

Вещество и энергия

A high-speed photograph of a water droplet suspended in mid-air above a pool of water. The droplet is perfectly spherical and reflects the surrounding environment. The water below it is rippled, with a small splash of water rising from the point of impact. The background is a deep blue, creating a serene and scientific atmosphere.

Структура и превращения

Часть V Жидкости. Растворы.

Агрегатные состояния

Почему это важно? Дело в том, что для предсказания поведения вещества важно знать, в каком оно находится состоянии. А уж если оно переходит из одного состояния в другое...

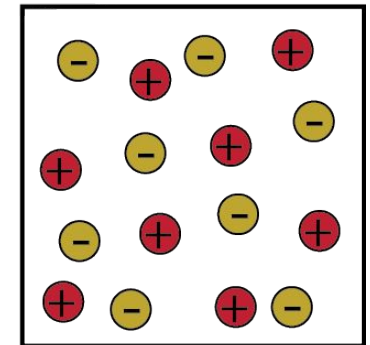
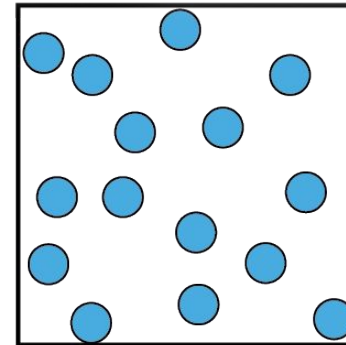
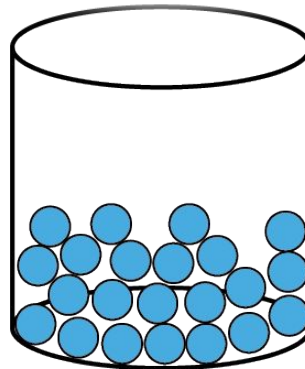
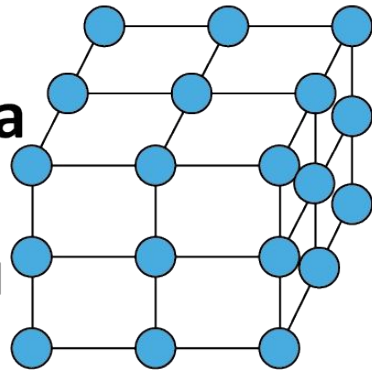
Твердое

Жидкое

Газ

Плазма

● = Молекула
⊕ = Ядро
⊖ = Электрон

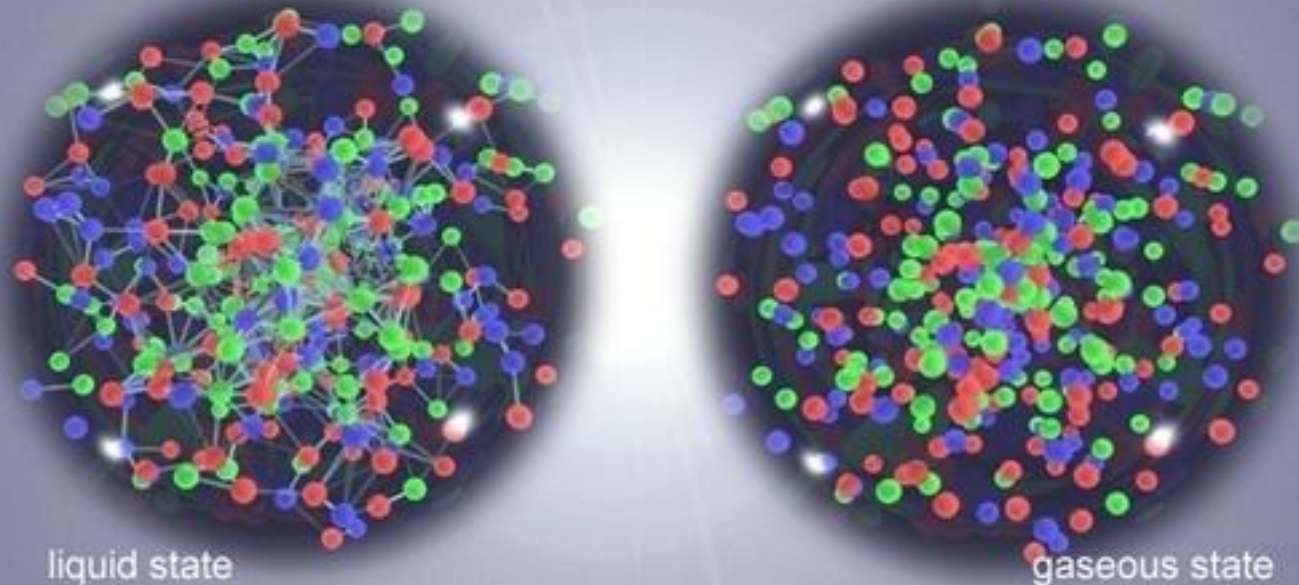
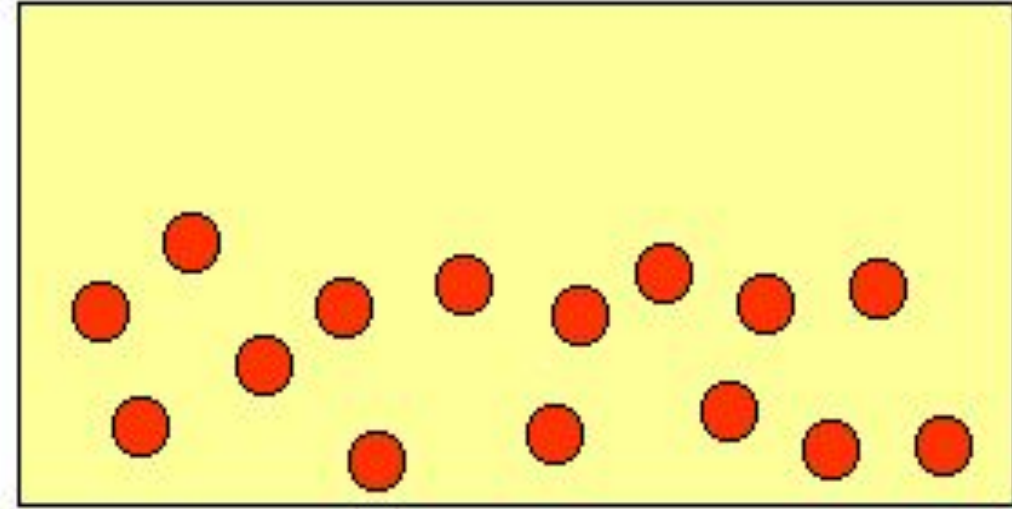


Больше энергии 

Переход из одного состояния в другое называют **ФАЗОВЫМ ПЕРЕХОДОМ**.
Чтобы идти направо – нужно добавить энергии. Если идти налево – энергия будет выделяться.

