

ЛЕКЦИЯ №5

РЕАЛЬНЫЕ СРЕДЫ

(ЖИДКОСТИ И ТВЕРДЫЕ ТЕЛА)

ГАЗЫ

ЖИДКИЕ ТЕЛА

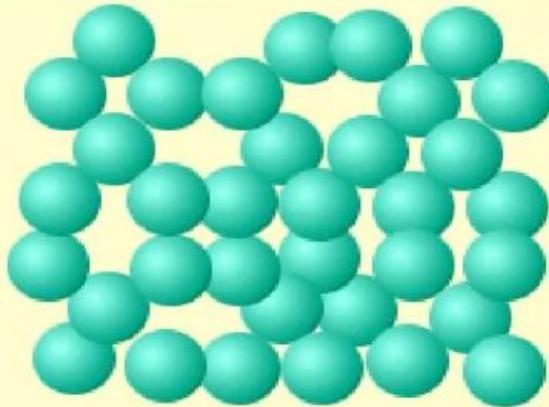
ТВЕРДЫЕ ТЕЛА



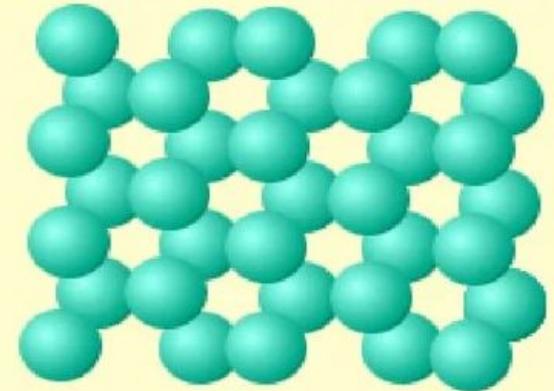
Хаотическое движение атомов и молекул

Ближний порядок

Дальний порядок



(1)



(2)

вода

лед

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

ЖИДКИЕ ТЕЛА



ИЗОТРОПИЯ

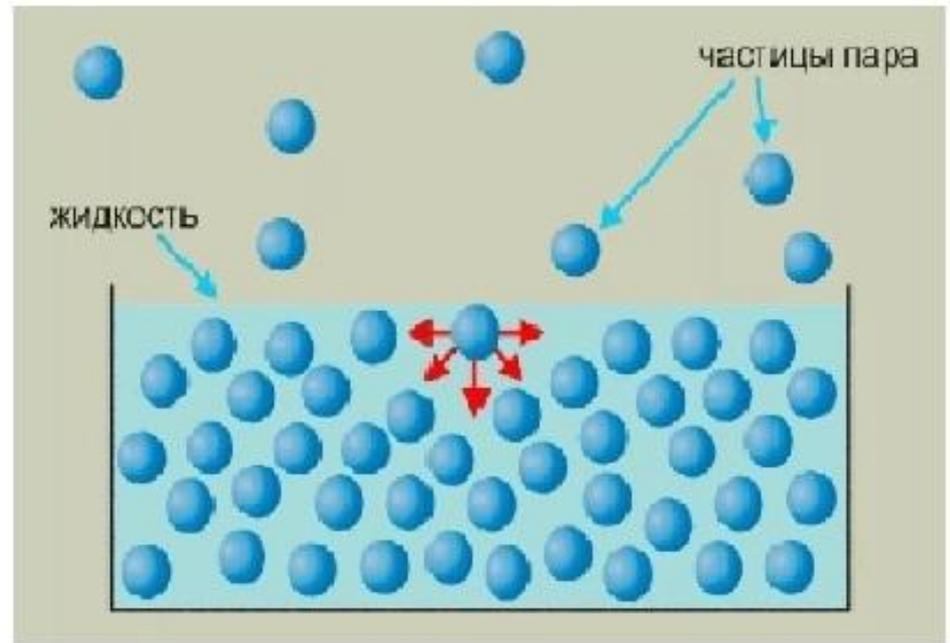
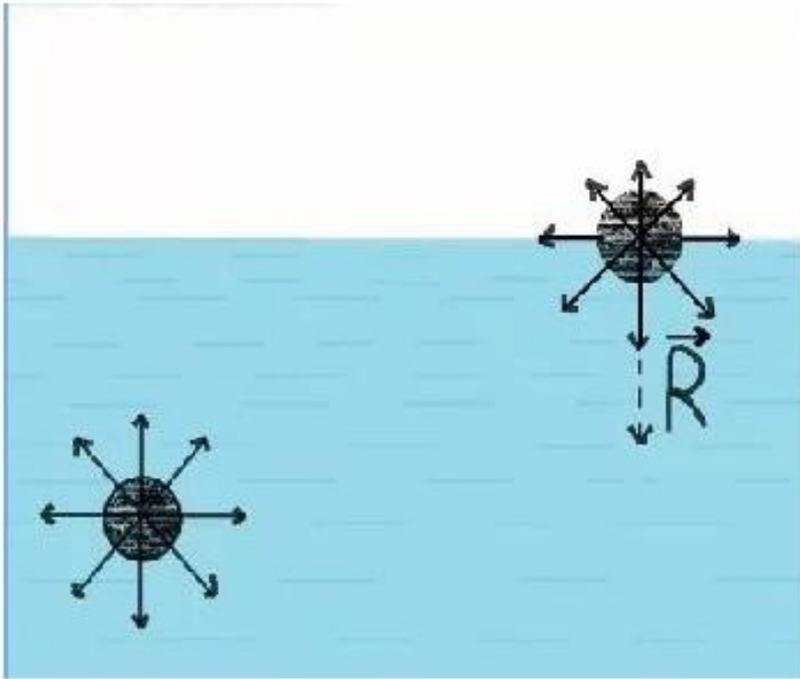
ТВЕРДЫЕ ТЕЛА



