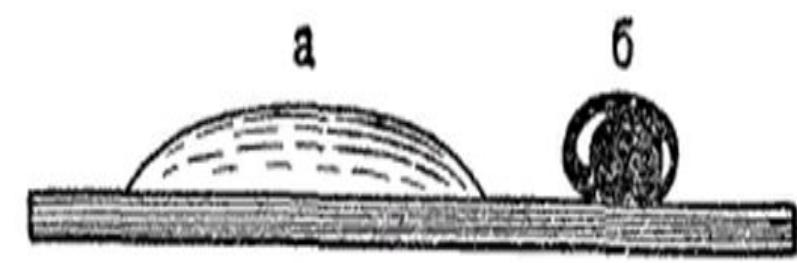


Тема:
«Взаимное превращение
жидкостей и газов»

Подготовил преподаватель
Мантурова Г.П.



Вопросы:

1. Энергия поверхностного слоя
2. Явление на границе жидкости и твердого тела
3. Поверхностное натяжение
4. Капиллярные явления

1. Энергия поверхностного слоя жидкости

Поверхностный слой жидкости молекулярно подвижен. Молекулы образующего его, непрерывно перемещается (одни уходят в глубь фаза, другие взамен ушедших, попадают в поверхностный слой из внутренней части объема. Молекулы в поверхностном слое взаимодействуют с меньшим числом молекул, чем внутри жидкости. Поэтому молекулы поверхностного слоя жидкости обладают избыточной потенциальной энергией, по сравнению с молекулами внутри жидкости.

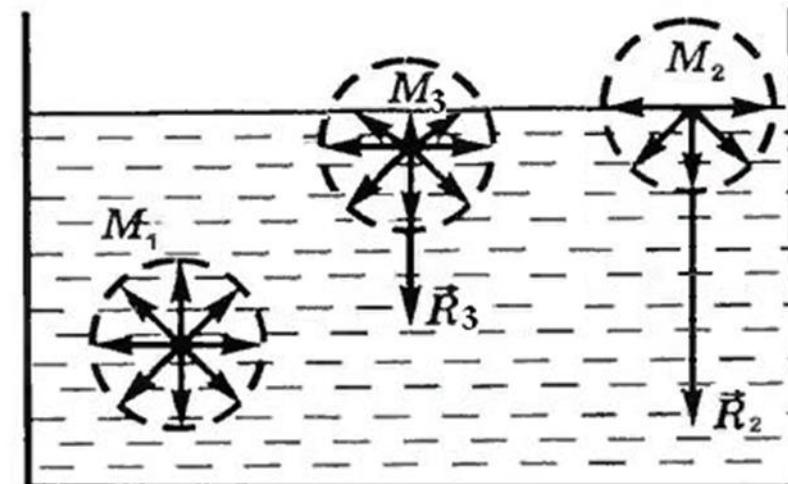
Поверхностная энергия жидкости

$$W = \sigma S$$

W — поверхностная энергия жидкости [Дж]

S — площадь свободной поверхности [м^2]

σ — коэффициент поверхностного натяжения [Н/м]



2. Явление на границе жидкости и твердого тела

Явления происходящие на границе жидкости и твёрдого тела, когда жидкость стремится принять такую форму, чтобы иметь минимальную площадь.

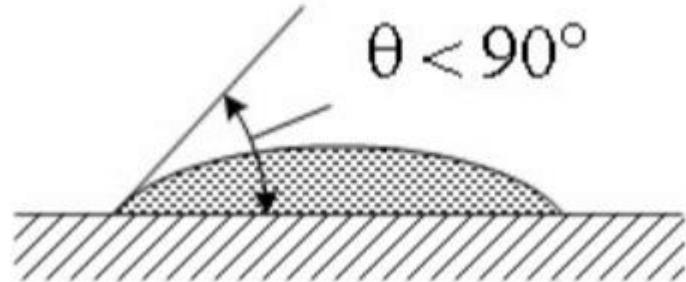
При соприкосновении твёрдых тел с жидкостями наблюдаются явления **смачивания** или **несмачивания**.



Рис. *a* — жидкость, смачивающая твёрдое тело, растекается по его поверхности; *б* — жидкость, не смачивающая твёрдое тело, не растекается.

Смачивающая жидкость

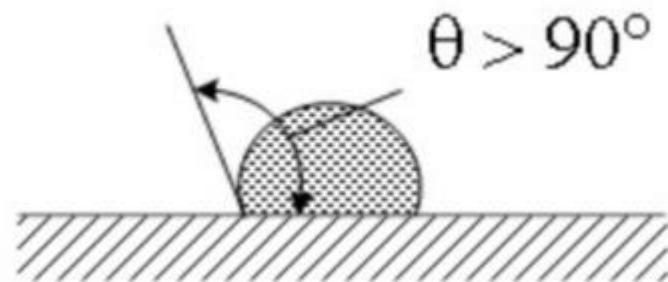
Явление растекания жидкости по поверхности твёрдого тела называют **смачиванием**. Это происходит в том случае, когда молекулы жидкости притягиваются к твёрдому телу сильнее, чем друг к другу.



