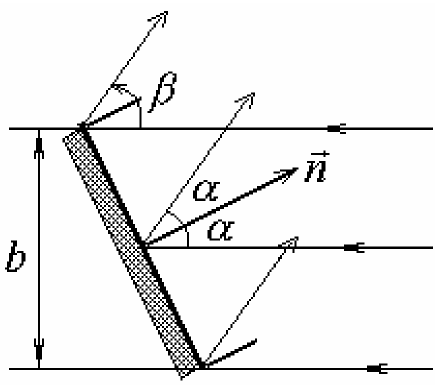
Сила давления $F_{\downarrow}$ на верхнюю поверхность вычисляется просто

$$F_{\downarrow} = pS = \rho g R \pi R^2. \qquad (3)$$

Поэтому, так же просто с помощью формул (1)-(3) мы найдем и силу давления на нижнюю поверхность

$$F_{\uparrow} = F_A + F_{\downarrow} = \frac{2}{3}\pi\rho g R^3 + \pi\rho g R^3 = \frac{5}{3}\pi\rho g R^3.$$

9-3. Пусть нормаль к зеркалу $\vec{n}$ образует угол α с направлением падающего света. Тогда отраженный пучок будет распространяться под углом $\beta = 2\alpha$ к падающему световому пучку. Это означает, что если зеркало за время Δt повернется на некоторый угол,



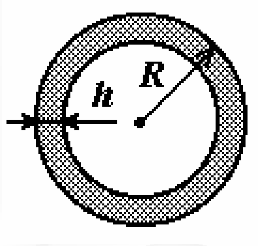
то отраженный луч (следовательно, и зайчик) повернется на удвоенный угол, то есть угловая скорость поворота зайчика в два раза больше угловой скорости вращения зеркала $\omega_1 = 2\omega$. Ширину отраженного пучка легко определить из рисунка $b = a\cos\alpha$. Такой же будет и ширина зайчика (пучка) 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