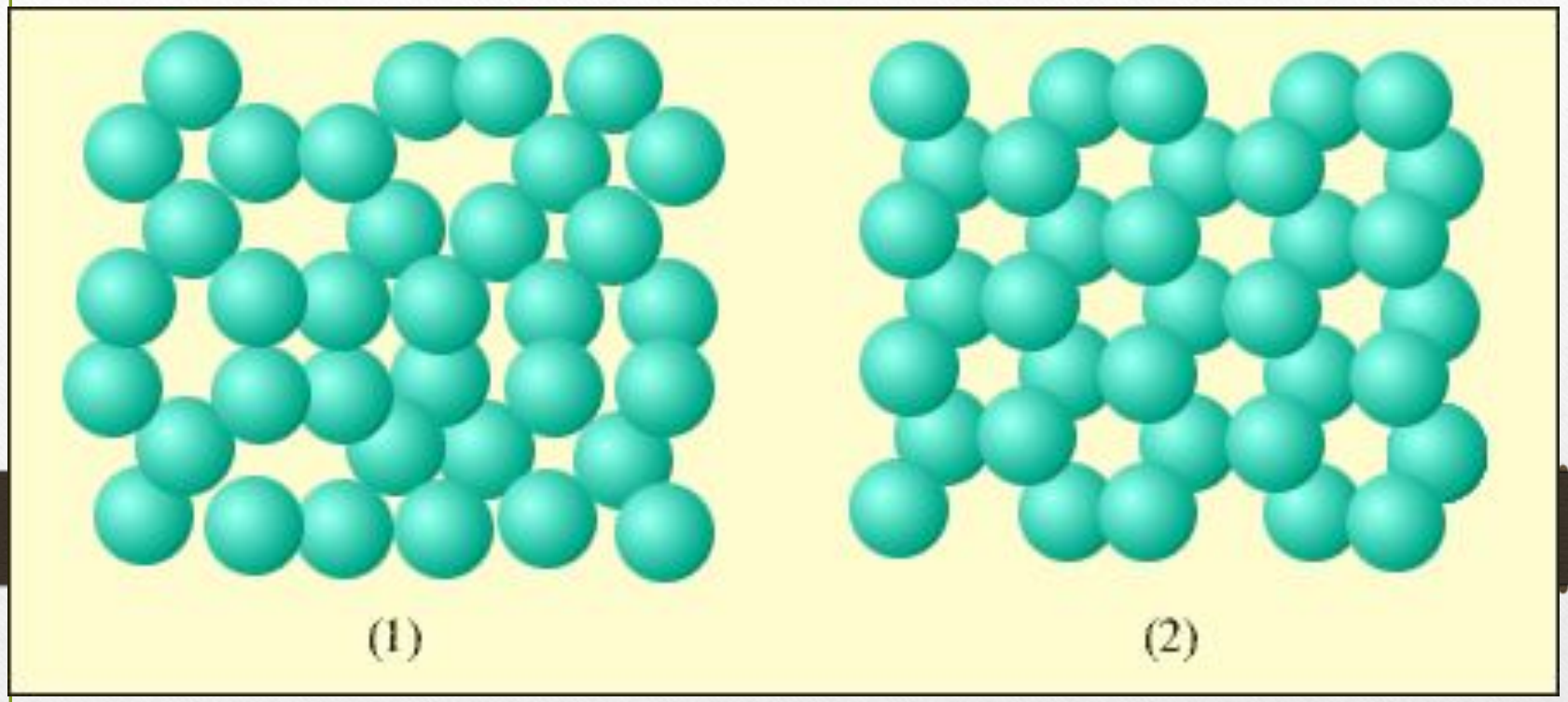
Свойства жидкостей

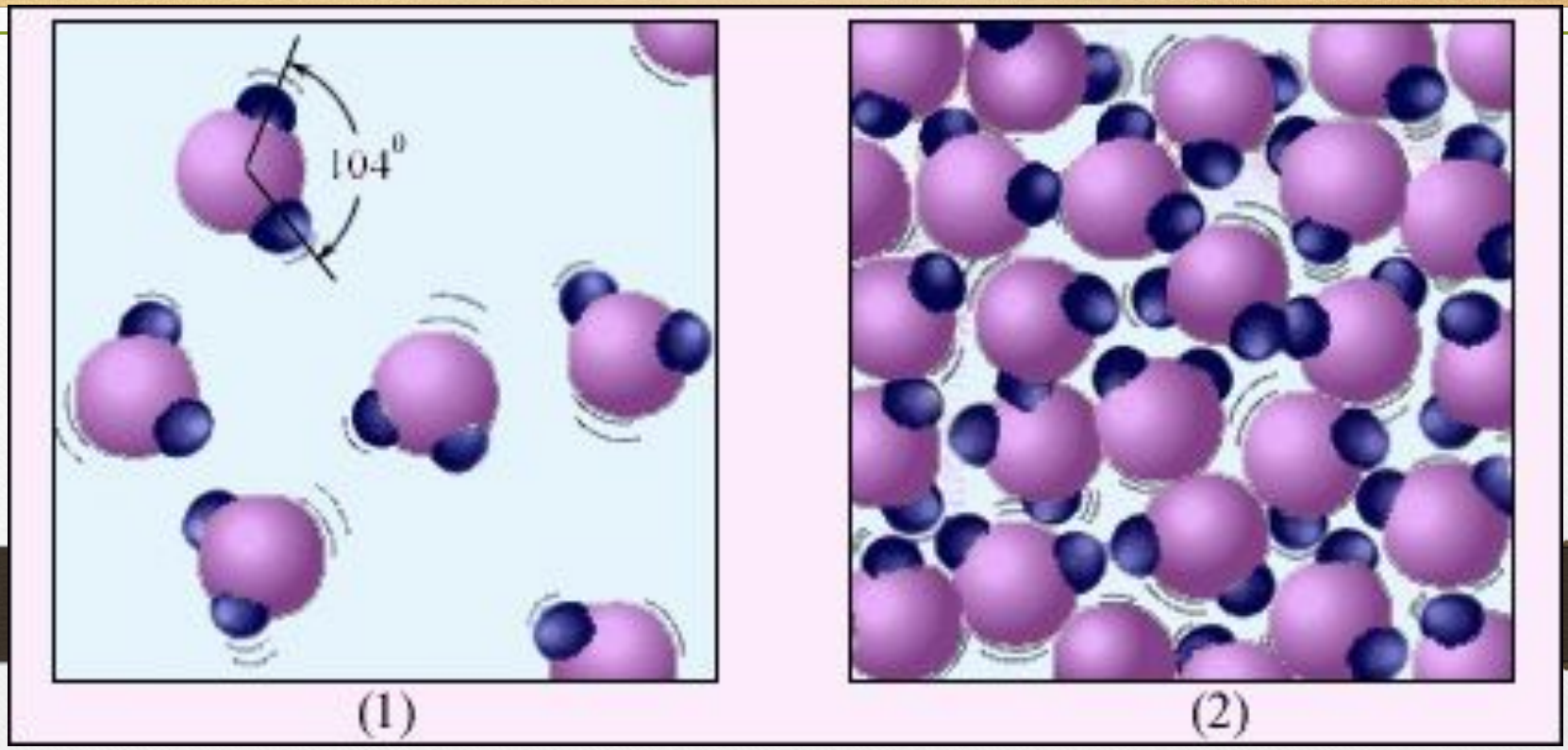
Поверхностное натяжение

- *Молекулы вещества в жидком состоянии расположены почти вплотную друг к другу.*
- *Могут совершать тепловые колебания около фиксированных центров.*
- *Каждая молекула жидкости, также как и в твердом теле, «зажата» со всех сторон соседними молекулами и совершает тепловые колебания около некоторого положения равновесия.*
- *Время от времени любая молекула может переместиться в соседнее вакантное место.*
- *Молекулы могут перемещаться по всему объему жидкости. Этим объясняется текучесть жидкостей.*
- *Из-за сильного взаимодействия между близко расположенными молекулами они могут образовывать локальные (неустойчивые) упорядоченные группы, содержащие несколько молекул.*