АНИЗОТРОПИЯ

Время «оседлой жизни»

ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ



▣
 R - равнодействующая сил, направленная вертикально
ВНИЗ

Сила поверхностного натяжения пропорциональна числу окружающих молекул, а значит пропорциональна длине граничного слоя.



$$F = \alpha \cdot l$$

α - Коэффициент поверхностного натяжения, Н/м

$$\alpha \approx 0.07 \frac{Н}{м} \quad - \text{ для воды}$$

$$W = \alpha \cdot S$$

W - Поверхностная энергия, Дж

S - Площадь контура, м²

ПАВ – поверхностные активные вещества – в-ва, которые ослабляют коэффициент поверхностного натяжения α

Например, спирт, эфир, мыло.

Адсорбции – явление притяжения молекул и удержание их молекулами поверхности жидкости.

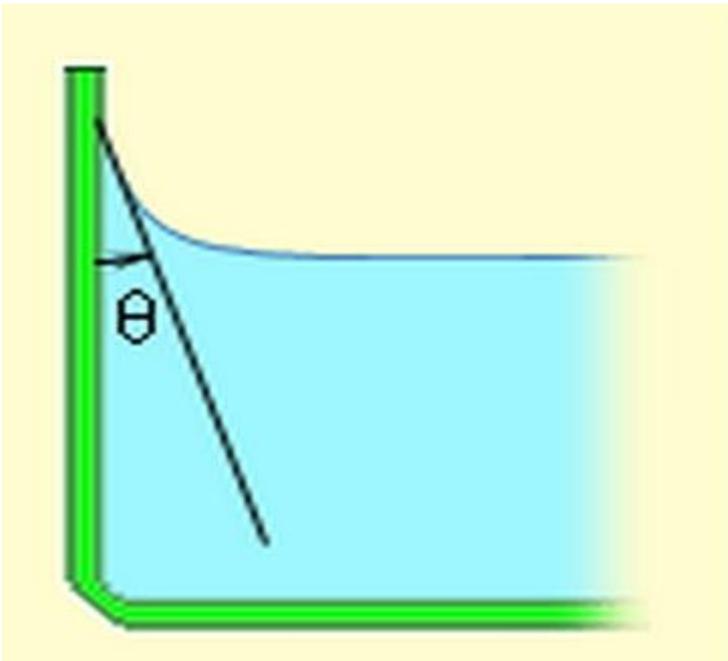
α  **НАГРЕВАНИИ**
(т.к. увеличивается расстояние между молекулами)

САХАР, СОЛЬ  α

Масса жидкости не подверженная действию внешних сил принимает форму шара, т.к. это наименьшая поверхность при данной величине объема.

