



**УРОК 6.
СМАЧИВАНИЕ И
НЕСМАЧИВАНИЕ.
КАПИЛЛЯРНОСТЬ.
ПОВЕРХНОСТНОЕ
НАТЯЖЕНИЕ.**

A high-speed photograph of a water droplet falling into a pool of water, creating concentric ripples. The droplet is suspended in mid-air above the surface, and its reflection is visible in the water below. The background is a soft, out-of-focus blue gradient.

ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ

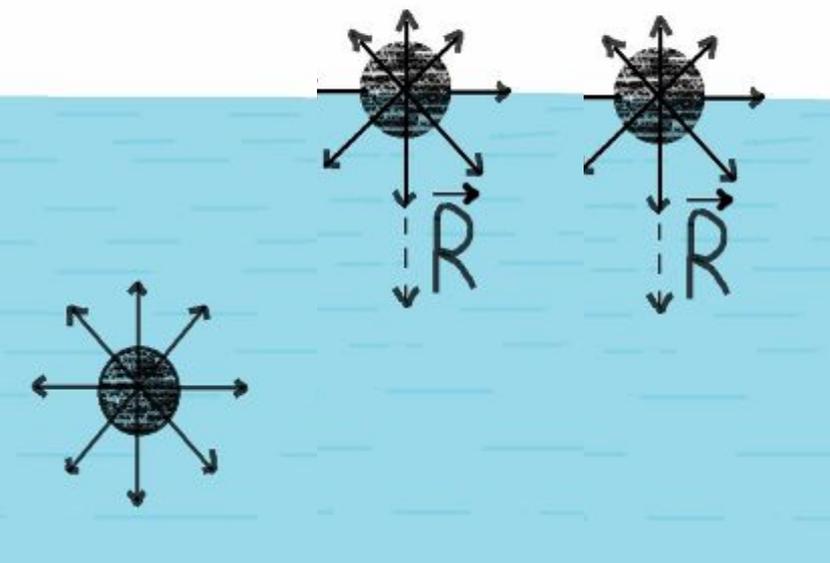


Выдуйте мыльный
пузырь и смотрите
на него: вы можете
заниматься всю
жизнь его
изучением, не
переставая
извлекать из него
уроки физики.

Уильям Томсон

Мыльный пузырь –
самое красивое и
самое совершенное,

У ЖИДКОСТИ ЕСТЬ СВОБОДНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ

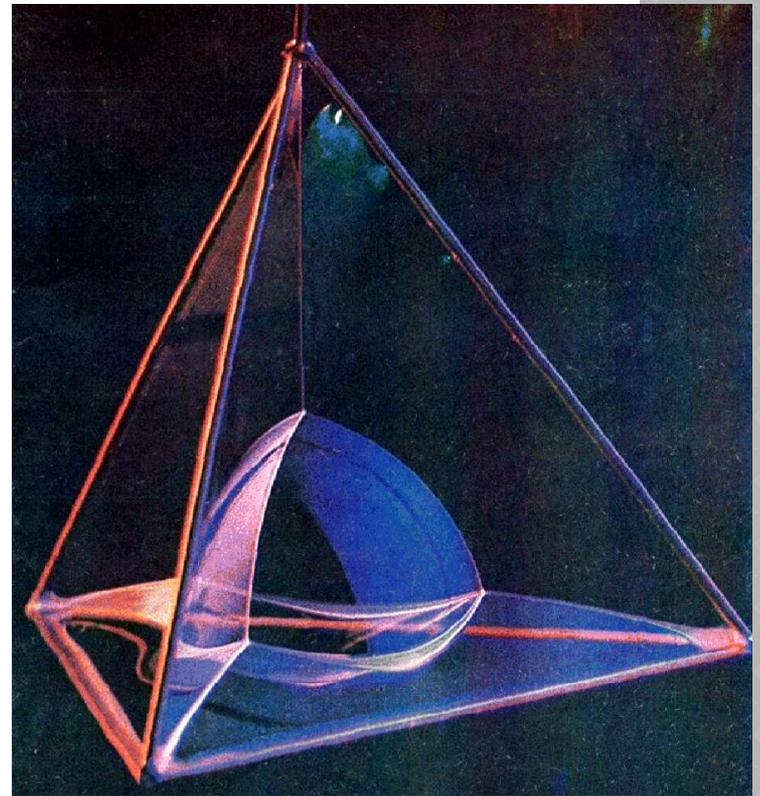


- Равнодействующая сил, действующая на каждую молекулу на поверхности жидкости, будет направлена вглубь жидкости, перпендикулярно поверхности.
- И поверхностные молекулы втягиваются внутрь жидкости.

- ⦿ Жидкость в свободном состоянии принимает форму шара



- ⦿ Мыльные пленки на каркасах



ПРИМЕРЫ МИНИМАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В ПРИРОДЕ

- барабанная перепонка в нашем ухе
- мембраны, служащие границами живых клеток;
- мембраны в живых организмах, отделяющие один орган от другого
- скелеты радиолярий, микроскопических морских ЖИВОТНЫХ.

ЭНЕРГИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ

Молекулы поверхностного слоя обладают избыточной по сравнению с молекулами внутри жидкости потенциальной энергией, т.е. **поверхностной энергией**

$$E_{\text{п}} = \sigma S$$

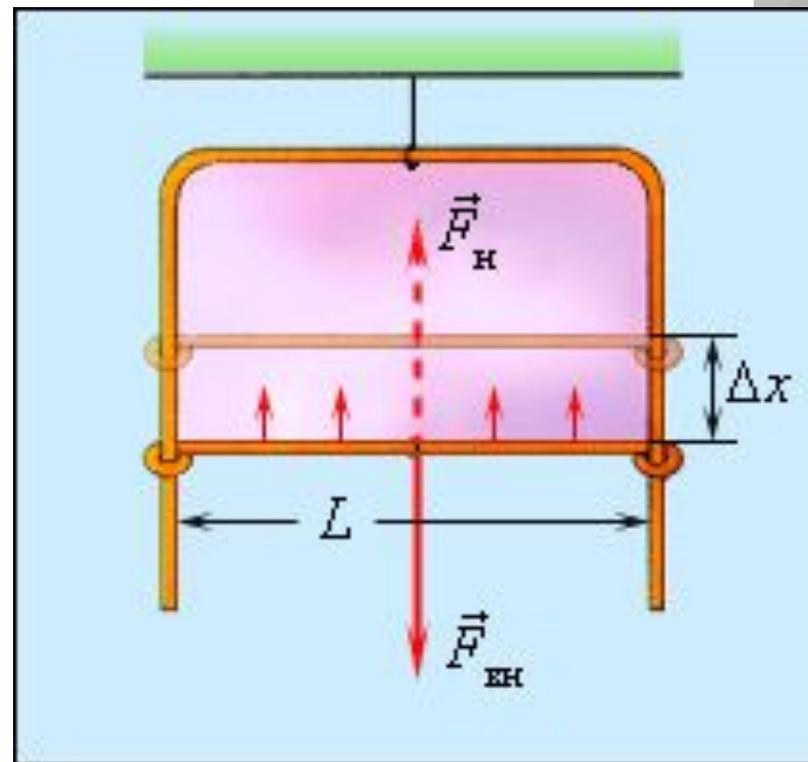
(σ - коэффициент поверхностного натяжения)

Жидкость принимает такую форму при которой эта энергия будет иметь минимальное значение, а ее площадь оказывается минимальной для данного объема жидкости.

МЕХАНИЗМ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ

Если в мыльный раствор опустить проволочную рамку, одна из сторон которой подвижна, то на ней образуется пленка жидкости.

Силы поверхностного натяжения стремятся сократить поверхность пленки и направлены вверх.



КОЭФФИЦИЕНТ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ

$$\sigma = \frac{F_{нов}}{l}$$

Коэффициентом
поверхностного
натяжения
называется
отношение модуля
силы
поверхностного
натяжения к длине
периметра,
ограничивающего
поверхность
жидкости.