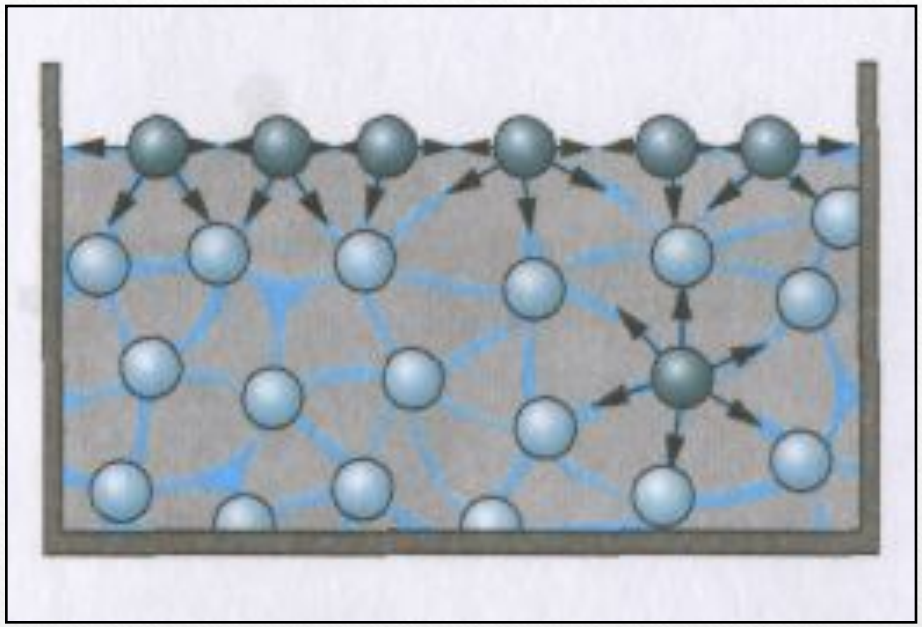
Это явление называется ***ближним порядком.***



Пример ближнего порядка молекул жидкости и дальнего порядка молекул кристаллического вещества: 1 – вода; 2 – лед.

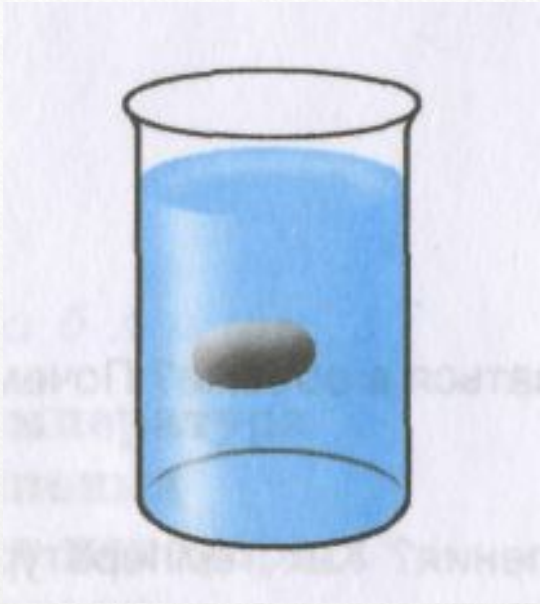


Молекула воды H_2O состоит из одного атома кислорода и двух атомов водорода, расположенных под углом 104°. Среднее расстояние между молекулами пара в десятки раз превышает среднее расстояние между молекулами воды. Молекулы воды увеличены примерно в $5 \cdot 10^7$ раз.



Молекулярный механизм поверхностного натяжения.