СМАЧИВАНИЕ

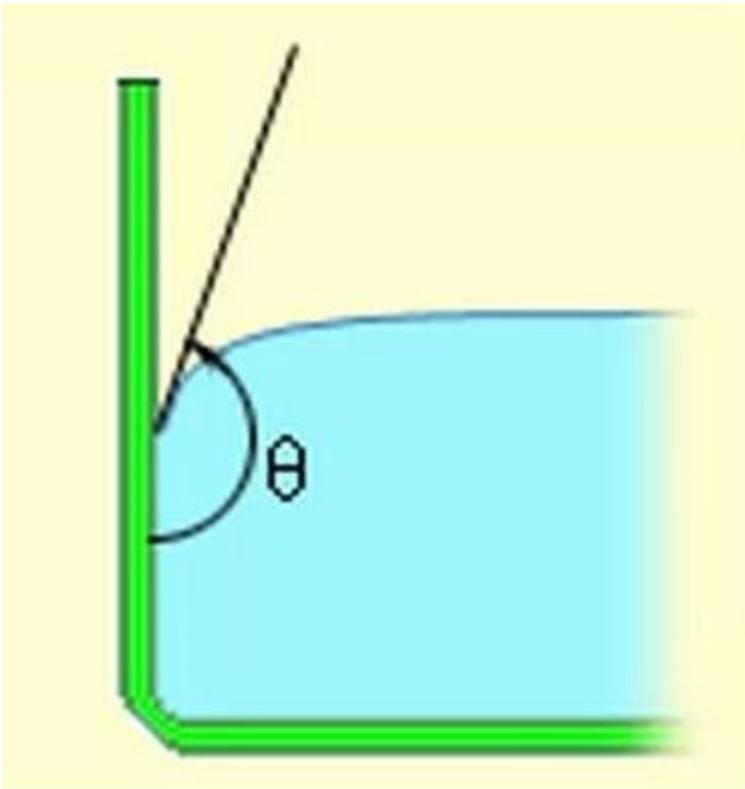
Смачивание жидкостью происходит, если силы взаимодействия молекул жидкости и молекул твердых веществ больше, чем силы взаимодействия между самими молекулами жидкости (*резльтирующая силы направлена в сторону твердого тела*).



θ - угол смачивания

Форма уровня жидкости называется **мениск** (вогнутый).

При **несмачивании** силы взаимного притяжения между самими молекулами жидкости больше, чем их сила притяжения к твердому телу (*результатирующая всех сил направлена внутрь жидкости*).



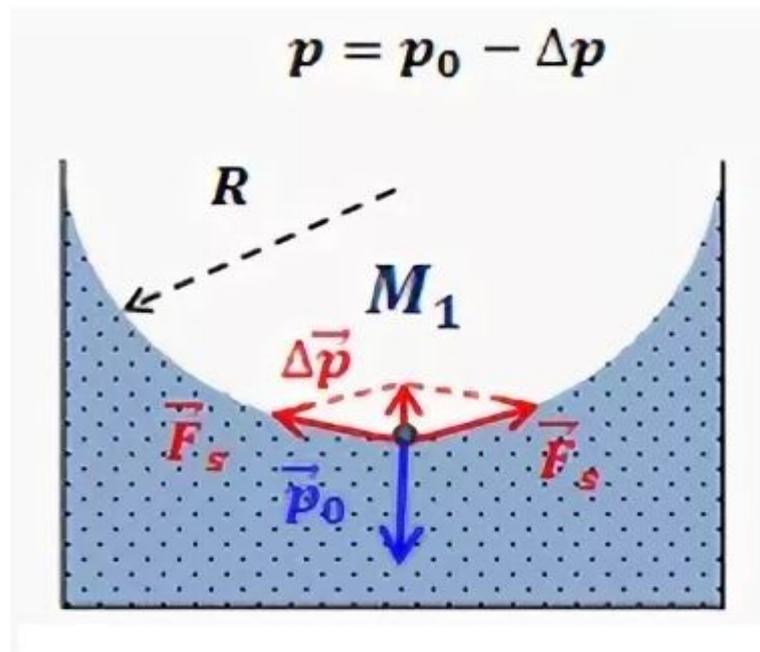
Молекулы не прилипают к твердому телу, **мениск** **выпуклый**