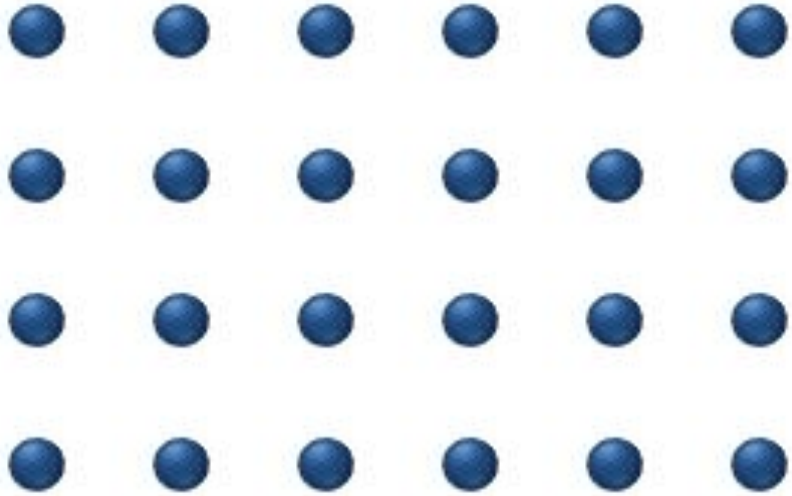
Жидкости

- Среднее расстояние между молекулами.
- Молекулы подвижны



- Нет постоянной формы.
- Практически несжимаемы.

Жидкости



Диффузия – также характерна для жидкостей, как и для газов.

Жидкости обычно увеличивают объём при нагревании и уменьшают объём при охлаждении.



Diffusion

Вязкость и текучесть

Текучесть:



Если к участку жидкости приложить внешнюю силу, то возникает поток частиц жидкости в том направлении, в котором эта сила приложена: жидкость течёт.

Под действием внешних сил жидкость не сохраняет форму и относительное расположение частей.

Вязкость и текучесть

Вязкость:

Это способность оказывать сопротивление перемещению одной из частей относительно другой.

Когда соседние слои жидкости движутся относительно друг друга, неизбежно происходит дополнительное столкновение молекул

Возникают силы, затормаживающие упорядоченное движение. При этом кинетическая энергия переходит в тепловую.

Жидкость в сосуде, приведённая в движение и предоставленная самой себе, постепенно остановится, но её температура повысится.

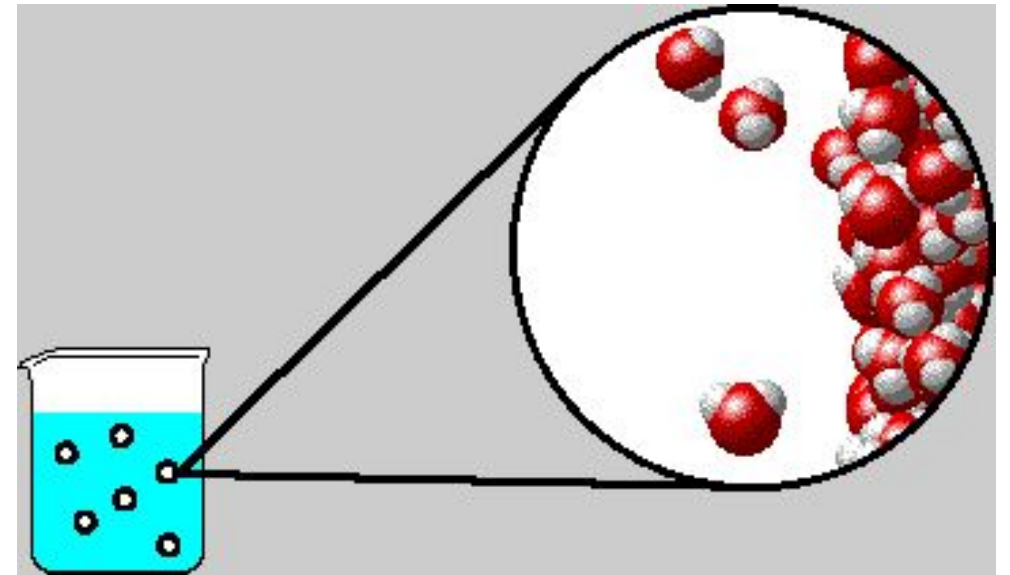


Испарение и кипение



- **Испарение** - постепенный переход вещества из жидкости в газообразную фазу (пар).
- **Кипение** — процесс парообразования внутри жидкости.

При достаточно высокой температуре давление пара становится выше давления внутри жидкости, и там начинают образовываться пузырьки пара, которые (в условиях земного притяжения) всплывают наверх.



Поверхностное

натяжение

• Из-за сжатия объема жидкость способна образовывать свободную поверхность.

- По одну сторону находится жидкая фаза, по другую — газообразная (пар), и, возможно, другие газы, например, воздух.
- Если жидкая и газообразная фазы одного и того же вещества соприкасаются, возникают силы, которые стремятся уменьшить площадь поверхности раздела — силы поверхностного натяжения.



Поверхностное

натяжение

Поверхностное натяжение может быть объяснено притяжением между молекулами жидкости. Каждая молекула притягивает другие молекулы, стремится «окружить» себя ими, а значит, уйти с поверхности. Соответственно, поверхность стремится уменьшиться.



- Поэтому мыльные пузыри и пузыри при кипении стремятся принять сферическую форму.
- Маленькие объекты с плотностью, большей плотности жидкости, способны «плавать» на поверхности жидкости, так как сила тяготения меньше силы поверхностного натяжения.