σ - ЗАВИСИТ ОТ:

- рода жидкости
- наличия примесей
- температуры

$\Sigma_{\text{ЧИСТОЙ ВОДЫ}} = 73 \text{ мН/м}$

$\Sigma_{\text{МЫЛЬНОГО РАСТВОРА}} = 40 \text{ мН/м}$





РТУТЬ И ВОДА



ТВЕРДОЕ ТЕЛО	ПОВЕДЕНИЕ ВОДЫ НА ПОВЕРХНОСТИ
Стекло	Растекается, смачивает
Резина	НЕ Растекается НЕ смачивает
Парафин	НЕ Растекается НЕ смачивает
Листья комнатных растений	НЕ Растекается НЕ смачивает
Пластилин	НЕ Растекается НЕ смачивает
Алюминий	Растекается, смачивает
Бумага, салфетка	Растекается, смачивает
Ткань	Растекается, смачивает
Кожа	Растекается, смачивает
Дерево	Растекается, смачивает

Смачивание – физическое взаимодействие жидкости с поверхностью твёрдого тела или другой жидкости.



Несмачивание - физическое явление отсутствия смачивания жидкостью поверхности материала.



Смачивание и несмачивание

*притяжение между молекулами жидкости **меньше** чем между молекулами жидкости и поверхности*



*притяжение между молекулами жидкости **больше** чем между молекулами жидкости и поверхности*



СМАЧИВАНИЕ

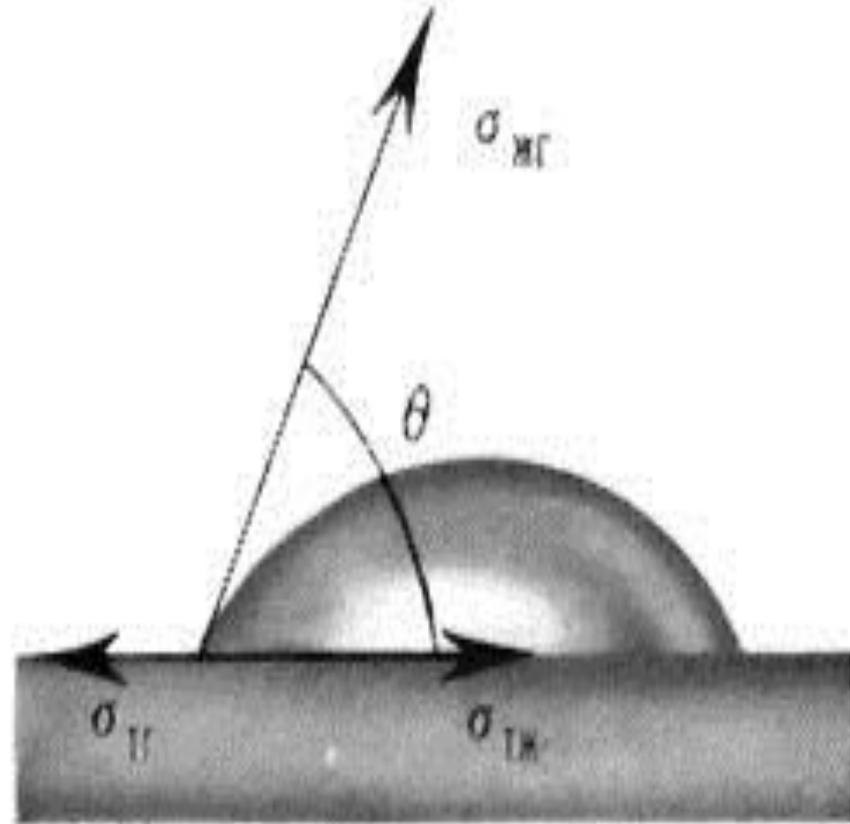
Жидкость, которая растекается тонкой пленкой по поверхности твердого тела называется

смачивающей

$$F_{\text{ж-т}} > F_{\text{ж}}$$

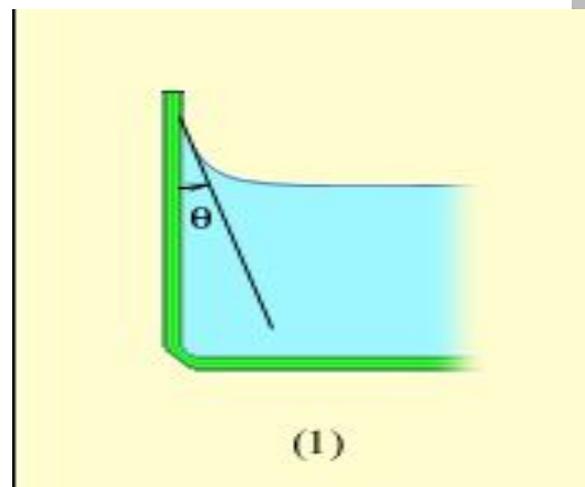
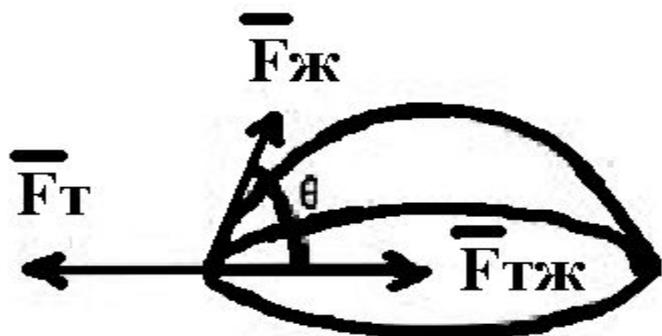
Угол смачивания

$$\Theta < 90^\circ$$



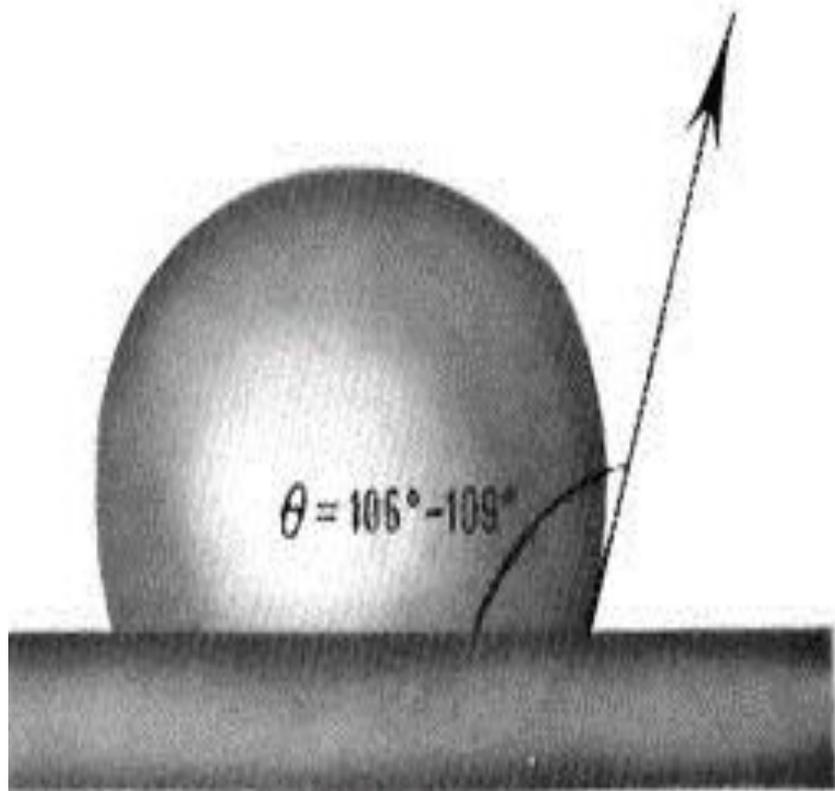
Вода-стекло

СМАЧИВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЖИДКОСТЬЮ - ЛИОФИЛЬНОСТЬ.



Если поверхностное натяжение на границе жидкость - твердое тело меньше, чем на границе твёрдое тело - газ, то краевой угол θ острый и жидкость смачивает твёрдое тело.

