

## 9.15. Поверхностное натяжение

**9.15.1.** Спичка длиной  $l = 4$  см плавает на поверхности воды. Если по одну сторону от спички налить касторовое масло, то спичка придет в движение. Определите силу, действующую на спичку, и ее направление. Коэффициенты поверхностного натяжения воды и масла  $\sigma_1 = 72$  мН/м и  $\sigma_2 = 33$  мН/м соответственно.

**9.15.2.** Пленки двух жидкостей разделены планкой длиной  $l$  (рис. 9.15.1). Коэффициенты поверхностного натяжения жидкостей равны соответственно  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Какая сила действует на планку со стороны жидкостей?

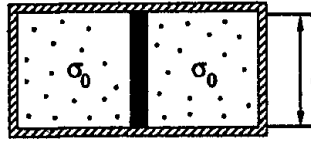


Рис. 9.15.1

**9.15.3.** Легкая незамкнутая жесткая рамка формой, показанной на рисунке 9.15.2, плавает на поверхности воды. Что будет происходить с рамкой, если внутрь нее капнуть мыльный раствор? Какая сила  $F$  и в каком направлении будет действовать на рамку? Коэффициенты поверхностного натяжения воды и мыльного раствора равны  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  соответственно.

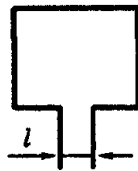


Рис. 9.15.2

**9.15.4.** Найдите коэффициент поверхностного натяжения жидкости, если петля из резиновой нити длиной  $l$  и жесткостью  $k$ , положенная на пленку этой жидкости, растянулась по окружности радиусом  $R$  после того, как пленка была проколота внутри петли (рис. 9.15.3).

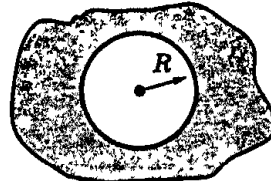


Рис. 9.15.3

**9.15.5.** Проволочное кольцо радиусом  $R = 6$  см приведено в соприкосновение с поверхностью раствора медного купороса. Какую силу нужно приложить, чтобы оторвать кольцо от поверхности раствора? Коэффициент поверхностного натяжения медного купороса  $\sigma = 74$  мН/м.

**9.15.6.** Чему равен коэффициент поверхностного натяжения воды, если с помощью пипетки, имеющей кончик диаметром  $d = 0,4$  мм, можно дозировать воду с точностью до  $m = 0,01$  г?

**9.15.7.** Оцените, сколько воды можно унести в решетке. Площади дна решета и его ячейки  $S_1 = 0,1$  м<sup>2</sup> и  $S_2 = 1$  мм<sup>2</sup> соответственно. Решето водой не смачивается. Коэффициент поверхностного натяжения  $\sigma$  воды  $= 7,27 \cdot 10^{-2}$  Н/м.

**9.15.8.** Какую работу нужно совершить, чтобы выдуть мыльный пузырь радиусом  $R = 4$  см? Коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора  $\sigma = 40$  Н/м.

**9.15.9.** Восемь шаровых капель ртути диаметром  $d_1 = 1$  мм каждая сливаются в одну каплю тоже шаровой формы. Какое количество теплоты выделится при этом? Коэффициент поверхностного натяжения ртути  $\sigma = 0,47$  Н/м.

**9.15.10.** Вычислите давление внутри мыльного пузыря радиусом  $R$ . Коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора равен  $\sigma$ , атмосферное давление  $p_0$ . Температура в пузыре и вне его одинакова.

**9.15.11.** Внешний радиус мыльного пузыря равен  $R$ , толщина его стенки  $h$ . Найдите давление воздуха внутри пузыря. Давление воздуха вне пузыря равно  $p_0$ , коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора равен  $\sigma$ .

**9.15.12.** Два мыльных пузыря радиусами  $r_1$  и  $r_2$  сливаются в один пузырь радиусом  $r_3$ . Найдите атмосферное давление, если коэффициент поверхностного натяжения мыльной пленки равен  $\sigma$ .

**9.15.13.** Кубик с ребром  $l = 3$  см и массой  $m = 20$  г плавает на поверхности глицерина, который его не смачивает. На каком расстоянии от поверхности воды будет находиться нижняя грань кубика? Решите задачу с учетом и без учета сил поверхностного натяжения.