Параметры жидкости



- Способность проводить электрический ток.
- **Природа молекул** (полярные/неполярные)
- **Растворимость** вещества (в конкретной жидкости при данных условиях)
- **Концентрация** (содержание веществ, г/литр)
- **Молярность раствора** (M)
- **pH** – количество ионов H^+

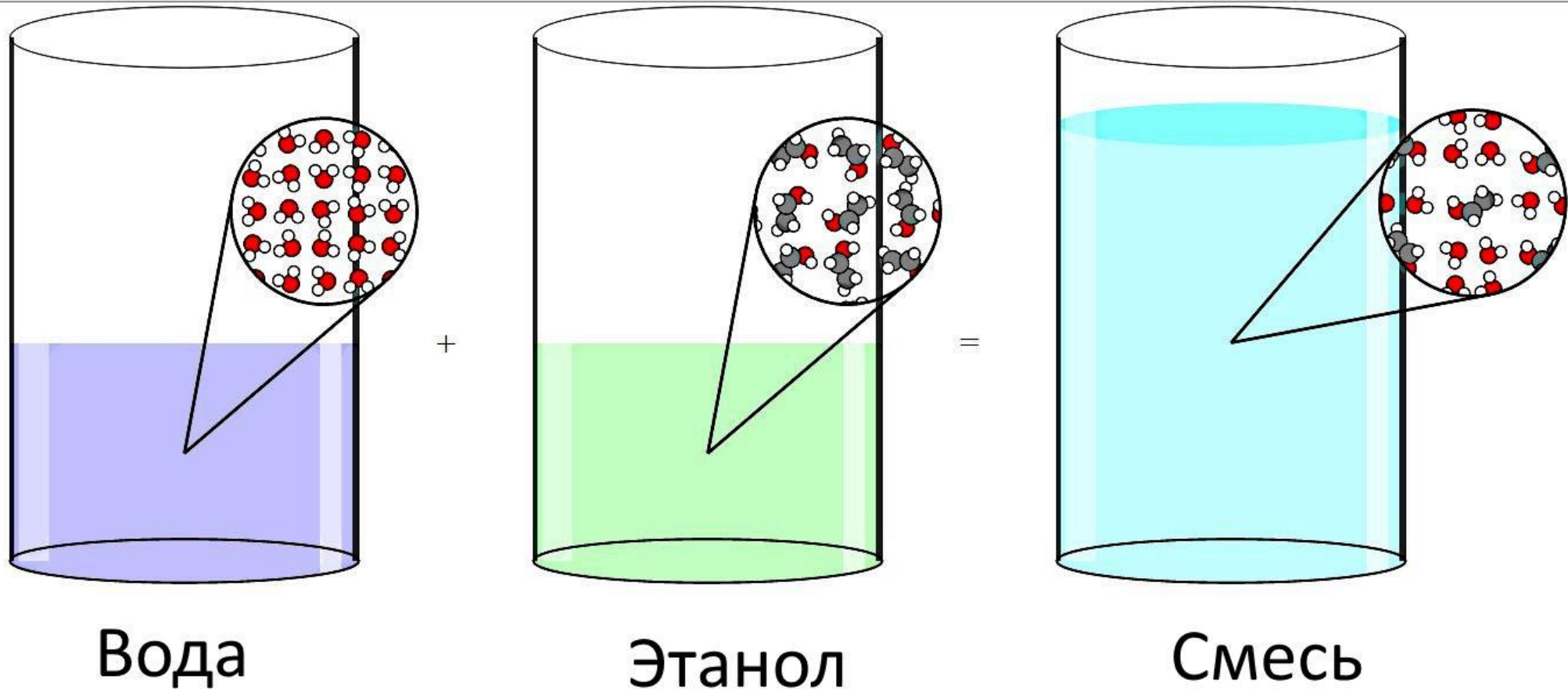
Полярность



- Жидкости, состоящие из полярных молекул – полярные. Вода, например.
- Жидкости, состоящие из неполярных молекул – неполярные. Спирт, например. Или масло.

Полярные и неполярные жидкости могут смешиваться, а могут – нет.