НЕСМАЧИВАНИЕ



Вода-парафин, ртуть-стекло

Жидкость, собирающаяся в каплю, а не растекающаяся по поверхности твердого тела называется

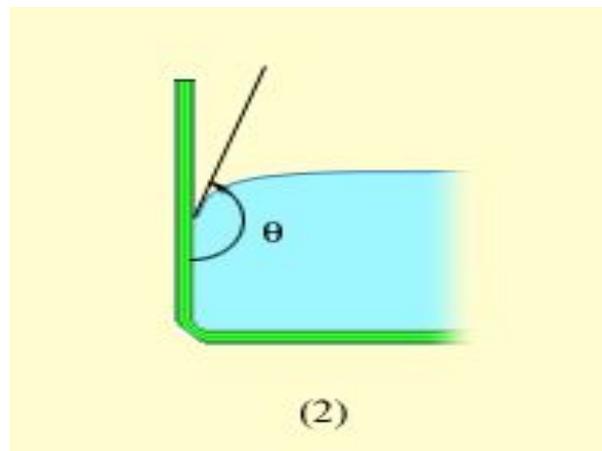
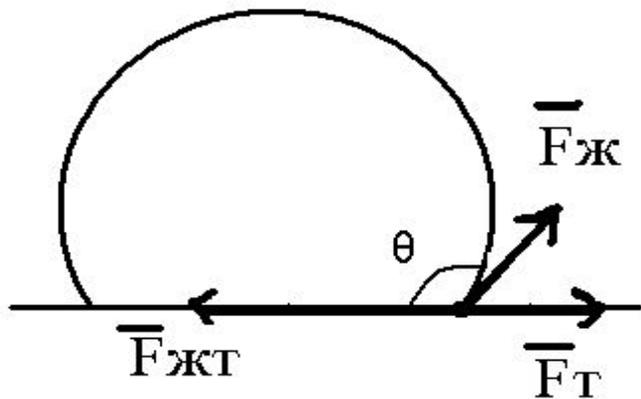
несмачивающей

$$F_{\text{ж-т}} < F_{\text{ж}}$$

Угол смачивания

$$\Theta > 90^\circ$$

НЕСМАЧИВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЖИДКОСТЬЮ - ЛИОФОБНОСТЬ.



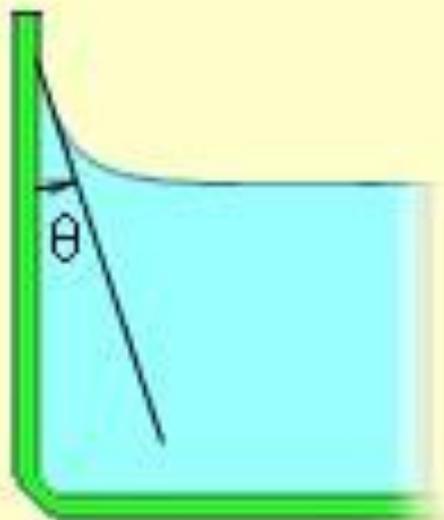
Если поверхностное натяжение на границе жидкость - твердое тело больше, чем на границе твердое тело - газ, то краевой угол θ тупой и жидкость не смачивает твердое тело.

Мениск - форма поверхности жидкости вблизи стенки сосуда.

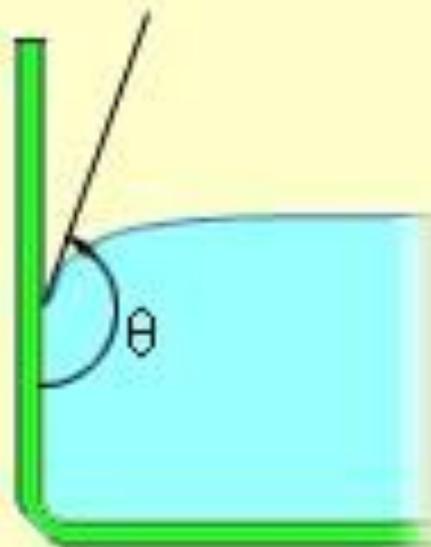
Угол смачивания - угол между плоскостью, касательной к поверхности жидкости, и стенкой.

Для смачивающей жидкости θ — острый, для несмачивающей θ — тупой.

При полном смачивании $\theta = 0$, при полном несмачивании $\theta = 180^\circ$.



(1)



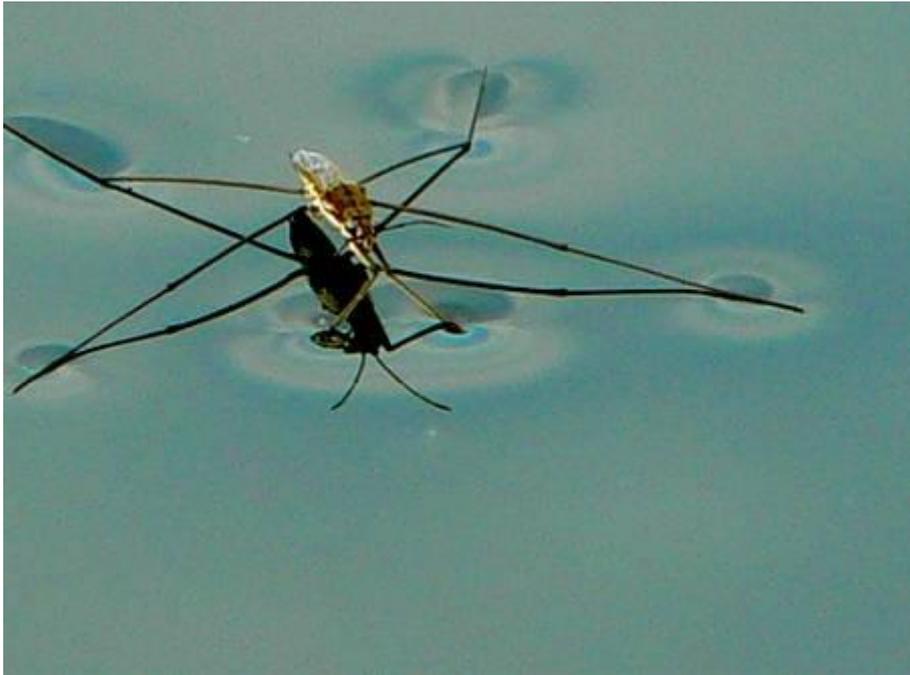
(2)

На каком из рисунков жидкость
смачивает поверхность твердого тела

РТУТЬ И ВОДА



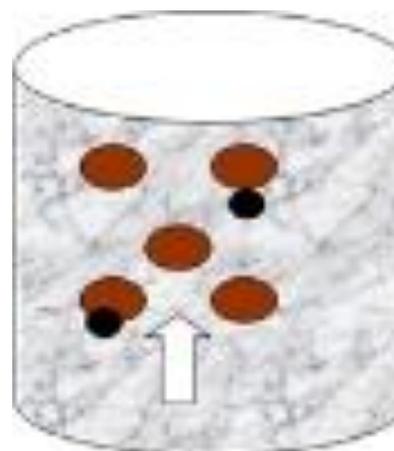
ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ВОДОМЕРОК



ЯВЛЕНИЕ НЕСМАЧИВАНИЯ В ПРИРОДЕ



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ СМАЧИВАНИЯ



ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ И КРЫЛЬЕВ НАСЕКОМЫХ



«ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ» ВОДОПЛАВАЮЩИХ ПТИЦ И ЖИВОТНЫХ

