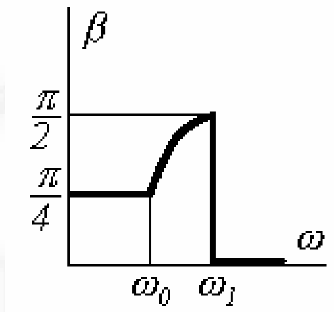
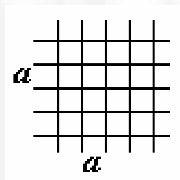
достигнет величины $\omega_1 = \sqrt{\dfrac{\mu g}{a \sin\varphi_0}} \approx 6{,}3 c^{-1}$, начнет движение второй шарик, а первый в это время будет находится в точке B. Сразу после начала движения второй шарик попадает в область отсутствия равновесия и, следовательно, также устремится к точке B, где догонит первый шарик. Дальше они будут двигаться вместе. Таким образом, угол между нитями подчиняется следующим закономерностям

$$\beta = \begin{cases} \dfrac{\pi}{4}, \quad при \quad 0 \le \omega \le \omega_0; \\ \dfrac{3\pi}{4} - \arcsin\dfrac{\mu g}{a\omega^2}, \quad при \quad \omega_0 \le \omega \le \omega_1; \\ 0, \quad при \quad \omega > \omega_1 \end{cases}$$



10.4 В рамках указанной модели представим пленку как квадратную сетку, состоящую из маленьких пружинок длиной a. Пусть кусок пленки имеет форму квадрата со стороной $l_0 \quad (l_0 >> a)$. Тогда этот кусок имеет $N = 2\dfrac{l_0^2}{a^2}$ пружинок (площадь одной

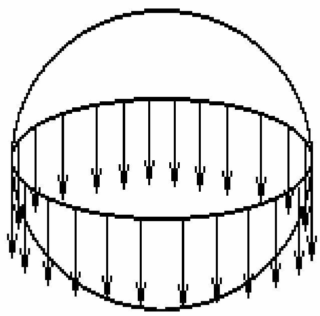


ячейки равна a^2, а на каждую ячейку приходится 2 пружинки - каждая пружинка «принадлежит двум соседним ячейкам!). Если растянуть пленку до квадрата со стороной l, то длина каждой пружинки увеличится на величину $\Delta x = \dfrac{l}{l_0}a - a = \dfrac{a}{l_0}(l - l_0)$. Поэтому увеличение потенциальной энергии пленки будет определяться формулой

$$U = N\frac{k(\Delta x)^2}{2} = k(l - l_0)^2 = k(\sqrt{S} - \sqrt{S_0})^2, \qquad (1)$$

где $S = l^2$ - площадь растянутой пленки, $S_0 = l_0^2$ - площадь недеформированной пленки.

Рассмотрим шарик, изготовленный из эластичной пленки. Пусть при недеформированной пленке радиус шарика равен r_0. Тогда на длину «экватора» приходится $n = \frac{2\pi r_0}{a}$ упругих пружинок, натяжения которых будут уравновешивать силы давления воздуха. При радиусе шарика r суммарная сила давления воздуха на полусферу



$$F = P\pi r^2 \qquad (2)$$

будет уравновешена силами упругости

$$nk\Delta x = \frac{2\pi r_0}{a} k\left(\frac{r}{r_0}a - a\right) = 2\pi k(r - r_0), \qquad (3)$$

где учтено, что удлинение каждой пружинки может быть найдено из подобия $\Delta x = \frac{r}{r_0}a - a$.

Приравнивая эти силы, находим равновесное значение давления газа

$$P = 2k\frac{r - r_0}{r^2}. \qquad (4)$$

Возможен и другой подход к вычислению давления. При увеличении радиуса шара на малую величину Δr, газ совершит работу

$$A = P\Delta V = P4\pi r^2 \Delta r. \qquad (5)$$

Эта работа пойдет на увеличение потенциальной энергии пленки $\Delta U = U(r + \Delta r) - U(r)$. Воспользуемся формулой (1) для вычисления этой величины

$$\Delta U = k \cdot 4\pi \cdot 2(r - r_0)\Delta r, \qquad (6)$$

при выводе которой учтено, что площадь поверхности сферы $S = 4\pi r^2$. Приравняв выражения (5) и (6), получаем прежний результат (4).

10.5 Так как в процессе движения капли на нее действует сила вязкого трения, а масса капли мала, то можно считать движение капли равномерным. Скорость такого движения v_0 можно определить из условия равенства модулей силы тяжести и силы сопротивления

$$mg = \beta v_0, \qquad (1)$$

где β - некоторый постоянный для данной капли коэффициент.

При движении капли вверх справедливо соотношение