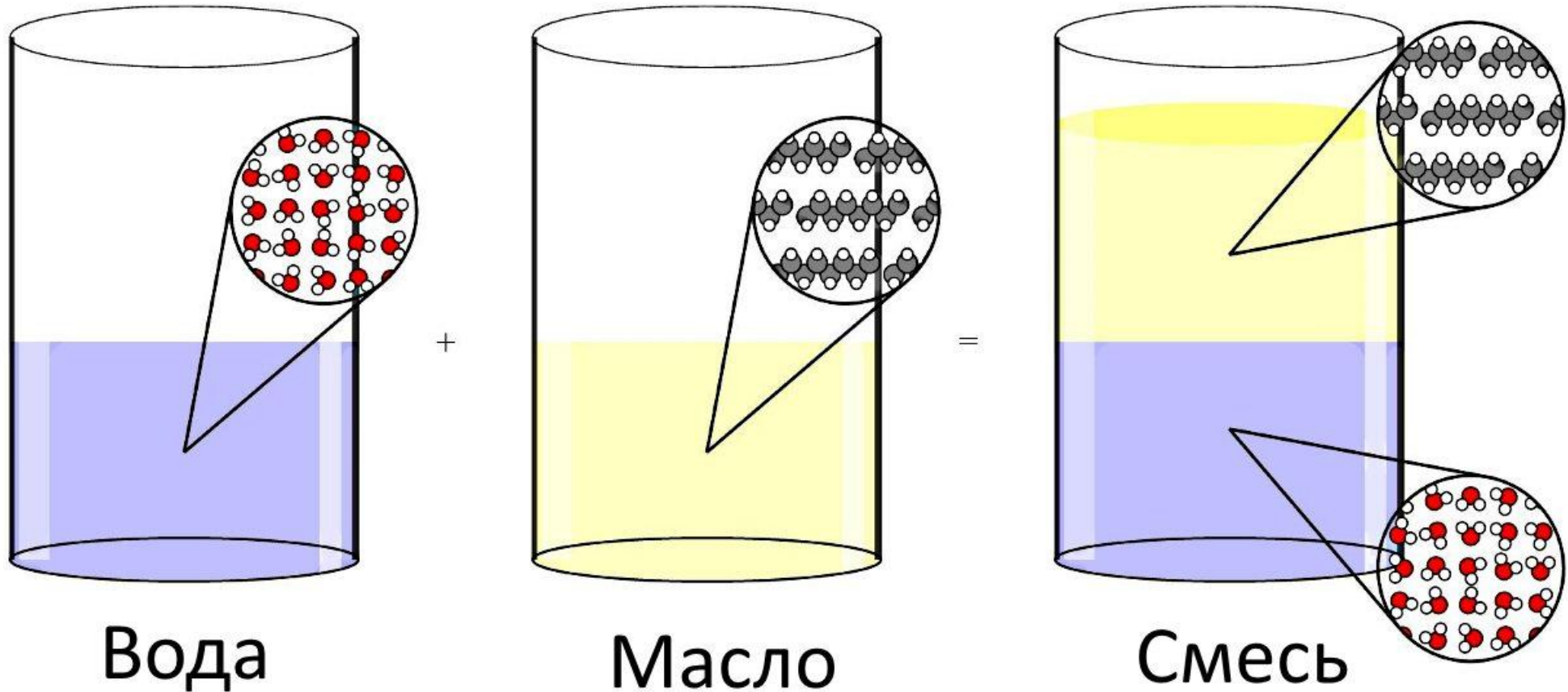
Полярность



Вода смешивается с этиловым спиртом в любых пропорциях.

Забавно, но суммарный объем смеси меньше суммы объёмов

Полярность

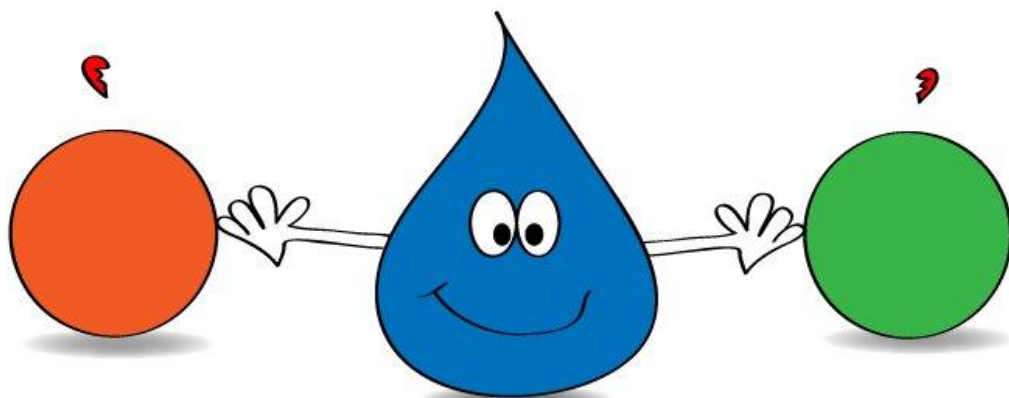


Вода не смешивается с маслом.

При этом менее плотный компонент оказывается сверху.

DISSOCIATION

BREAKING APART THE BONDS OF MOLECULES



SURFGUPPY.COM

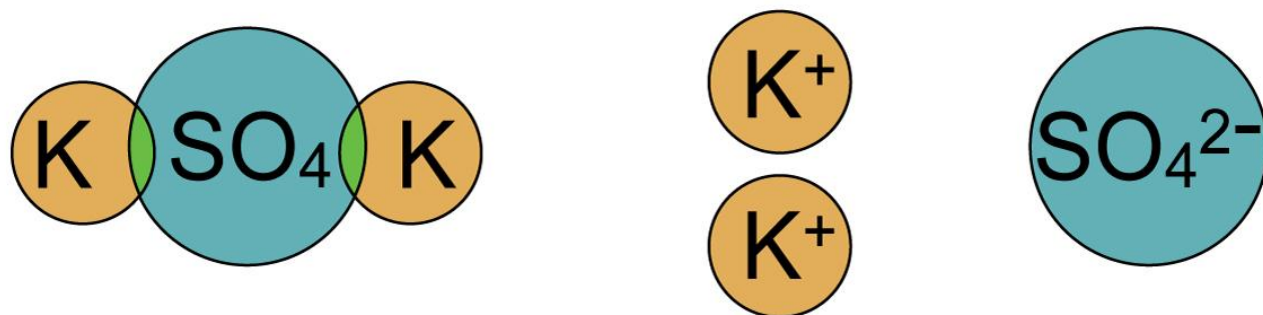
Однако, соединяясь с другими ионами, они могут собраться во что-то, что нерастворимо.

Тогда выпадет осадок.

Диссоциация

Вещества могут распадаться на ионы!

Эти ионы свободно существуют в растворах.



Растворимость

Вещества с ионными связями (всегда полярные) растворяются в полярных растворителях.

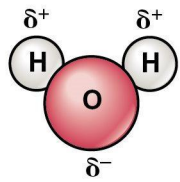
Например соли – в воде.

При этом частично или полностью вещество распадается на ионы.

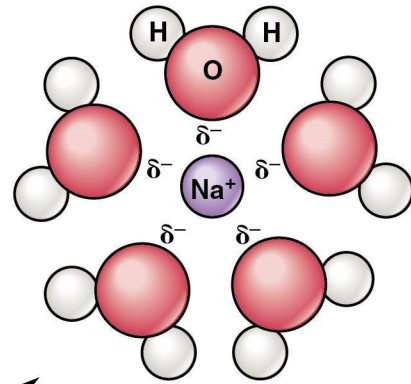
NaCl – полностью.