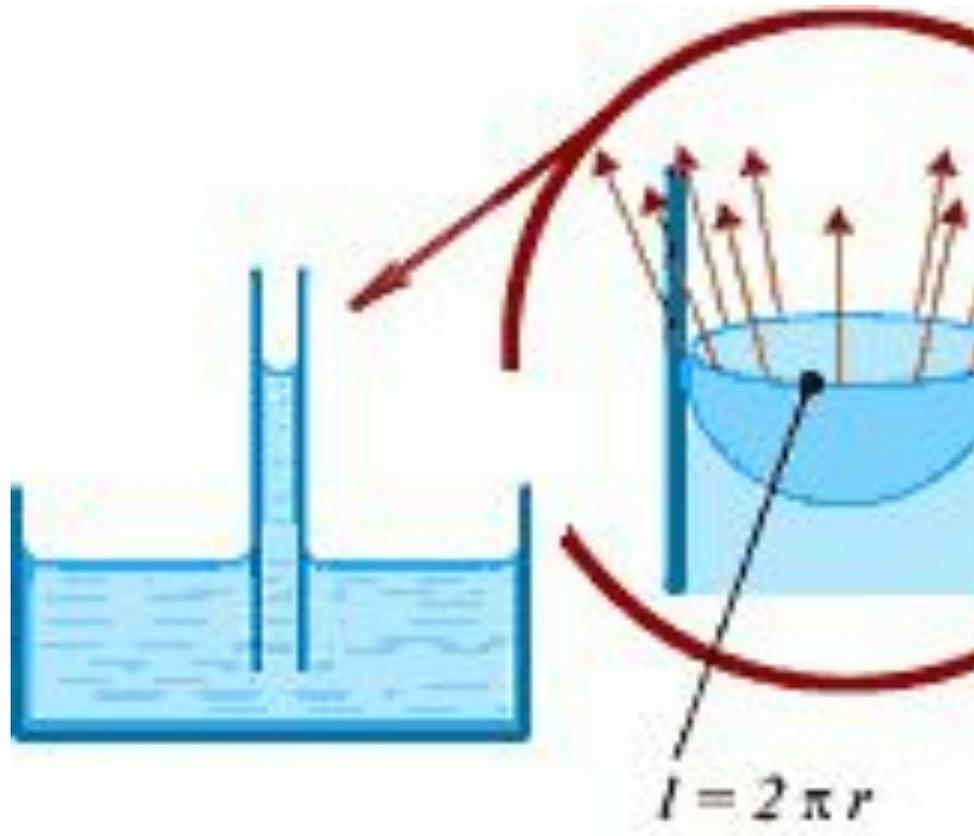


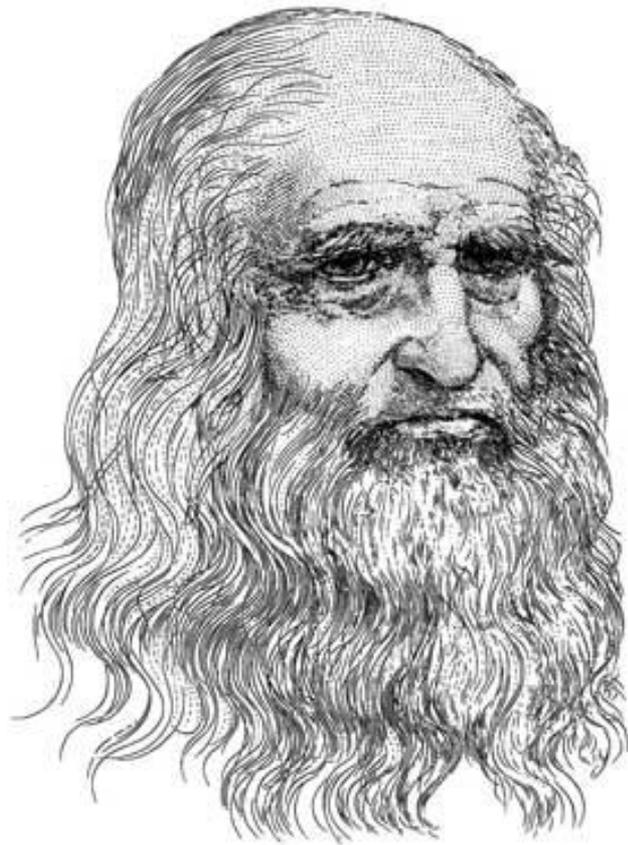
КАПИЛЛЯРНОСТЬ

ГРЕЧ. "КАПИЛЛУС" - ВОЛОС

Капилляр – трубка с узким каналом

Капиллярность - явление подъема или опускания жидкости в капиллярах



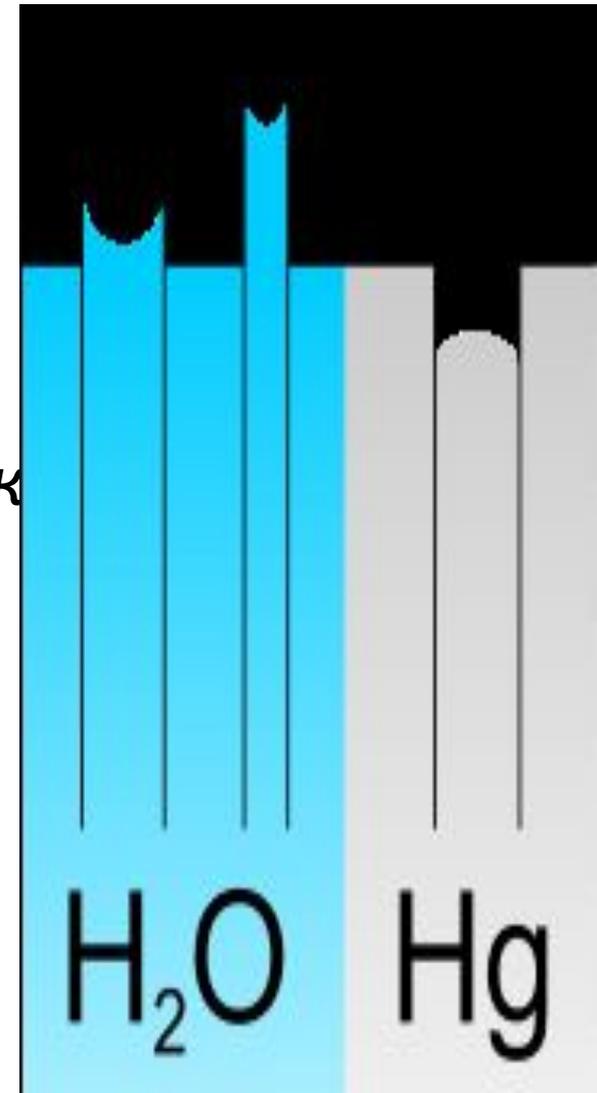


Капиллярные явления впервые были открыты и исследованы *Леонардо да Винчи* (XV век), затем **Б. Паскалем** (XVII век) и **Д.Жюреном** (XVIII век) в опытах с капиллярными трубками.

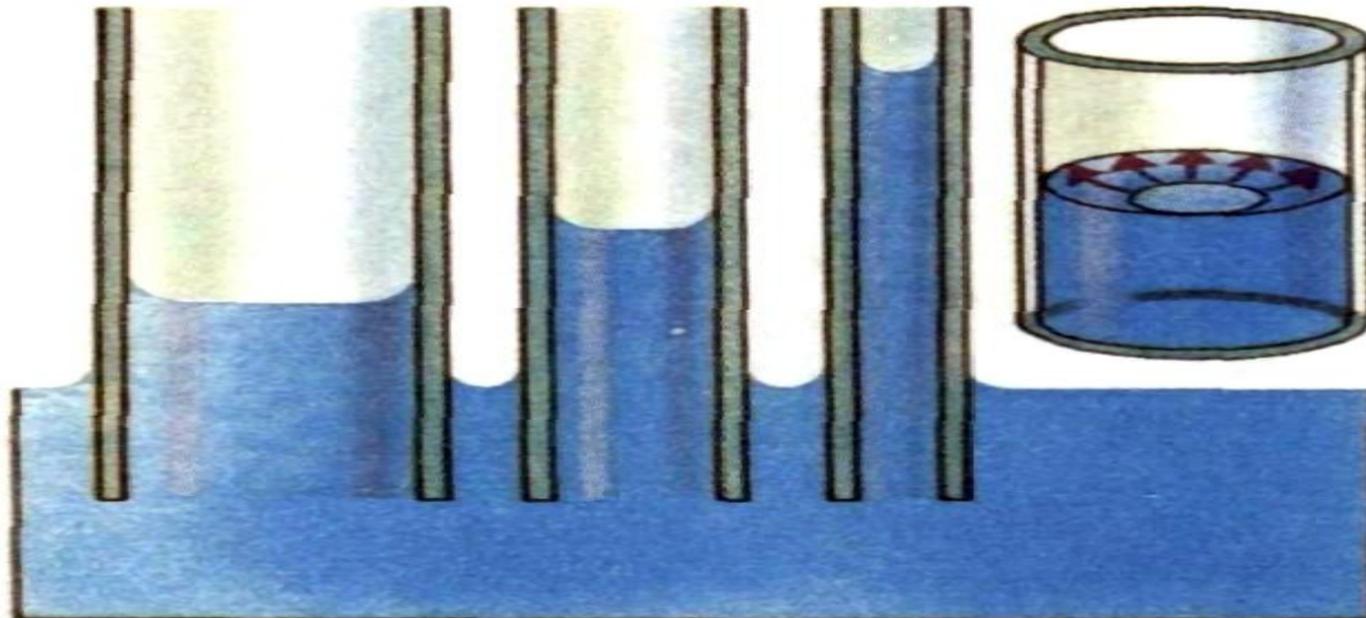
Теория капиллярных явлений развита в работах **П.Лапласа**, **Т.Юнга**, **С.Пуассона**, **Дж.Гиббса** и **И.С.Громеки** (XIX век)

Смачивающая жидкость образует в капилляре **вогнутый мениск**, так как сила притяжения между молекулами жидкости и твёрдого тела больше силы притяжения между молекулами жидкости.

А несмачивающая жидкость образует в капилляре **выпуклый мениск**, поскольку сила притяжения между молекулами жидкости и твёрдого тела меньше силы притяжения между молекулами жидкости.