При смачивании жидкостью твердого тела краевой угол лежит в пределах $0 < \theta < 90^\circ$. Если жидкость не смачивает данную твердую поверхность, то $90^\circ < \theta < 180^\circ$.

Несмачивающая жидкость

Явление несмачивания объясняется тем, что молекулы жидкости притягиваются к молекулам твёрдого тела слабее, чем друг к другу.



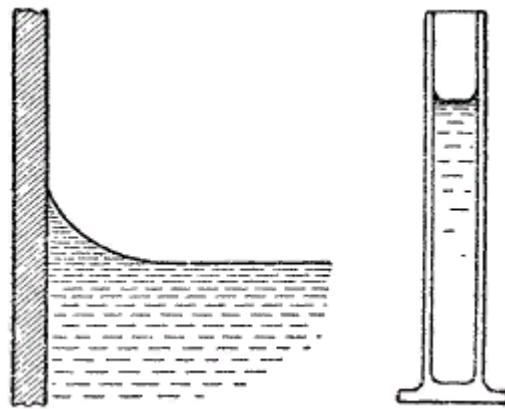


Рис. В случае смачивания жидкость у стенок немногого приподнята. Поверхность её в узких сосудах вогнутая.

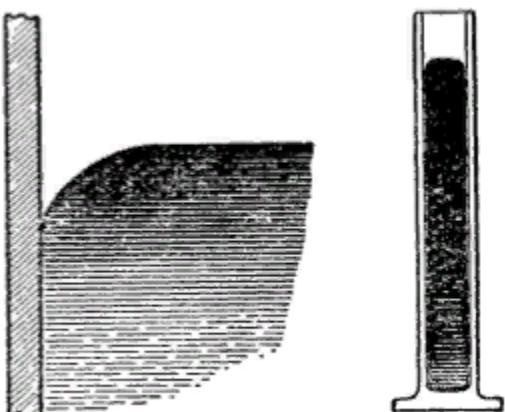


Рис. В случае несмачивания жидкость у краёв сосуда немногого опущена. В узких сосудах поверхность её выпуклая.

Поверхностное натяжение жидкости — это величина, которая показывает стремление жидкости сократить свою свободную поверхность, то есть уменьшить избыток своей потенциальной энергии на границе раздела с газообразной фазой.

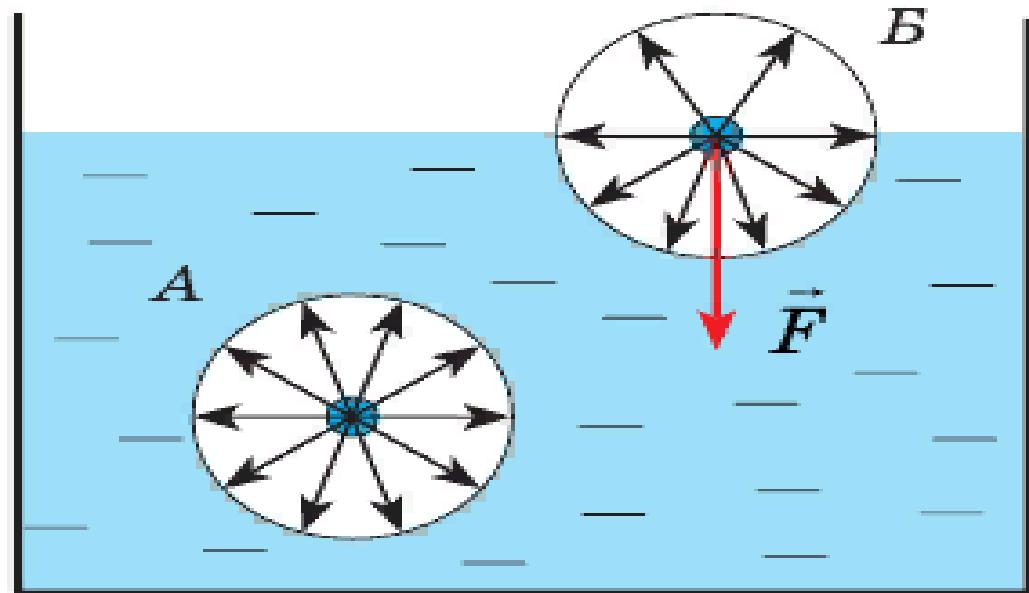


Рис. 33.1. К введению понятия
поверхностного натяжения
жидкости

Поверхностное натяжение жидкости определяется силами межмолекулярного взаимодействия, поэтому оно зависит:

1. От природы жидкости (*у летучих жидкостей (эфир, спирт, бензин) поверхностное натяжение меньше, чем у нелетучих (ртуть, жидкие металлы)*)
2. Температуры жидкости (*чем выше температура жидкости, тем меньше поверхностное натяжение*)
3. Присутствия в составе жидкости поверхностно активных веществ (*их наличие уменьшает поверхностное натяжение*)
4. Свойств газа, с которым жидкость граничит.