HCl – полностью

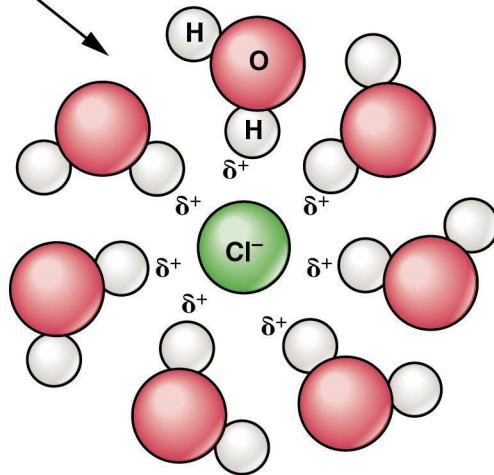
H₂CO₃ - частично



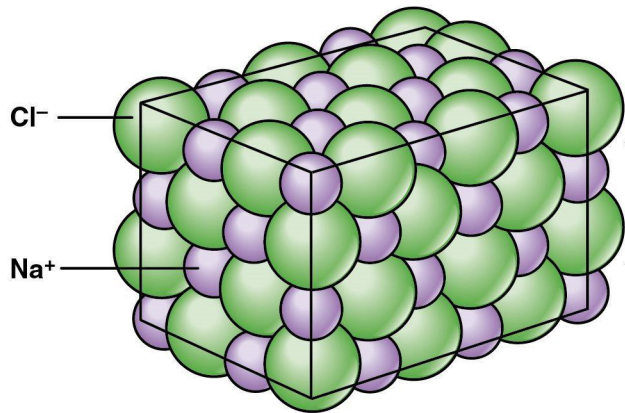
Молекула воды



Гидратированный ион Na

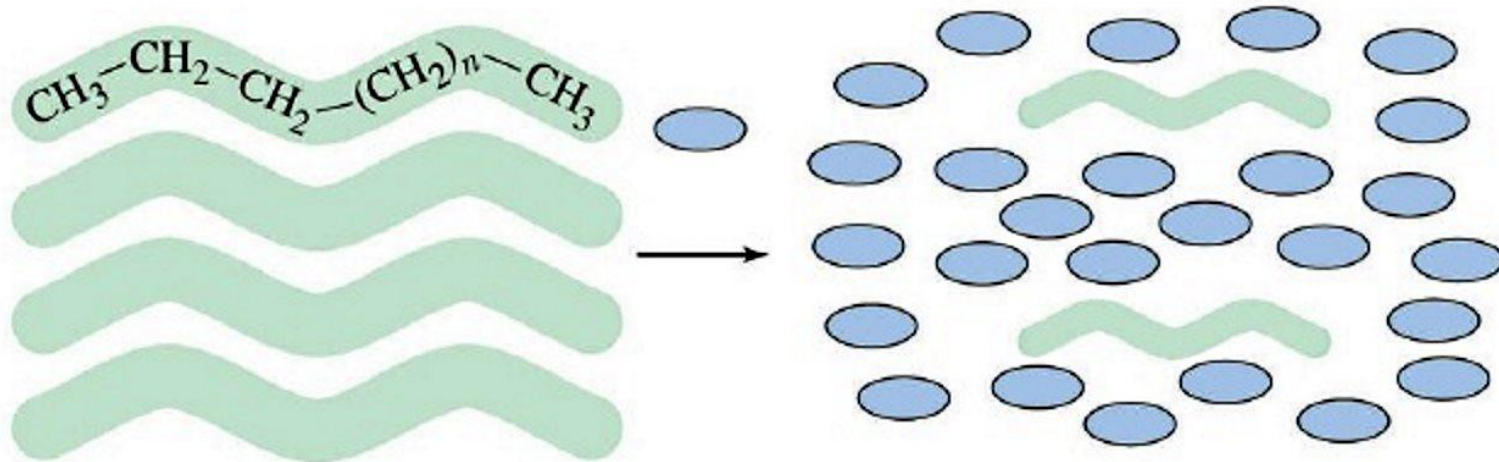


Гидратированный ион Cl



Кристаллы NaCl

Растворимость



Неполярное вещество

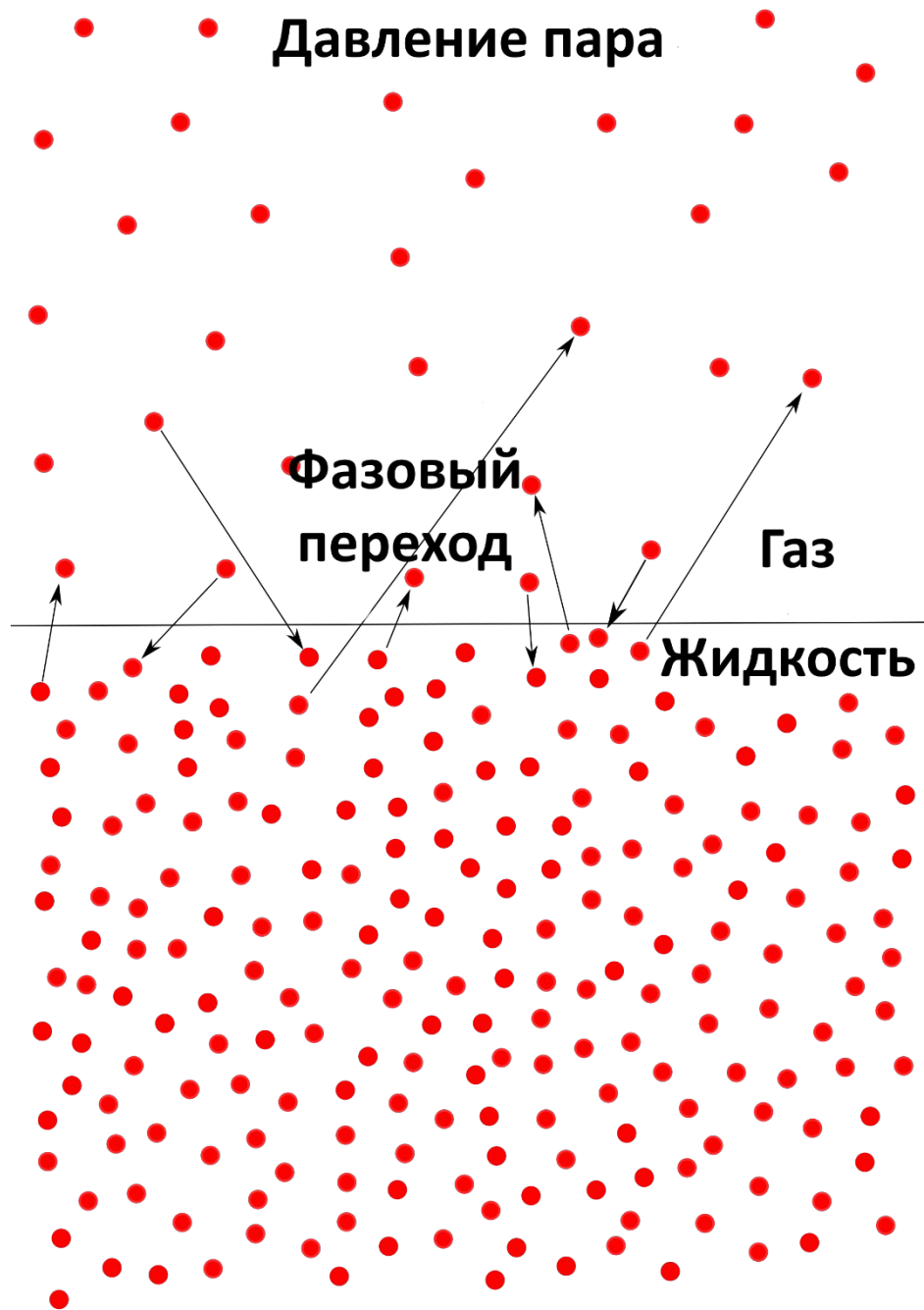
Раствор

Неполярные
вещества
растворяются в
неполярных
растворителях.

Например масло – в ацетоне.

При этом никто на ионы не распадается, так что это скукота редкая.

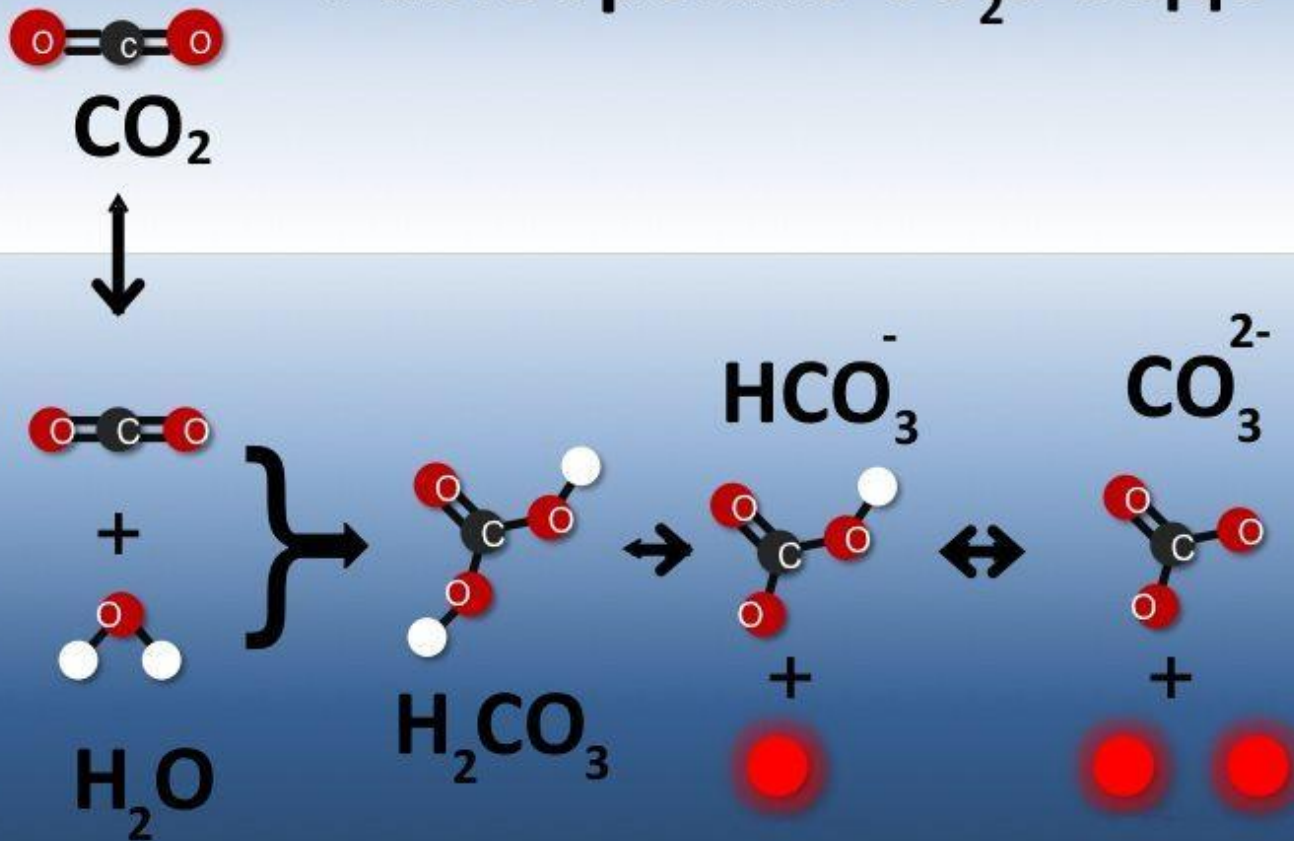
Растворимость газов в воде



- Уменьшается с увеличением температуры