ПРИМЕР

Ртуть и вода



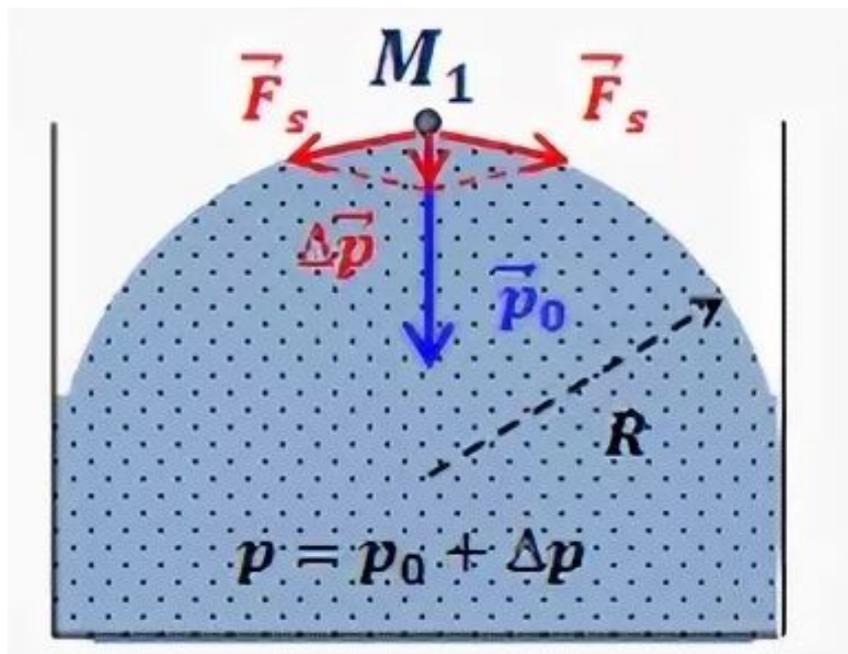
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ (ЛАПЛАСОВСКОЕ) ДАВЛЕНИЕ ЖИДКОСТИ



Равнодействующая силы поверхностного натяжения направлена вверх – против внешнего давления.

Мениск вогнутый

При **несмачивании** результирующая сила действующая на молекулу на поверхности направлена внутрь жидкости. Туда же направлена и дополнительное давление. Это может привести к тому, что жидкость в узком сосуде опустится.



Формула давления: $p = \frac{F}{S}$

Для дополнительного давления:

$$\Delta p = \frac{\alpha \cdot l}{\pi \cdot R^2} = \frac{\alpha \cdot 2\pi \cdot R}{\pi R^2} = \frac{2\alpha}{R}$$

R - радиус мениска

α - коэффициент поверхностного натяжения

Таким образом, под искривленной поверхностью жидкости, помимо внутреннего давления, создается еще дополнительное давление, обусловленное кривизной поверхности.