Внутри жидкости результирующая сила притяжения, действующая на молекулу со стороны соседних молекул, равна нулю.



Капля масла в водном растворе спирта.

Молекулы, находящиеся на поверхности под действием результирующей силы притяжения втягиваются внутрь жидкости.

Поэтому на поверхности жидкости оказывается минимальное число молекул и жидкость принимает сферическую форму, имеющую минимальную поверхность.

В космическом корабле шарообразную форму принимает и достаточно большая масса жидкости.

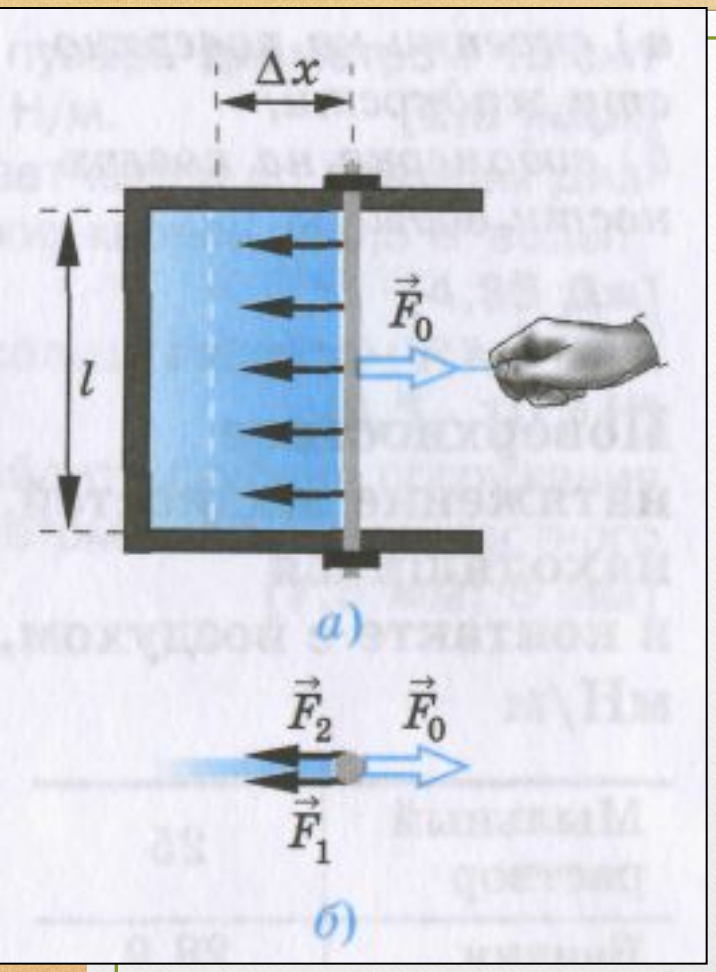
Поверхностное натяжение –

явление молекулярного давления на жидкость, вызванное притяжением молекул поверхностного слоя к молекулам внутри жидкости

Поверхностная энергия –

дополнительная потенциальная энергия молекул поверхностного слоя жидкости

$$E_{пов} = \sigma S$$



Сила поверхностного натяжения – сила, направленная по касательной к поверхности жидкости, перпендикулярно участку контура, ограничивающего поверхность, в сторону его сокращения.

$$A = F_0 \Delta x \qquad F_1 = F_2 = \frac{F_{пов}}{2}$$

$$F_0 = F_1 + F_2 = F_{пов} \qquad \Delta E_{пов} = \sigma \Delta S$$

$$2F_{пов}\Delta x = \sigma 2l\Delta x$$

$$F_{пов} = \sigma \cdot l$$

σ – поверхностное натяжения, Н/м (величина табличная)

Поверхностное натяжение жидкости зависит:

1) от природы жидкости, т. е. от сил притяжения между молекулами данной жидкости;

2) от температуры (с увеличением температуры поверхностное натяжение уменьшается) .