- Увеличивается с увеличением давления
- Сильно разнится в зависимости от газа.

Растворимость газов в воде

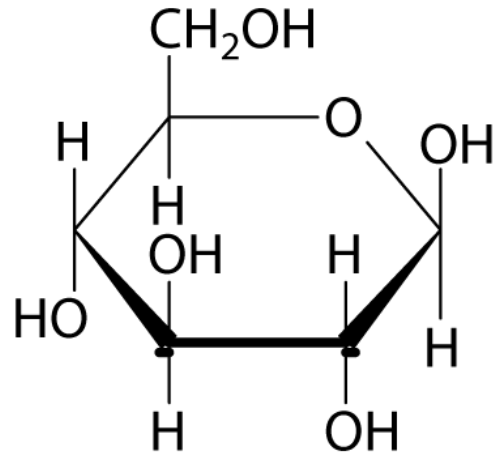
Растворение CO_2 в воде



Газ	Температура, °C		
	0	20	50
Азот	0,024	0,016	0,011
Водород	0,022	0,018	0,016
Двуокись углерода	1,713	0,878	0,440
Кислород	0,049	0,031	0,021

Растворимость газов в воде при 1 атм.,
кг/м³

Растворимость



Растворимость глюкозы в воде:

- 32 г/100мл для 0 Цельсия
- 82 г/100мл для 25 Цельсия

- **Уменьшается** с уменьшением температуры
- **Увеличивается** с увеличением температуры
- При этом зависит от того, какое вещество в каком растворителе вы растворяете.