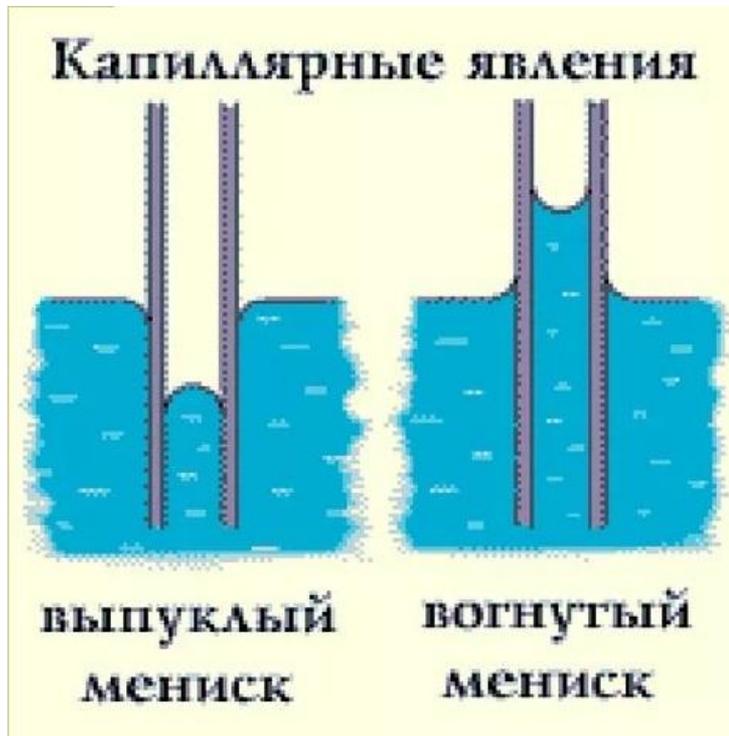
Величина дополнительного давления для сферической поверхности вычисляется по формуле Лапласа.

$$\Delta p = \frac{2\alpha}{R}$$

КАПИЛЯРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Изменения уровня жидкости в капиллярах за счет сил поверхностного натяжения называется **капиллярным явлением**.

Узкие сосуды-трубки, щели, зазоры и тд называются **капиллярами**.



Высота подъема (или опускания) жидкости в капилляре вычисляется по формуле Борелли-Жюрена:

$$h = \frac{2\alpha \cos \theta}{\rho g r}$$

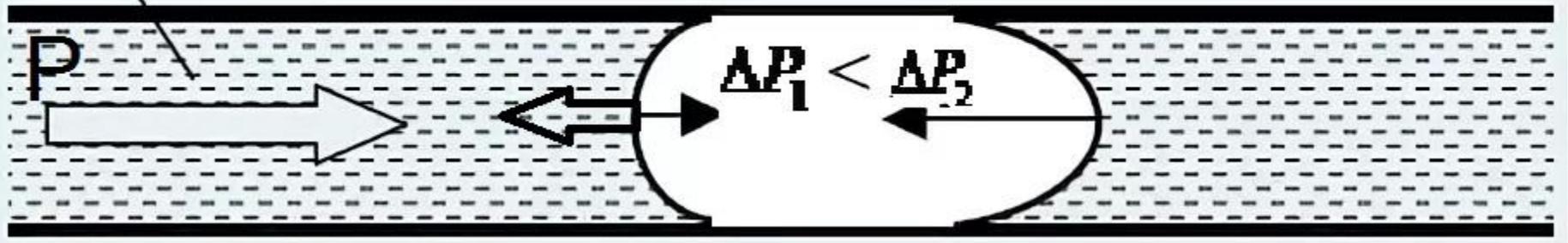
θ -краевой угол

ρ -плотность жидкости

r -радиус капилляра

ГАЗОВАЯ ЭМБОЛИЯ

Направление кровотока



При движении жидкости, имеющей газовый пузырек, происходит деформация газового пузырька, т.к. $r_1 > r_2$

 $\Delta P_2 > \Delta P_1$ т.к. $\Delta P = \frac{2\sigma}{r}$

Их разность направлена против внешнего давления. При определенных условиях они могут оказаться равными и происходит закупорка сосудов и приостановка движения крови.

