

Водород, кислород.

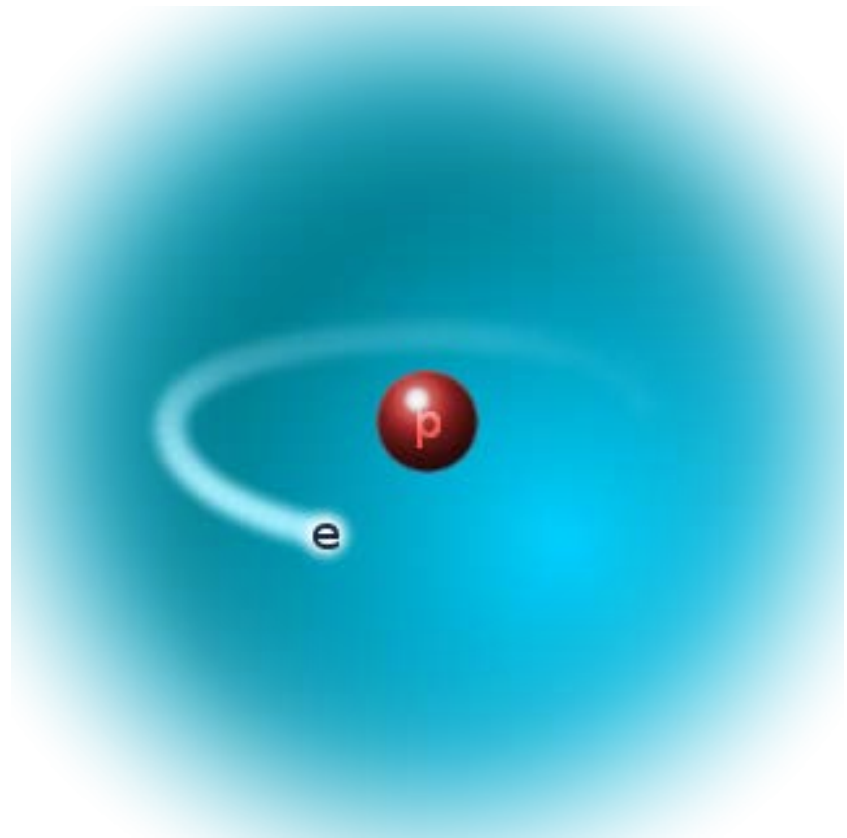
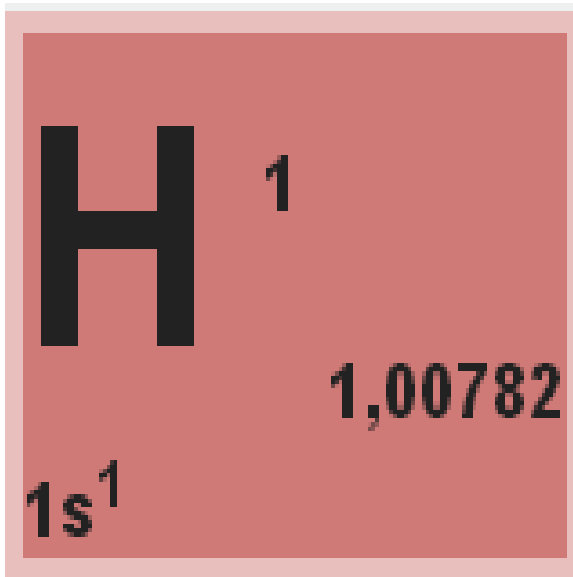
Вода. Растворы

Химия для психологов.

Лекция 4.

В.В.Загорский

Водород (Hydrogen)



Водород (Hydrogen)

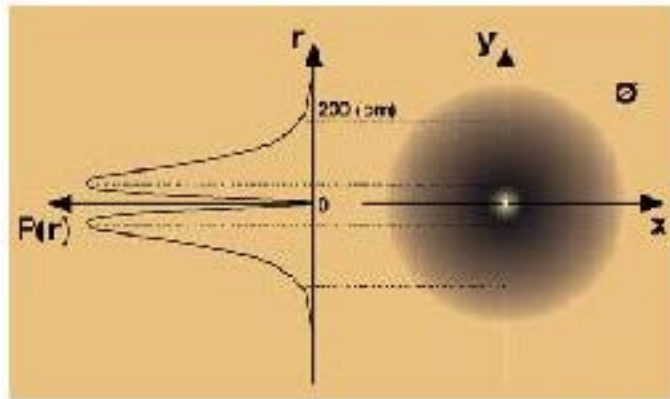
При обычных условиях водород — **легкий** (плотность при н.у. $0,0899 \text{ кг/м}^3$) бесцветный **газ**.