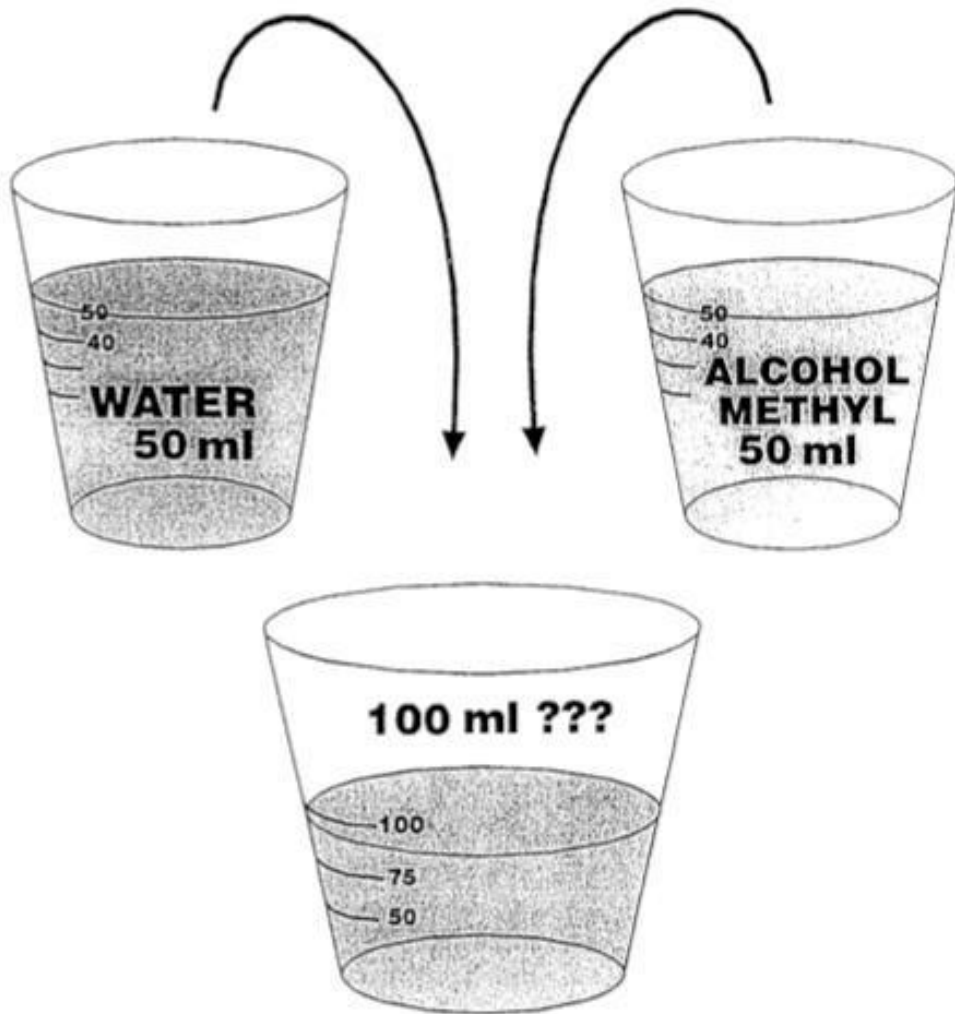
Концентрация



Можно выразить в %

- по умолчанию % по массе
- 2% раствор NaCl значит что в 100 граммах раствора 2 грамма NaCl

Концентрация



Можно выразить в % от объема

- Так делают редко, например для спиртных напитков.
- Проблема в том, что для смесей ВОДЫ С ЭТИЛОВЫМ СПИРТОМ

$$V_1 + V_2 \neq V_{\text{смеси}}$$

40%_{об} раствор спирта значит что в 100мл **раствора** 40мл спирта

Концентрация



Можно выразить в г/л

- Это удобно, так обычно все и делают.
- В г/л измеряют и растворимость!
- $C(\text{NaCl}) = 40 \text{ г/л}$ означает, что в 1 литре раствора 40 г NaCl

*Чтобы получить такой раствор в реальности, надо:
Взять ~ 900 мл воды. Растворить в них 40г соли. Довести объем до 1
литра*

Концентрация



Можно выразить в молях/литр

- Это удобно для расчета реакций.
- Ведь вещества реагируют не в пересчете на массу, а на количество вещества.

Обозначение «**Молярность**», например «1М HCl»
значит в 1 литре раствора 1 моль HCl