Газовые эмболы

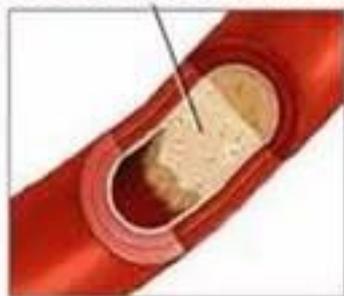


Закупоривают капилляры головного и спинного мозга, печени, почек и других органов

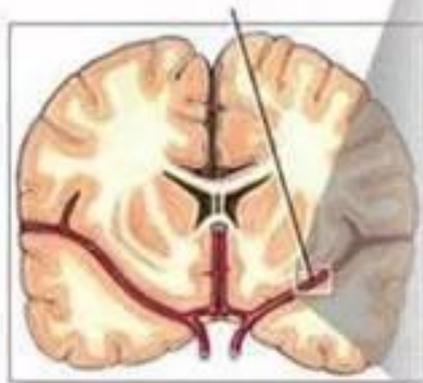
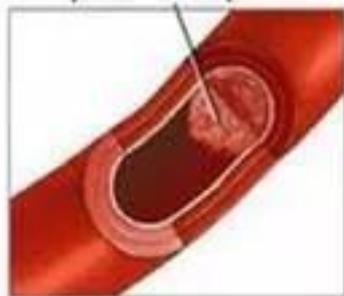
В органах появляются очаги ишемии и некроза, развиваются множественные кровоизлияния и тромбозы.

Срез мозга на уровне средней мозговой артерии

Холестериновая бляшка



Кровяной тромб



ТЕРМОДИНАМИКА

Термодинамика – наука об общих закономерностях превращения энергии в различных процессах, обусловленных тепловым движением молекул.

Биологическая термодинамика – изучает процессы превращения энергии в живой системе в особенности изменения и передачи энергии и массы при взаимодействии с внешней средой.

Термодинамический процесс – это переход из состояния 1 в состояние 2.

Т.е.
$$p_1, V_1, T_1 \leftrightarrow p_2, V_2, T_2$$

Термодинамическая система – часть окружающего нас мира, которая рассматривается с позиций термодинамики при тепловых беспорядочных движениях молекул (например, газ под поршнем).

Термодинамические системы бывают:

- 1) Изолированные** – системы, на которых внешние силы не действуют или их равнодействующая равна 0.
- 2) Открытые** – это системы, в которых обмен происходит с внешней средой и веществом и энергией.

ПЕРВОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ

Количество теплоты сообщенное системе идет на изменение ее внутренней энергии и на совершение системой работы:

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta A$$

Или в дифференциальном виде:

$$dQ = dU + dA$$

ΔQ - количество сообщенной системе теплоты, Дж

ΔU - внутренняя энергия, Дж

+ ΔA - работа системы (система сама совершает работу), Дж

Если работа совершается над системой, то:

$$\Delta Q = \Delta U - \Delta A$$

Или

$$dQ = dU - dA$$

где $-\Delta A$ - работа над системой, Дж

Первое начало термодинамики есть закон сохранения энергии: ***энергия не создается и не исчезает, она только видоизменяется.***

Следствие: Невозможно создать вечный двигатель первого рода, т.е. такой двигатель, который совершал бы работу большую, чем поступает энергия извне.

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРВОГО НАЧАЛА ТЕРМОДИНАМИКИ К БИОЛОГИЧЕСКИМ СИСТЕМАМ

Биосистема не может работать за счет притока тепла извне, то есть она не аналогична тепловой машине. В биологических системах тепловая энергия приходит **за счет био-физико-химических процессов в самой системе.**

Это прежде всего, **распад и гидролиз АТФ** с выделением энергии из химических связей.

АТФ – аденозина трифосфат (adenosine triphosphate) – присутствующее в клетках соединение, в состав которого входят **аденин, рибоза** и **три фосфатные группы.**

Живые системы совершают работу за счет убыли внутренней энергии, потеря которой восполняется обменом веществ и энергией. В организме происходят колебания внутр. энергии (питание и синтез АТФ).

Первое начало термодинамики для биосистемы:

$$\Delta Q = Q_n + \Delta A$$

ΔQ -кол-во теплоты, получаемое системой за счет усвоения и переработки пищи, Дж

Q_n -тепловые потери в окружающую среду, Дж

ΔA -работа системы организма, Дж

Превращения энергии в живых организмах:

1. Химическая в механическую – в мышечных тканях
2. Химическая в световую – в светящихся тканях у рыб и насекомых
3. Все виды энергии в тепловую – во всех клетках и тканях
4. и др.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!!!