Ни в коем случае поверхностное натяжение не зависит от величины поверхности. Оно само есть коэффициент пропорциональности между свободной поверхностной энергией Гиббса и величиной поверхности.

Разумеется, поверхностное натяжение будет изменяться, если в жидкости будут растворены другие вещества, особенно поверхностно-активные (молекулы которых скапливаются в поверхностном слое) . Но введение других веществ в жидкость означает изменение ее природы (была чистая жидкость - стал раствор) .

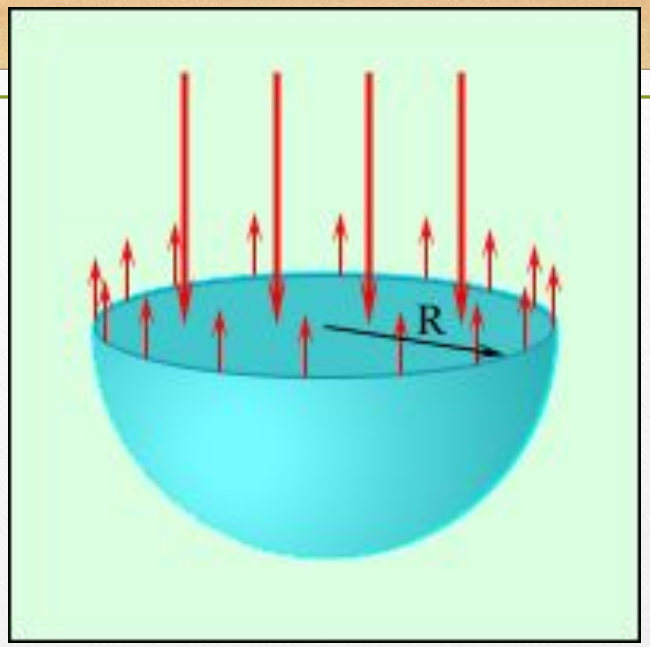
Для чистой жидкости при определенной температуре поверхностное натяжение - константа, которая приводится в справочниках.

(Это также означает, что поверхностное натяжение жидкости зависит от ее природы и температуры.)

Действие сил поверхностного натяжения

Мыльный раствор	25
Бензин	28,9
Оливковое масло	32,0
Глицерин	63,1
Вода	72,8
Ртуть	465

Поверхностное натяжение жидкостей, находящихся в контакте с воздухом, *мН/м*.



Из-за действия сил поверхностного натяжения в каплях жидкости и внутри мыльных пузырей возникает избыточное давление Δp. Если мысленно разрезать сферическую каплю радиуса R на две половинки, то каждая из них должна находиться в равновесии под действием сил поверхностного натяжения, приложенных к границе $2\pi R$ разреза, и сил избыточного давления, действующих на площадь πR^2 сечения. Условие равновесия записывается в виде:

$$\sigma \cdot 2\pi R = \Delta p \cdot \pi R^2$$

Отсюда избыточное давление внутри капли равно:

$$\Delta p = \frac{4\sigma}{R} \qquad (капля \qquad жидкости)$$

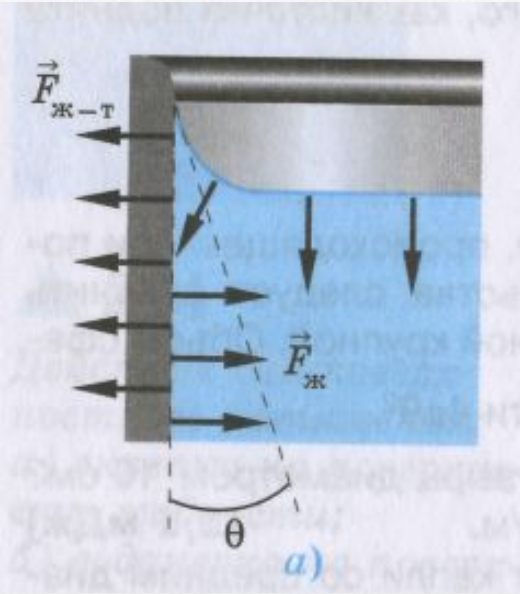
Избыточное давление внутри мыльного пузыря
в два раза больше, так как пленка имеет две поверхности:

$$\Delta p = \frac{2\sigma}{R} \qquad (мыльный \qquad пузырь)$$

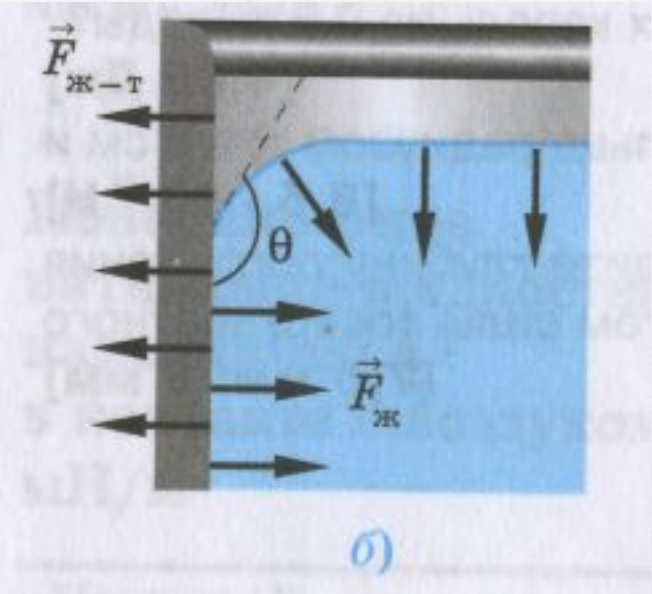
Demiart.ru/forum/

Смачивание –

искривление поверхности жидкости у поверхности твердого тела в результате взаимодействия молекул жидкости с молекулами твердого тела