pH



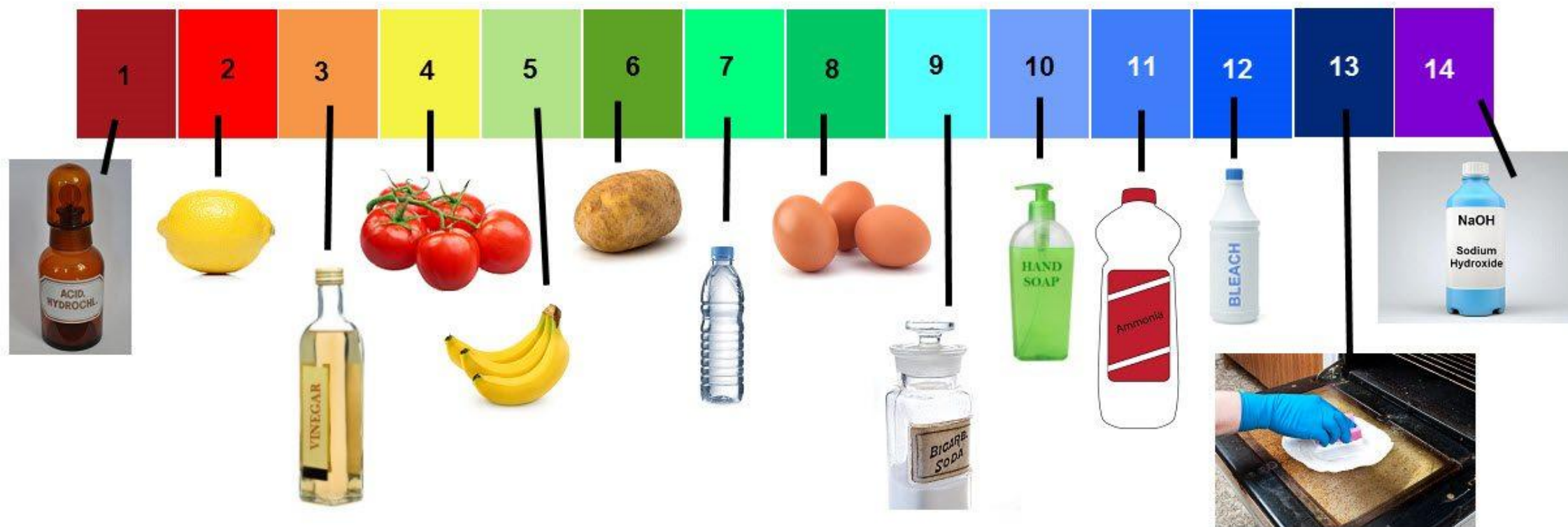
**Это характеристика того,
насколько много в растворе
ионов H^+**

- Если их много – среда кислая
- Если мало – щелочная
- Нейтральная среда – это когда их 10^{-7} моль/литр
- pH = 7 (нейтральное)

Более кислая среда

Более щелочная среда

Нейтрально



Вообще, чтобы было проще, используют не просто концентрацию, а ее $-\lg$ (отрицательный десятичный логарифм) Чувствуете, насколько проще? Да?

Десятичный логарифм это степень, в которую надо возвести 10, чтобы получить число.

$1/10 = 10^{-1}$

$1/100 = 10^{-2}$

$1/1000 = 10^{-3}$

Типичные задачи: концентрация %

(масса)

Задание: В 5 кг водянoгo раствора – 1,5 моль NaCl.
Найдите, какой % раствора.

Решение:

Есть количество вещества. Ищем массу.

$$m = n \cdot M$$

$$M(\text{NaCl}) = 23 + 35,5 = 58,5 \text{ г/моль}$$

$$m = 1,5 \text{ моль} \cdot 58,5 \text{ г/моль} = 87,75 \text{ г}$$

Зная массу раствора и массу компонента ищем %

$$C = 87,75 \text{ г} / 5000 \text{ г} = 0,01755 = 1,755\%$$

Ответ: 1,755% раствор NaCl

Типичные задачи: концентрация %об

Задание: Смешали 25 литров ацетона и 3 кг олеина (масла).
Найти %_{об} масла в смеси. Плотность олеина 0,75 г/мл

Есть плотность. Ищем объем.

$$V = m/\rho \quad V = 3000\text{г}/0,75\text{г/мл} = 4000\text{мл} = 4\text{л}$$

Решение:

Зная объем компонентов раствора
компонента ищем объем всего
раствора

$$V = V_1 + V_2 = 25\text{л} + 4\text{л} = 29\text{л}$$

Ищем концентрацию

$$C = V_2/V = 4/29 = 0,138 = 13,8\%_{\text{об}}$$

Ответ:

13,8%_{об} раствор олеина

Типичные задачи: концентрация г/л

Задание: В 50 литрах сахарного сиропа 5 кг сахарозы. Найти концентрацию раствора.

Тут прям смешно.

Решение:

$$C = m(\text{компонента})/V(\text{раствора})$$

$$C = 5000\text{г} / 50 \text{ л} = 100\text{г/л}$$

Ответ: 100г/л раствор сахарозы

Типичные задачи: концентрация г/л

Задание: Водный раствор глюкозы имеет плотность 1,2 г/мл
Найдите концентрацию глюкозы.

Решение: Нам нужен вообще-то объем раствора и масса глюкозы в этом объеме. Но. Концентрация это свойство ВСЕГО объема раствора. Не важен конкретный объем.

Возьмем 10 литров. Весить будет 12 кг. А 10 литров чистой воды – 10 кг. Объем при растворении ПОЧТИ не меняется.

Пренебрежем. Итого, масса глюкозы – 2 кг.

Ответ: $C = \frac{2000 \text{ г}}{10 \text{ л}} = 200 \text{ г/л}$ раствор глюкозы

Типичные задачи: концентрация

моль/л

Задание:

Водный раствор глюкозы имеет плотность 1,18 г/мл
Найдите Молярность раствора.

Нам нужен вообще-то объем раствора и кол-во вещества глюкозы в этом объеме. Но. См. прошлую задачу.

Решение: Возьмем 10 литров. Весить будет 11,8 кг. А 10 литров чистой воды – 10 кг. Итого, масса глюкозы – 1,8 кг.

$$M(C_6H_{12}O_6) = 180 \text{ г/моль}$$

$$n = 1800 / 180 = 10 \text{ моль}$$

$$C = 10 \text{ моль} / 10 \text{ л} = 1 \text{ моль/л} = 1 \text{ М}$$

Ответ:

1М раствор глюкозы (1 моль/л)

Типичные задачи: pH

Задание: Вычислить pH 1% раствора HCl с плотностью 1,01 г/мл

Решение: найти молярность HCl

Нам нужен концентрация ионов водорода. К счастью, HCl прекрасно растворяется в воде и распадается на ионы полностью. То есть достаточно

Каков вес HCl в литре раствора? Литр весит 1,01 кг (у нас есть плотность)

$$m(\text{HCl}) \text{ в литре} = 1\% * 1010\text{г} = 0,01 * 1010 = 1,1\text{г}$$

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ г/моль}$$

$$n = 1,1 / 36,5 = 0,03 \text{ моль}$$

$$C = 0,03 \text{ моль/л} \quad \text{pH} = -\lg(0,03) = 1,5 \quad \text{Прям как желудочный сок.}$$

Ответ: pH = 1,5 (сильно кислый)