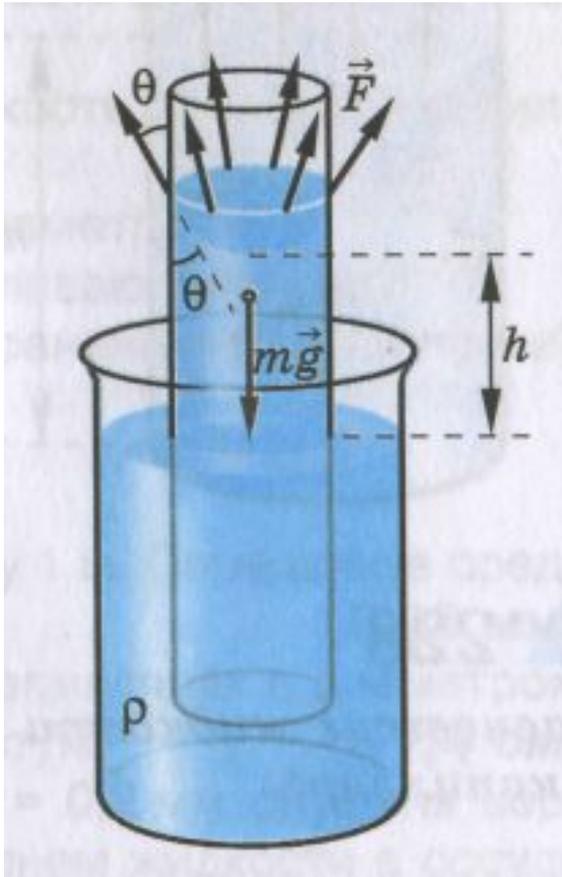


**КАПИЛЛЯРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ - ЭТО
ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ,
ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ДЕЙСТВИЕМ
ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ НА
ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА
НЕСМЕШИВАЮЩИХСЯ СРЕД.**

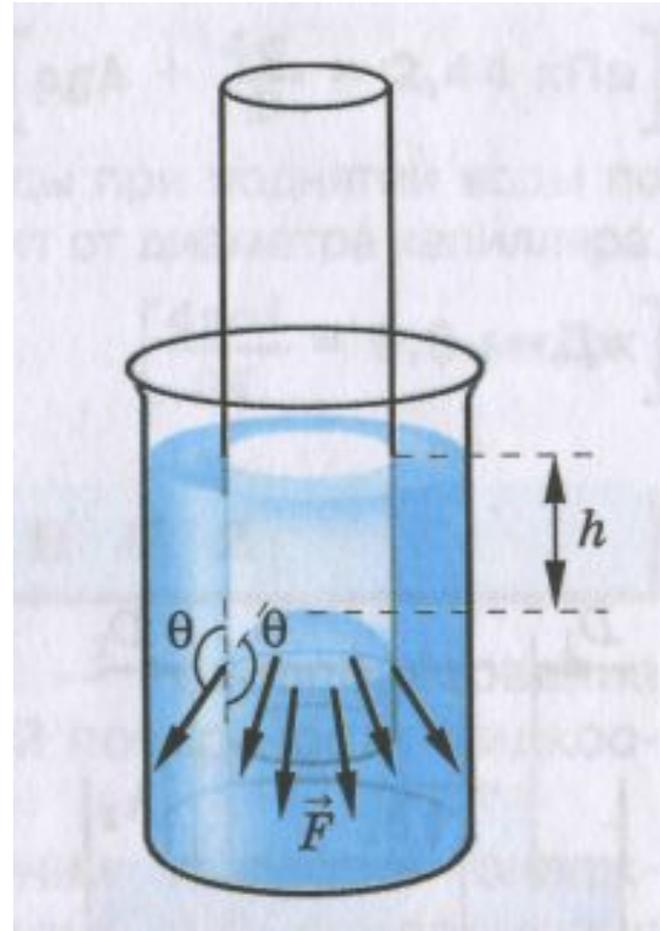


Капиллярность –

явление подъема или опускания жидкости в капиллярах.