Коэффициент поверхностного натяжения — это физическая величина, которая характеризует данную жидкость и численно равна отношению поверхностной энергии к площади свободной поверхности жидкости.

Коэффициент поверхностного натяжения

$$\sigma = W/S$$

W — поверхностная энергия жидкости [Дж]

S — площадь свободной поверхности [м^2]

σ — коэффициент поверхностного натяжения [Н/м]

Поверхностное натяжение σ некоторых жидкостей

Жидкость	$t, {}^\circ\text{C}$	$\sigma, \frac{\text{Н}}{\text{м}}$
Вода (чистая)	20	0,0728
Раствор мыла	20	0,040
Спирт	20	0,0228
Эфир	25	0,0169
Ртуть	20	0,4650
Золото	1130	1,102
Водород	-253	0,0021
Гелий	-269	0,00012

В таблицах обычно приводят значение поверхностного натяжения на границе жидкости и воздуха при определенной температуре

- Если на жидкость не действуют другие силы или их действие мало, жидкость будет стремиться принимать форму сферы(капля воды, мыльный пузырь). Так же ведет себя вода в невесомости. Жидкость ведет себя так, как будто по касательной к ее поверхности действуют силы, стягивающие эту поверхность. Эти силы называются **силами поверхностного натяжения**.

Сила поверхностного натяжения

$$F = \sigma l$$

F — сила поверхностного натяжения [Н]

l — длина контура, ограничивающего поверхность жидкости [м]

σ — коэффициент поверхностного натяжения [Н/м]

Капилляр - это узкая трубка (канал) диаметром меньше 10^{-3} м

Капиллярными явлениями называют явления подъема смачивающей и опускания несмачивающей жидкости по капилляру относительно общего уровня жидкости под действием сил поверхностного натяжения.

Поверхность жидкости в капиллярных трубках на всём своём протяжении кривая, её называют **мениском**.

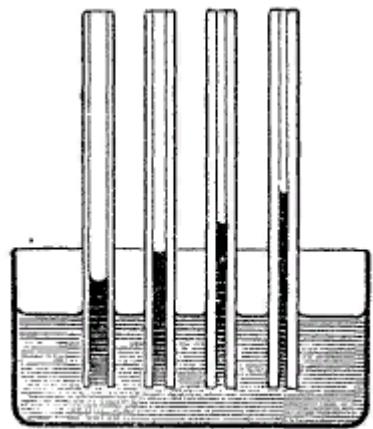


Рис. 1. В случае смачивания уровня жидкости в капиллярных трубках выше уровня жидкости в широком сосуде. Мениск в случае смачивания вогнутый

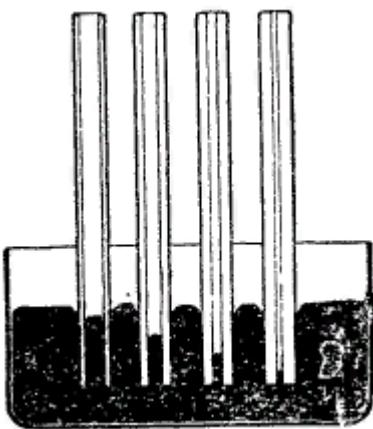


Рис. 2. В случае несмачивания уровня жидкости в капиллярных трубках ниже уровня жидкости в широком сосуде. Мениск в случае несмачивания выпуклый

Высота поднятия жидкости в капиллярных трубках

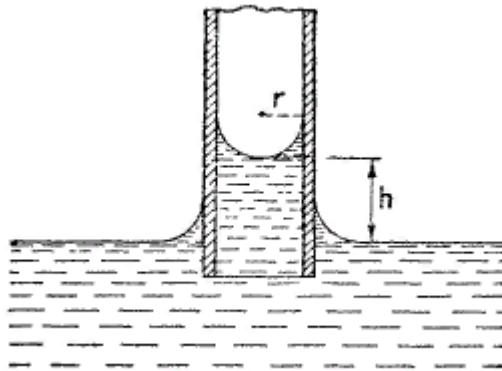


Рис.3. Столб жидкости высотой h в капиллярной трубке удерживается силами поверхностного натяжения, действующими по окружности радиуса r .

Так как жидкость в трубке находится в равновесии, то

$$p_0 - \frac{2\sigma}{r} + \rho gh = p_0. \quad \text{откуда:} \quad h = \frac{2\sigma}{\rho gr}.$$

Высота поднятия жидкости в капилляре прямо пропорциональна поверхностному натяжению ее и обратно пропорциональна радиусу канала капилляра и плотности жидкости.
Формула применима и для несмачивающей жидкости, только в этом случае надо говорить не о поднятии, а об опускании жидкости.