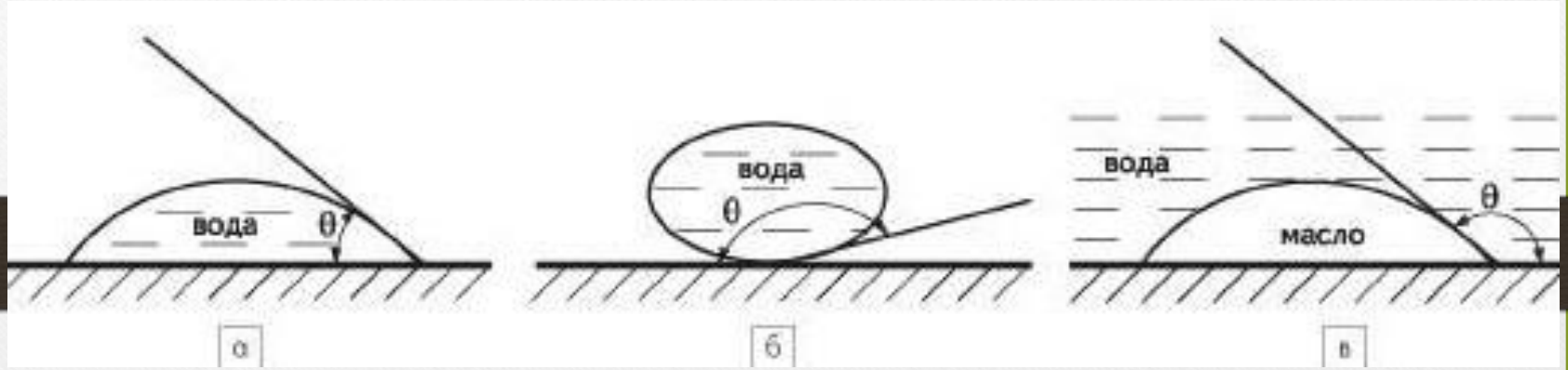


$F_{жс-т}$



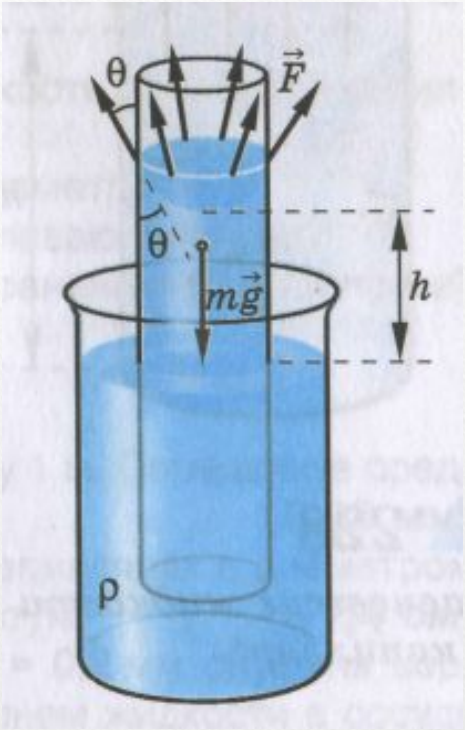
$F_{ж-т} > F_{ж}$

$F_{ж-т} < F_{ж}$

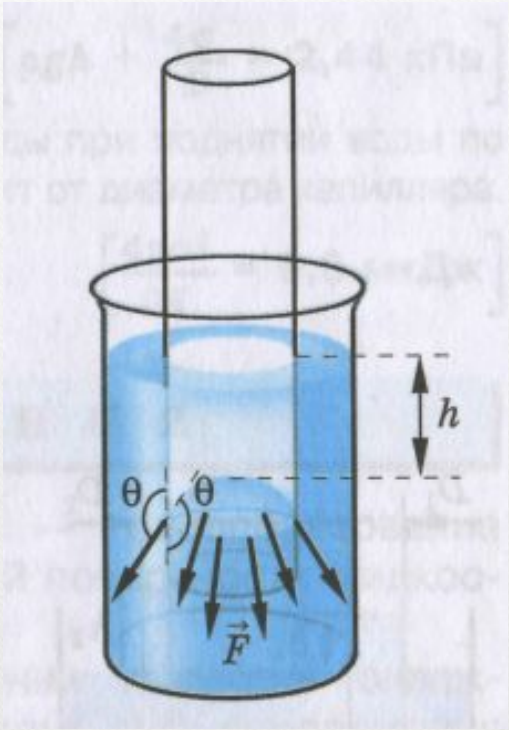

вода
θ
а
вода
θ
б
вода
масло
θ
в

Капиллярность –

явление подъема или опускания жидкости в капиллярах.