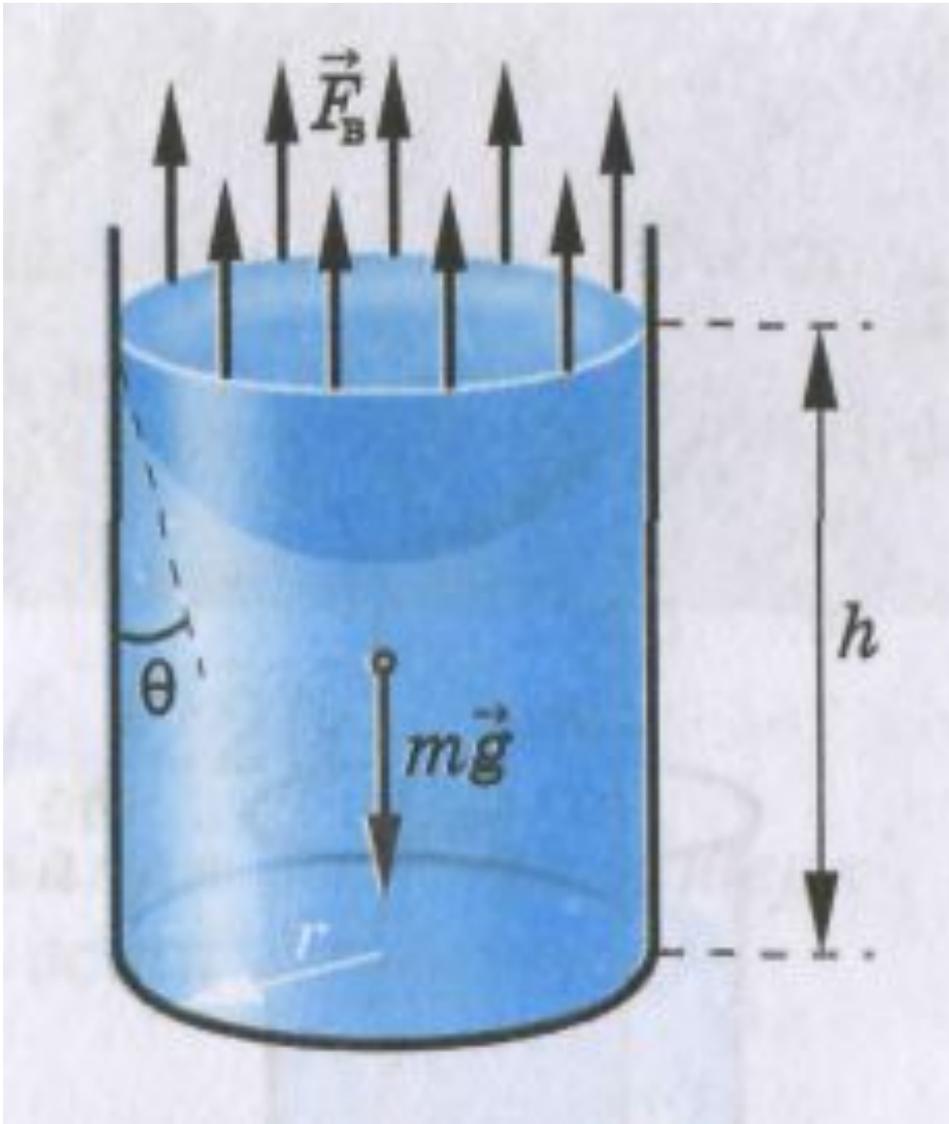


*Смачиваемая жидкость
поднимается в капилляре*



*Несмачиваемая жидкость
опускается в капилляре*

Равновесие жидкости в капилляре



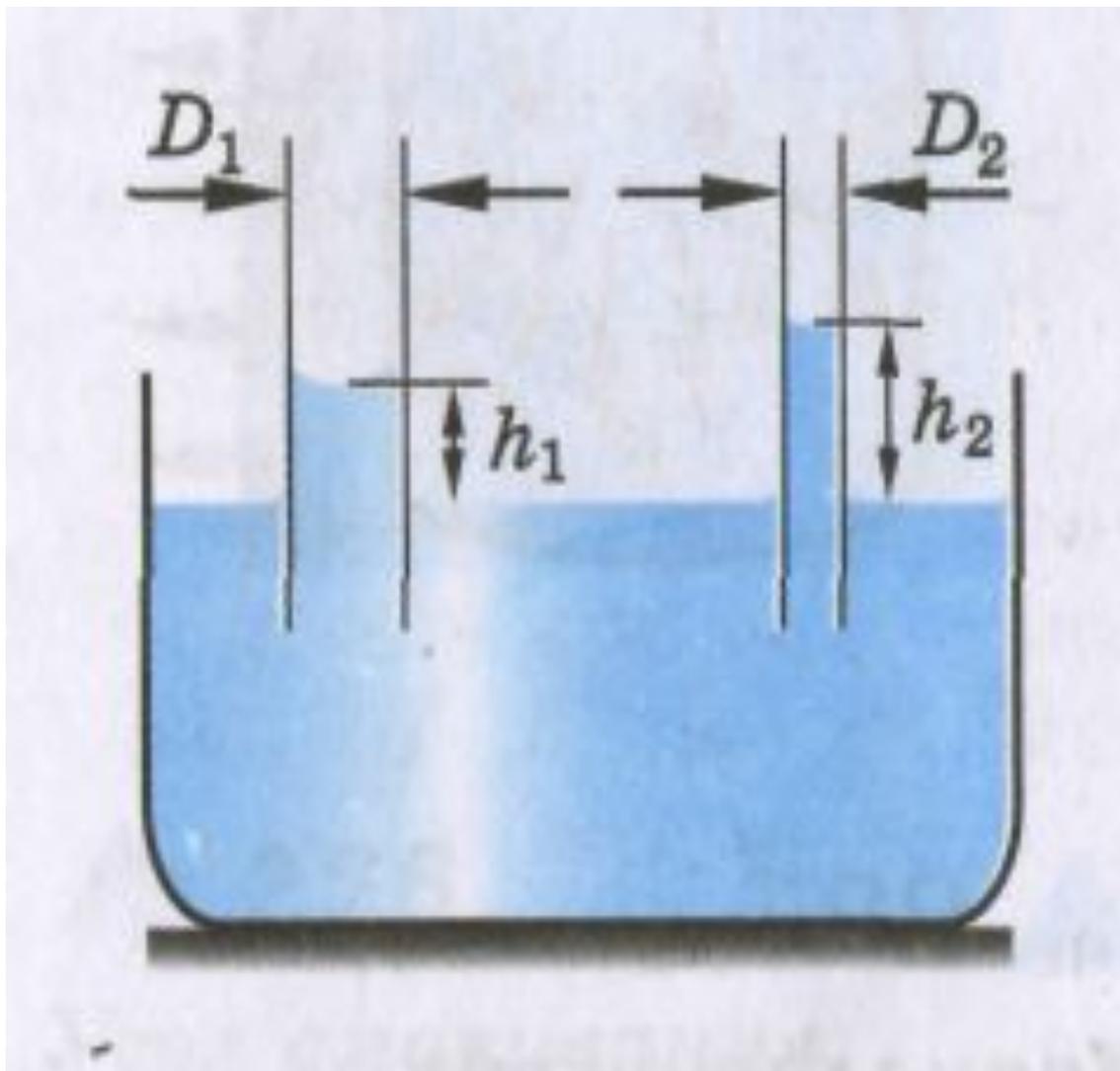
$$F_{\text{нов}} = mg$$

$$F_{\text{нов}} = \sigma \cdot \pi r$$

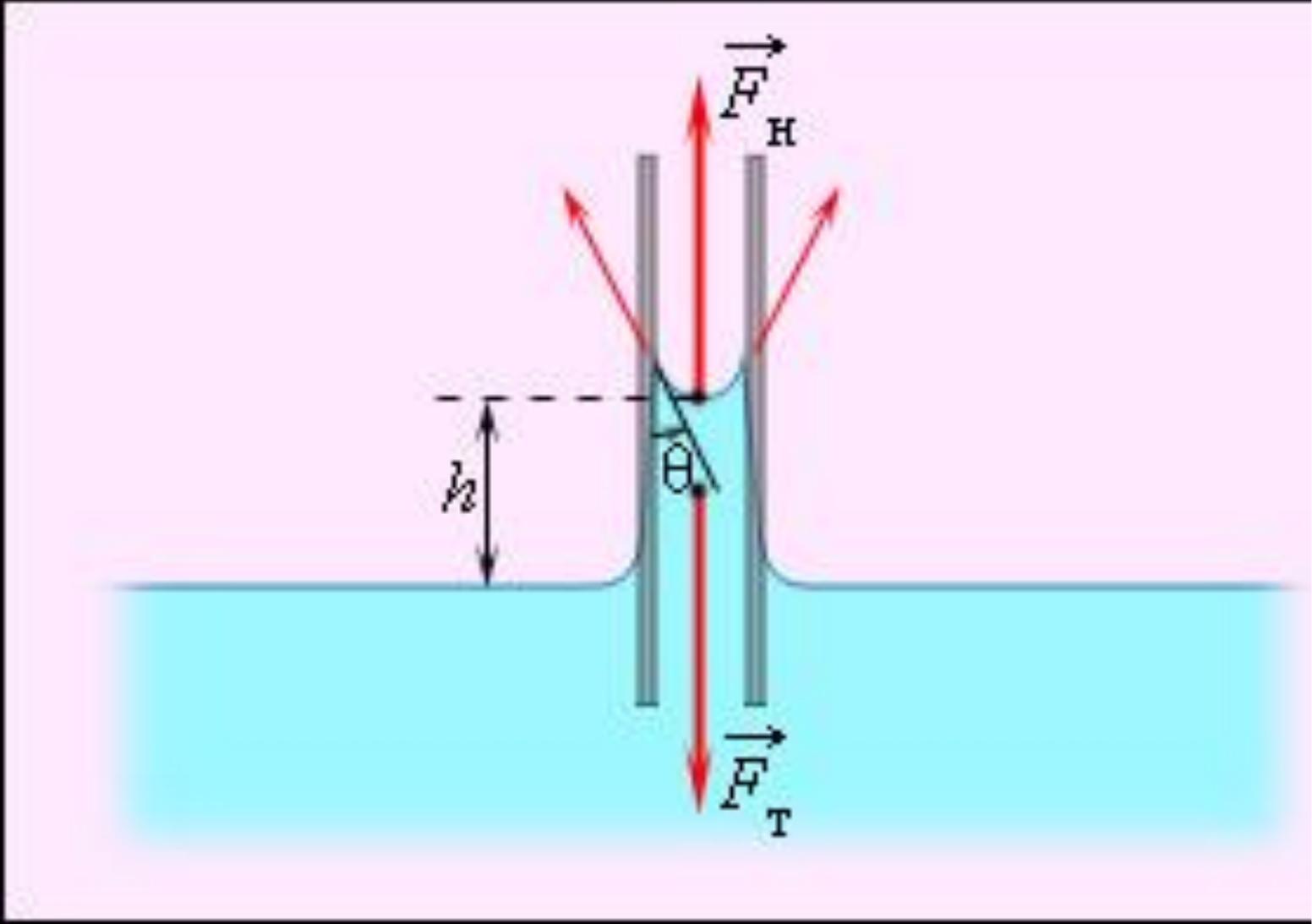
$$m = \rho V = \rho \pi r^2 h$$

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

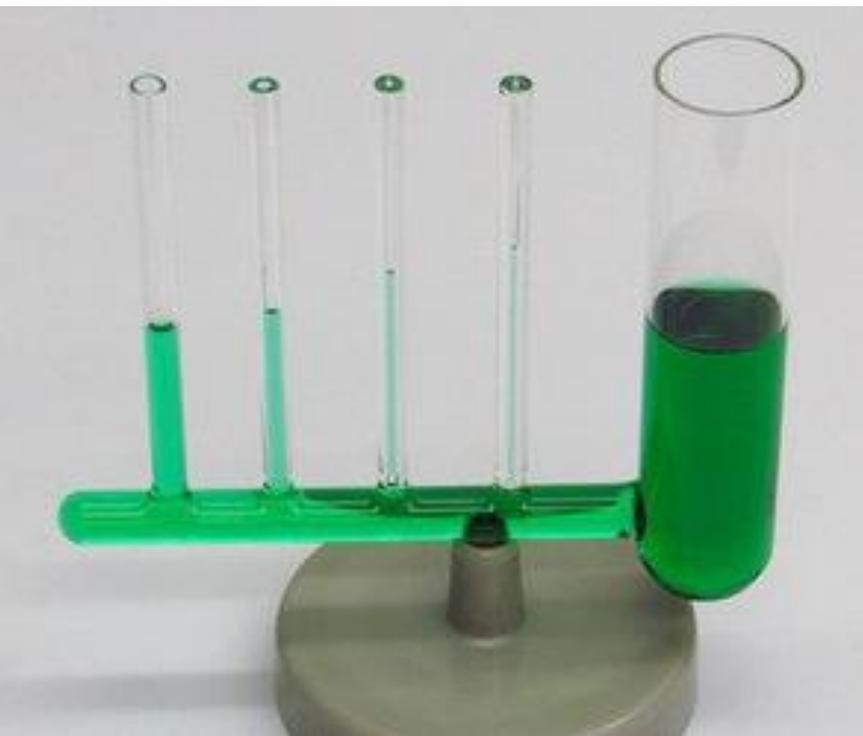
$$h = \frac{2\sigma}{\rho g r}$$



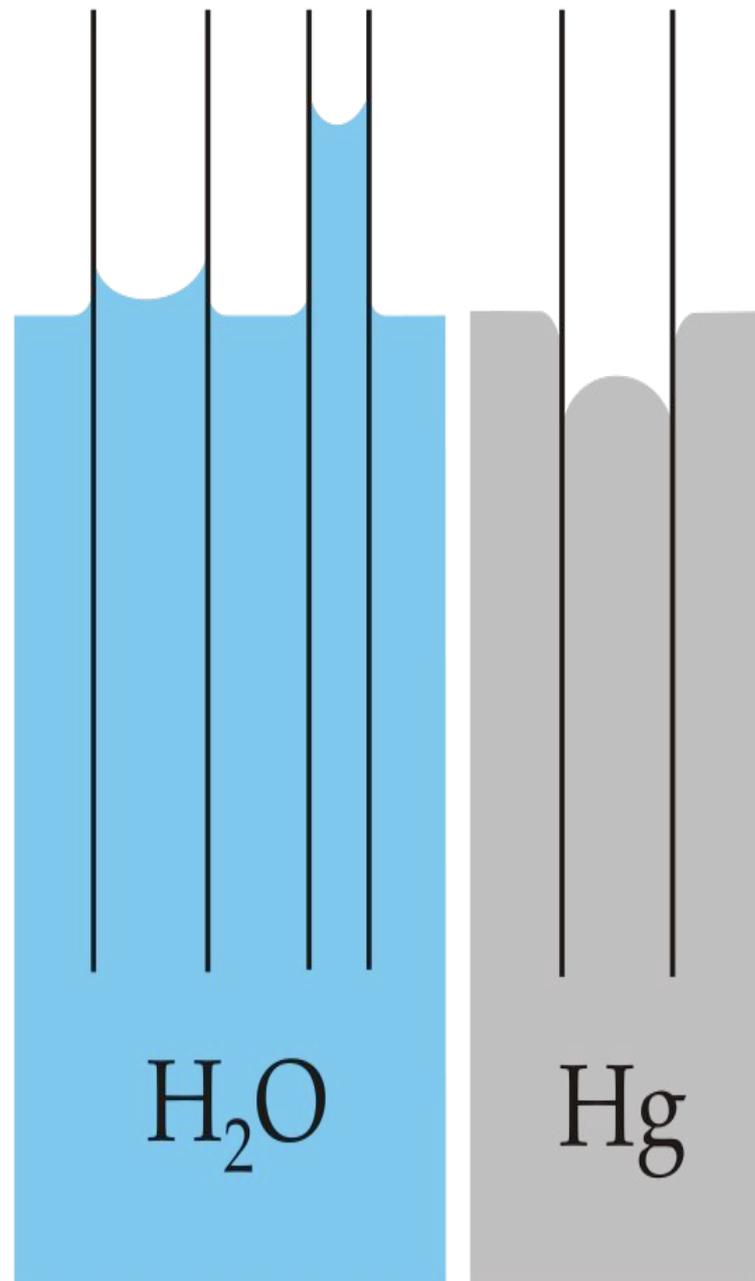
Поднятие жидкости в капиллярах разного диаметра ($D_1 > D_2$, $h_1 < h_2$).

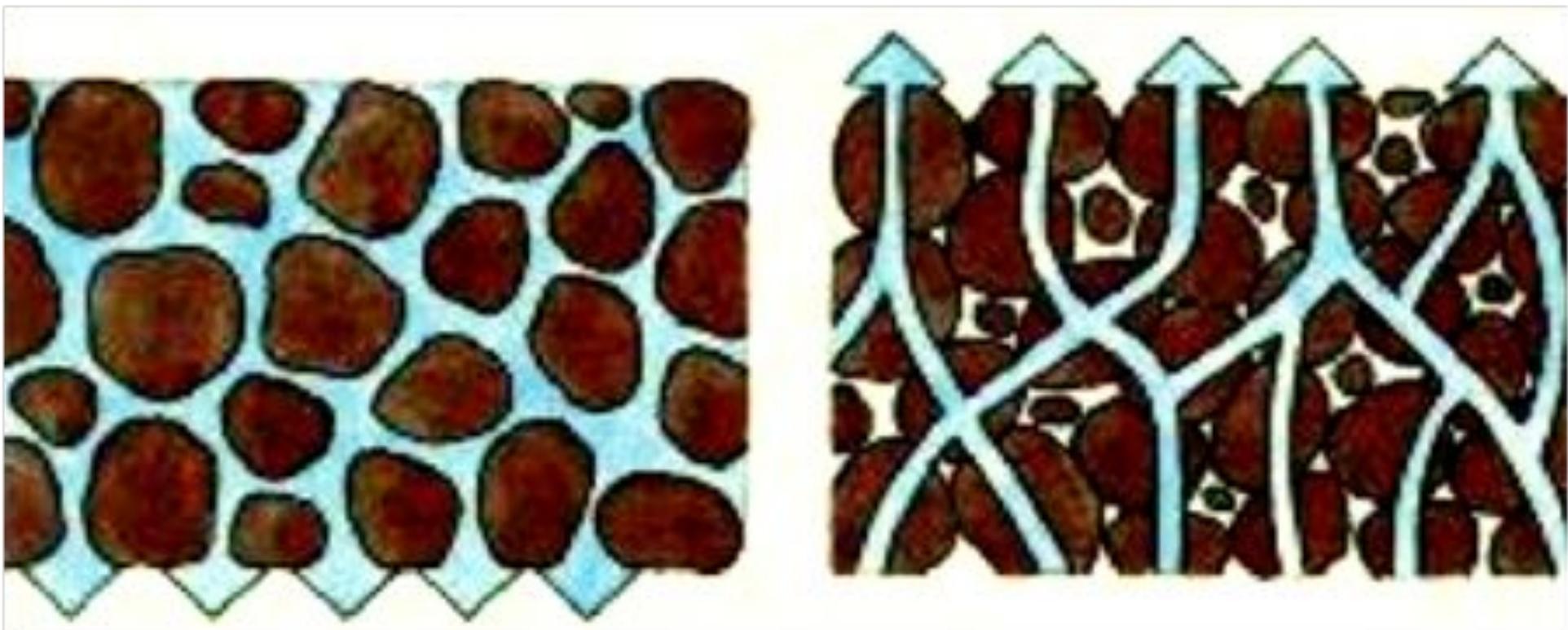


Капиллярный эффект — физическое явление, заключающееся в способности жидкостей изменять уровень в трубках, узких каналах произвольной формы, пористых телах.



В поле тяжести (или сил инерции) поднятие жидкости происходит в случаях смачивания каналов жидкостями, например воды в стеклянных трубках, песке, грунте и т. п. Понижение жидкости происходит в трубках и каналах, не смачиваемых жидкостью, например ртуть в стеклянной трубке.





Корневая система растений оканчивается тончайшими нитями-капиллярами.

И сама почва, источник питания для корня, может быть представлена как совокупность капиллярных трубочек.

