$$tg\beta = \frac{V\sin\alpha - u}{V\cos\alpha} = \mu_2 .$$

Окончательно для установившейся скорости u поступательного движения деталей вдоль направляющей получаем

$$u = V(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha) . \qquad (4)$$

Как видим из (4) выражение имеет смысл только при выполнении условия

$$tg\,\alpha \ge \mu_2 ,$$

в противном случае после упора в направляющую детали будут покоиться, т.е. $u = 0$.

Задача 2. «Кипение»

2.1 Рассмотрим пузырек пара радиуса r (рис. 3), образовавшийся внутри кипящей жидкости. Пузырек увеличивает свой радиус вследствие испарения жидкости внутрь его.

Согласно условию за время Δt с поверхности жидкости S (поверхности пузырька) испарится объем воды ΔV:

$$\Delta V = NDS\Delta t , \qquad (1)$$

где D — «эффективный диаметр» молекулы воды. Соответственно, объем пузырька также должен увеличиться на ΔV. С другой стороны ΔV можно представить как объем тонкой сферы радиусом r и толщиной Δr (см. рис.3):

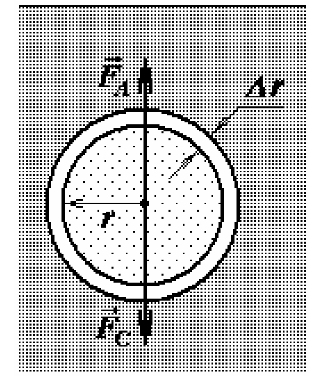


Рис. 3

$$\Delta V = S\Delta r = 4\pi r^2 \Delta r . \qquad (2)$$

Из (1) и (2) находим приращение радиуса пузырька пара Δr за время Δt

$$\Delta r = ND\Delta t = \{\beta = ND\} = \beta\Delta t . \qquad (3)$$

Как следует из (3), приращение радиуса Δr пузырька пара за время Δt не зависит от его радиуса r, т.е. радиус пузырька равномерно увеличивается со временем

$$r = \beta \cdot t . \qquad (4)$$

2.2 Поскольку плотность пара гораздо меньше плотности воды, то силой тяжести пузырька пара по сравнению с действующей на него силой Архимеда можно пренебречь.

Скорость пузырька υ будет расти до тех пор, пока сила Архимеда не уравновесится силой сопротивления со стороны воды (см. рис.3)

$$F_A = F_C ,$$

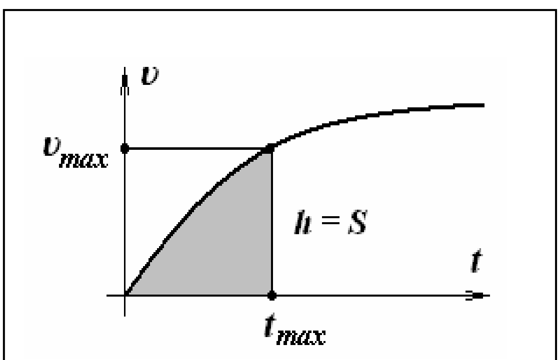
$$\rho_0 g \frac{4}{3}\pi r^3 = C_x \frac{1}{2}\rho_0 \upsilon^2 \pi r^2 ,$$

$$\upsilon^2 = \frac{8}{3}\cdot\frac{g}{C_x} r = \{(4)\} = \frac{8}{3}\cdot\frac{g}{C_x}\cdot\beta t = \left\{\gamma = \frac{8}{3}\cdot\frac{g}{C_x}\cdot\beta\right\} = \gamma\cdot t .$$

Подобные приближения, при которых считается, что в каждый момент времени система находится в равновесном (стационарном) состоянии, называются *квазистационарными* (или как модно говорить сегодня «как бы» стационарными). Соответственно в нашем случае

$$\upsilon(t) = \sqrt{\gamma t} . \qquad (5)$$

График зависимости (5) представлен на рисунке.



2.3 Для нахождения радиуса пузырька r_{max} у поверхности воды необходимо знать время его всплытия t_{max}. Заметим, что при точном решении на рис.4 при $t = t_{max}$ площадь под графиком S (или площадь криволинейной трапеции) должна быть равна глубине сосуда h

$$S(t_{\max}) = h .$$

Для оценки этой величины мы поступим достаточно «прямолинейно». При всплытии максимальная скорость пузырька υ_{max} достигается у поверхности

$$\upsilon_{\max} = \sqrt{\gamma t_{\max}} . \qquad (6)$$

Заменим кривую на графике зависимости (5) прямой, т.е. будем считать движение пузырька равноускоренным, тогда его средняя скорость

$$\langle \upsilon \rangle = \frac{0 + \upsilon_{\max}}{2} = \frac{1}{2}\sqrt{\gamma t_{\max}} .$$

Тогда

$$h = \langle \upsilon \rangle t_{\max} = \frac{1}{2}\sqrt{\gamma t_{\max}} \cdot t_{\max} = \frac{\sqrt{\gamma}}{2}(t_{\max})^{\frac{3}{2}} . \qquad (7)$$

С помощью (7) получаем оценку для времени всплытия t_{max}

$$t_{\max} = \left(\frac{2h}{\sqrt{\gamma}}\right)^{\frac{2}{3}} . \qquad (8)$$

Соответственно с учетом (4) и (8) находим r_{max}

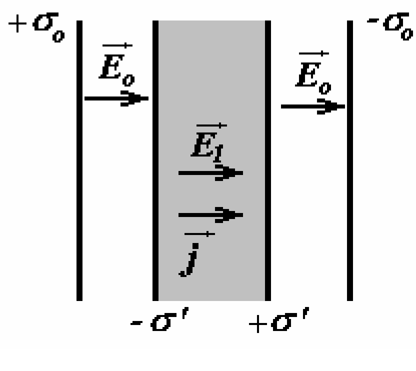
$$r_{\max} = \beta \cdot t_{\max} = \beta\left(\frac{2h}{\sqrt{\gamma}}\right)^{\frac{2}{3}} = \sqrt[3]{\frac{3}{2} \cdot \frac{C_x D^2 N^2 h^2}{g}} . \qquad (9)$$

Для расчета примем, что диаметр молекулы воды по порядку величины равен диаметру атома водорода $D = 1A = 1{,}0 \cdot 10^{-10}\ м$, тогда из (9) получаем:

$$r_{\max} = 1{,}1 \cdot 10^{-3}\ м = 1{,}1\ мм .$$

<u>Задача 3. «Диэлектрик или проводник?»</u>

Рассмотрим физическую картину происходящих явлений. Сразу после замыкания цепи на пластинке возникают поляризационные заряды (пластинка на малых временах ведет себя как диэлектрик), затем в пластике в результате протекания тока происходит перераспределение заряда, пока поле внутри пластинки не исчезнет (пластинка становится проводником).



Обозначим поверхностную плотность заряда на обкладках конденсатора σ_0, а на поверхности пластинки σ' (знаки зарядов указаны на рисунке). Так как напряжение между обкладками поддерживается постоянным, то выполняется соотношение

$$U_0 = E_0\frac{h}{2} + E_1\frac{h}{2} , \qquad (1)$$

где E_0, E_1 напряженности электрических полей между обкладками и пластинкой и внутри пластинки, соответственно. Напряженности полей связаны с поверхностными плотностями зарядов соотношениями

$$E_0 = \frac{\sigma_0}{\varepsilon_0}; \quad E_1 = \frac{\sigma_0 - \sigma'}{\varepsilon_0} . \qquad (2)$$