**9.15.14.** Определите высоту поднятия жидкости в капилляре радиусом  $r$ , если плотность жидкости равна  $\rho$ , коэффициент ее поверхностного натяжения  $\sigma$  и краевой угол  $\theta$ .

**9.15.15.** Определите разность уровней ртути в двух сообщающихся капиллярах с диаметрами каналов  $d_1 = 1$  мм и  $d_2 = 2$  мм соответственно.

**9.15.16.** В двух капиллярных трубках разного диаметра, опущенных в воду, установилась разность уровней  $\Delta h_1 = 2,6$  см. При опускании этих же трубок в спирт разность уровней оказалась  $\Delta h_2 = 1$  см. Найдите коэффициент поверхностного натяжения спирта, если коэффициент поверхностного натяжения воды  $\sigma_1 = 7,3 \cdot 10^{-2}$  Н/м.

**9.15.17.** Капиллярная трубка радиусом  $r = 0,5$  мм запаяна сверху. Трубка открытым концом вертикально опускается в воду. Коэффициент поверхностного натяжения воды  $\sigma = 0,07$  Н/м, атмосферное давление  $p_0 = 760$  мм рт. ст. Какой длины  $l$  следовало бы взять такую трубку, чтобы при этих условиях вода в ней поднялась на высоту  $h = 1$  см?

**9.15.18.** В воду опущены две плоские стеклянные пластины, расположенные параллельно на близком расстоянии  $l$  друг от друга. Найдите высоту подъема воды между пластинами.

**9.15.19.** Высота поднятия жидкости в капиллярной трубке  $h_1 = 33$  мм. Высота поднятия той же жидкости в такой же трубке, но запаянной с одного конца,  $h = 13$  мм. Длина трубки  $l = 513$  мм. Плотность жидкости  $\rho = 13 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Найдите атмосферное давление. Длину погруженной части не учитывать.

ОТВЕТЫ:

9.15.1.  $F = (\sigma_1 - \sigma_2)l = 1,6 \cdot 10^{-3}$  Н,  
в сторону масла.

9.15.2.  $F = 2|\sigma_1 - \sigma_2|l$ .

9.15.3. Рамка начинает двигаться;  
 $F = (\sigma_1 - \sigma_2)l$ .

9.15.4.  $\sigma = k \left( 2\pi - \frac{l}{R} \right)$ .

9.15.5.  $F = mg + 4\sigma\pi R = 0,1$  Н.

9.15.6.  $\sigma = \frac{mg}{\pi d} = 78$  мН/м.

9.15.7.  $m \approx \frac{4\delta S_1}{g\sqrt{S_2}} = 2,97$  кг.

9.15.8.  $A = 8\sigma\pi R^2 = 1,6$  мДж.

9.15.10.  $p = p_0 + \frac{4\sigma}{R}$ .

9.15.11.  $p = p_0 + \frac{2\sigma h}{R(R-h)}$ .

9.15.12.  $p_0 = \frac{2\sigma(r_1^2 + r_2^2 - r_3^2)}{r_3^3 - r_1^3 - r_2^3}$ .

9.15.13.  $h_1 = \frac{m}{\rho l^2} = 2,47$  см;

$h_2 = \frac{mg - 4\sigma l}{\rho l^2 g} = 1,32$  см.

9.15.14.  $h = \frac{2\sigma \cos \theta}{r\rho g}$ .

9.15.15.  $\Delta h = \frac{4\sigma(d_2 - d_1)}{\rho g d_1 d_2} = 7$  мм.

9.15.16.  $\sigma_2 = \sigma_1 \frac{\rho_2 \Delta h_2}{\rho_1 \Delta h_1} = 22$  мН/м.

9.15.17.  $l = \frac{4\sigma - \rho g r h}{4\sigma - \rho g r h - p_0 r} \approx 1$  м.

9.15.18.  $h = \frac{2\sigma}{\rho_s g l}$ .

9.15.19.  $p_0 = \rho g(h_1 - h) \frac{l-h}{h} =$   
 $= 9,81 \cdot 10^4$  Па.