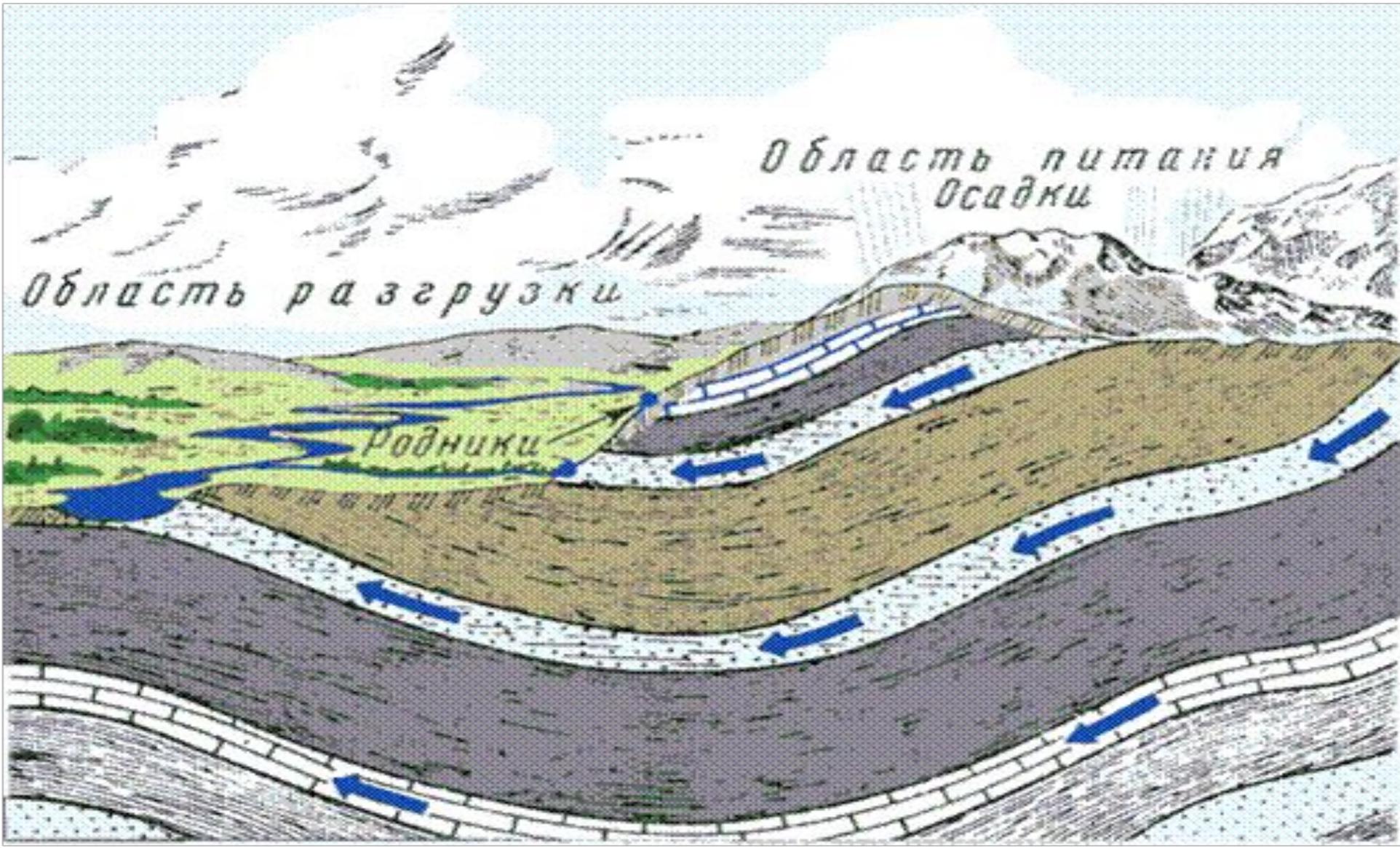
БОРОНОВАНИЕ И ПАХОТА



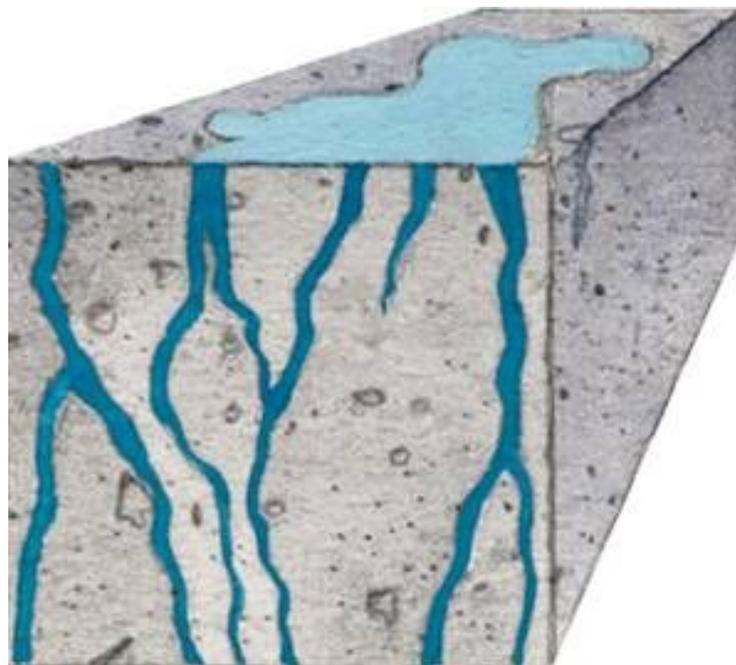
Сразу после посева и посадки овощных растений почву начинайте неглубоко рыхлить.



Грунтовые воды



КАПИЛЛЯРНАЯ ПРОПИТКА



КАПИЛЛЯРЫ НА СЛУЖБЕ У ЧЕЛОВЕКА



ЗАДАЧА №1

Дано:

$$h = 1 \text{ м}$$

$$\sigma = 72,8 \cdot 10^{-2} \text{ мН/м}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$d - ?$$

РЕШЕНИЕ:

ЗАДАЧА №1

Дано:

$$h = 1 \text{ м}$$

$$\sigma = 72,8 \cdot 10^{-2} \text{ мН/м}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$d - ?$$

РЕШЕНИЕ:

Высота подъема жидкости в капилляре

$$h = \frac{2\sigma}{\rho g r} = \frac{4\sigma}{\rho g d}, \text{ откуда диаметр капилляров}$$

$$d = \frac{4\sigma}{\rho g h} = \frac{4 \cdot 7,28 \cdot 10^{-2}}{1 \cdot 1000 \cdot 9,8} \approx 3 \cdot 10^{-5} \text{ м} = 0,03 \text{ мм.}$$

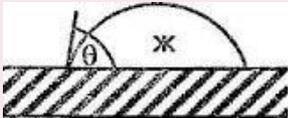
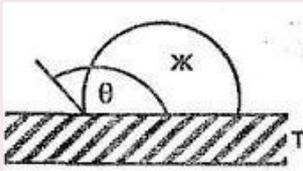
ЗАДАНИЕ «НАЙДИ ПАРУ».

Понятие	Определение
1. Смачивание	А. Явление подъема или опускания жидкости в капилляре
2. Мениск	Б. Узкий сосуд
3. Угол смачивания	В. Форма поверхности жидкости вблизи стенки сосуда
4. Капилляр	Г. Угол между плоскостью, касательной к поверхности жидкости, и стенкой
5. Капиллярность	Д. Искривление поверхности жидкости у поверхности твердого тела в результате взаимодействия молекул жидкости с молекулами твердого тела

ЗАДАНИЕ «НАЙДИ ПАРУ».

Понятие	Определение
1	Д
2	В
3	Г
4	Б
5	А

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ

Вопросы для сравнения	Смачивающая жидкость	Несмачивающая жидкость
1. Условия	$F_{\text{Т-Ж}} > F_{\text{Ж}}$	$F_{\text{Т-Ж}} < F_{\text{Ж}}$
2. Примеры (ж-тв.тело)	Вода - стекло	Вода - парафин
3. Учет и использование	Покраска, стирка, пайка	Гидроизоляция
4. Мениск и угол смачивания		
5. Характер капиллярности	Подъем жидкости в капилляре	Опускание жидкости в капилляре

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

1. Определить высоту подъёма воды в капилляре диаметром 10^{-3} м.
($\sigma = 0,073 \text{ Н/м}$)

1. На какую высоту поднимется вода в капиллярном канале стебля ржи диаметром 0,04 мм
($\sigma = 0,073 \text{ Н/м}$)

2. Определить σ керосина, если в вертикальной трубке диаметром 4 мм он поднялся на 3 см.
($\rho = 800 \text{ кг/м}^3$)

2. Спирт поднялся в 1-м капилляре на высоту 55 мм, а во 2-м на 137,5 см. найти отношение диаметров капилляров.

ОТВЕТЫ

0,015 м	0,7 м	6,1 см
0,24 Н/м	В 2,5 раза меньше	0,14 м
$r = \frac{2 \sigma}{\rho g h} = 0,0001 \text{ м}$		

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

Конспект

Задачи из слайда 47,50