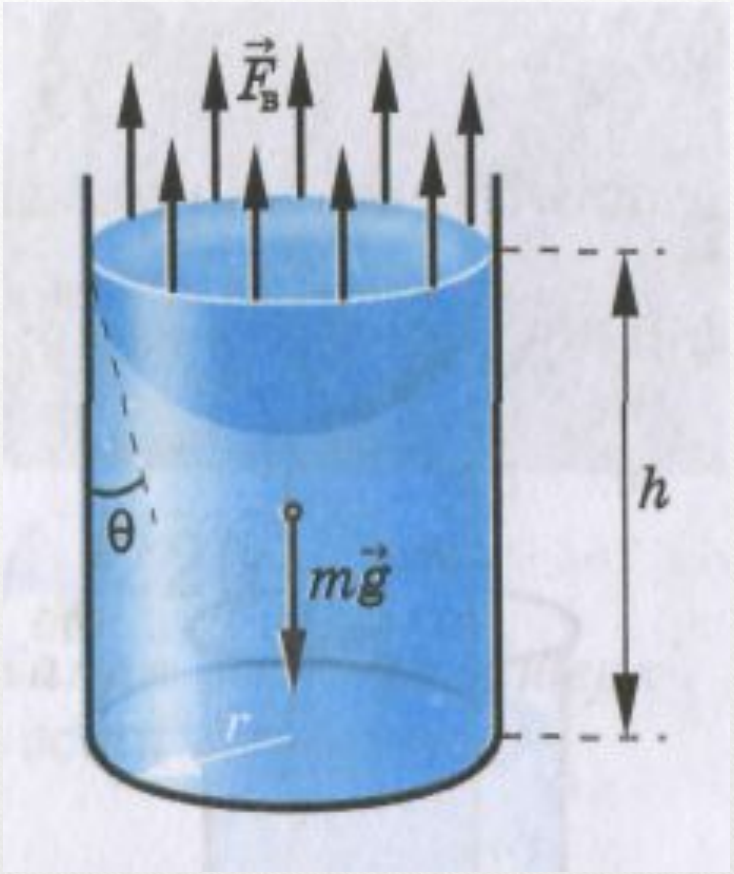


Смачиваемая жидкость поднимается в капилляре



Несмачиваемая жидкость опускается в капилляре

Равновесие жидкости в капилляре



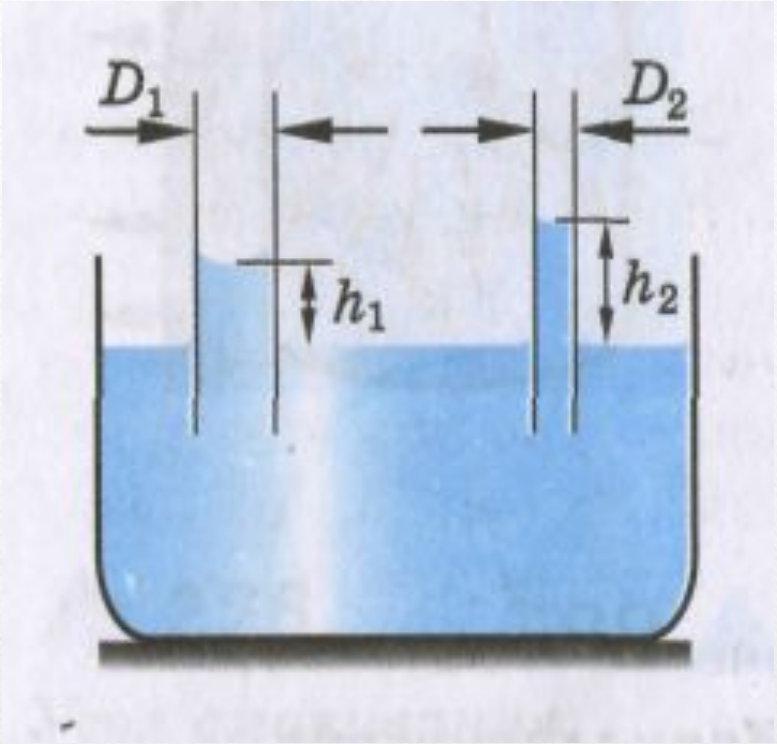
$$F_{пов} = mg$$

$$F_{пов} = \sigma \cdot \pi r$$

$$m = \rho V = \rho \pi r^2 h$$

$$\sigma \cdot 2\pi r = \rho \pi r^2 h g$$

$$\boxed{h = \frac{2\sigma}{\rho g r}}$$



Поднятие жидкости в капиллярах разного диаметра ($D_1 > D_2$, $h_1 < h_2$).

Ответить письменно, в тетради, на следующие вопросы:

1. Какое явление называется ближним порядком?
2. Дайте определение поверхностному натяжения и энергии.
3. Сила поверхностного натяжение - определение, формула и рисунок.
4. От чего зависит поверхностное натяжение?
5. Чему равно избыточное давление?
6. Что называют смачиванием?
7. Капиллярность (определение, формула, рисунок)

Решите задачу в рабочей тетради:

Швейная игла имеет длину 3,5 см и массу 0,3 г. Будет ли игла лежать на поверхности воды, если ее положить аккуратно?