Температура плавления $-259,15^\circ\text{C}$,
температура кипения $-252,7^\circ\text{C}$.

Жидкий водород (при температуре кипения) обладает плотностью $70,8 \text{ кг/м}^3$ и является **самой легкой жидкостью**.



Изменение размеров при ионизации атома водорода



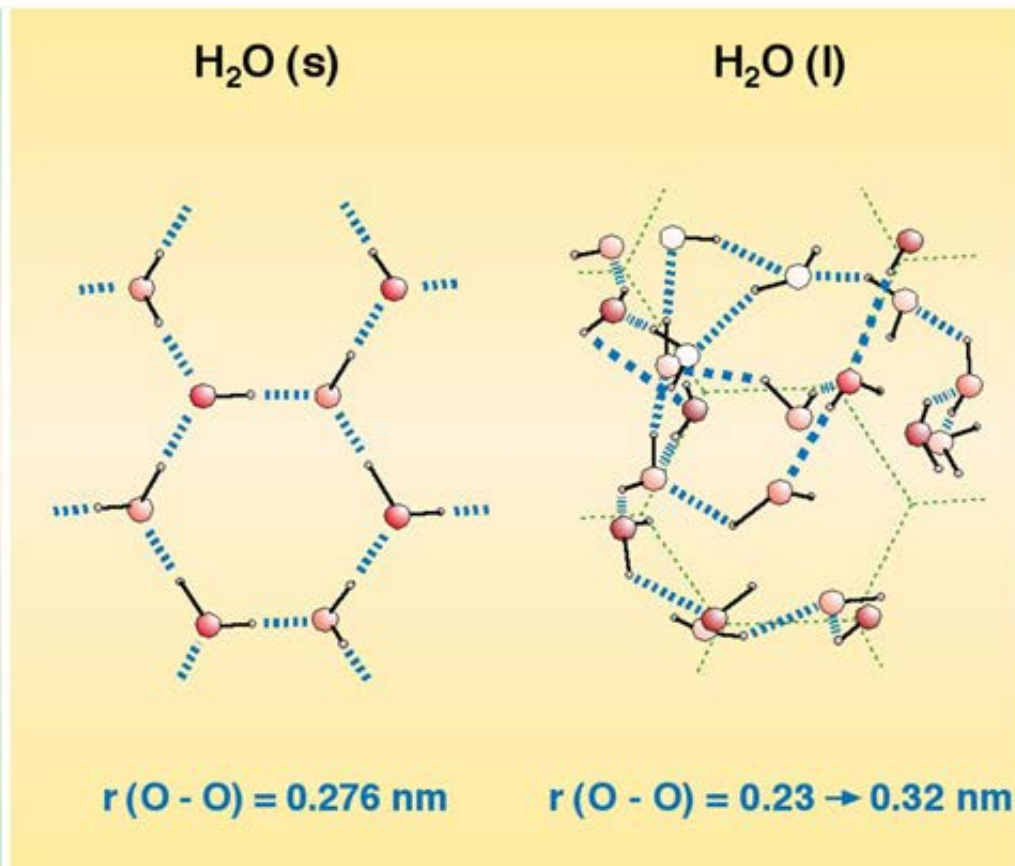
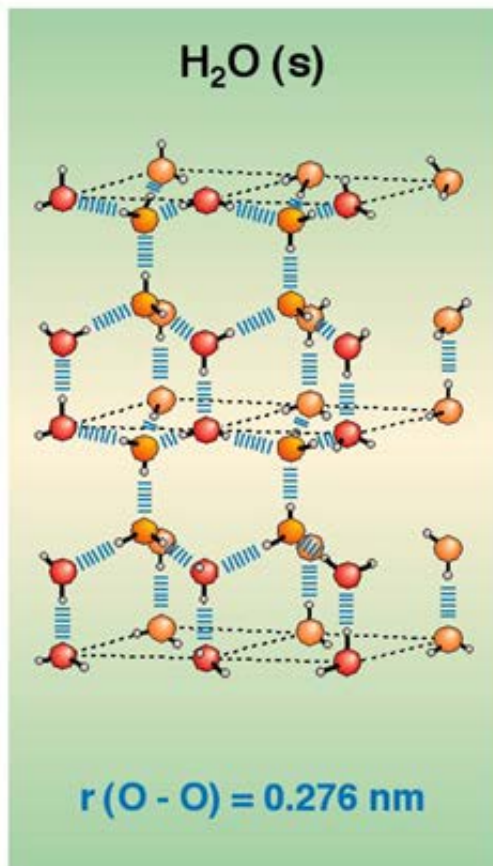
$0,5 * 10^{-10} \text{ M}$



$1,2 * 10^{-15} \text{ M}$

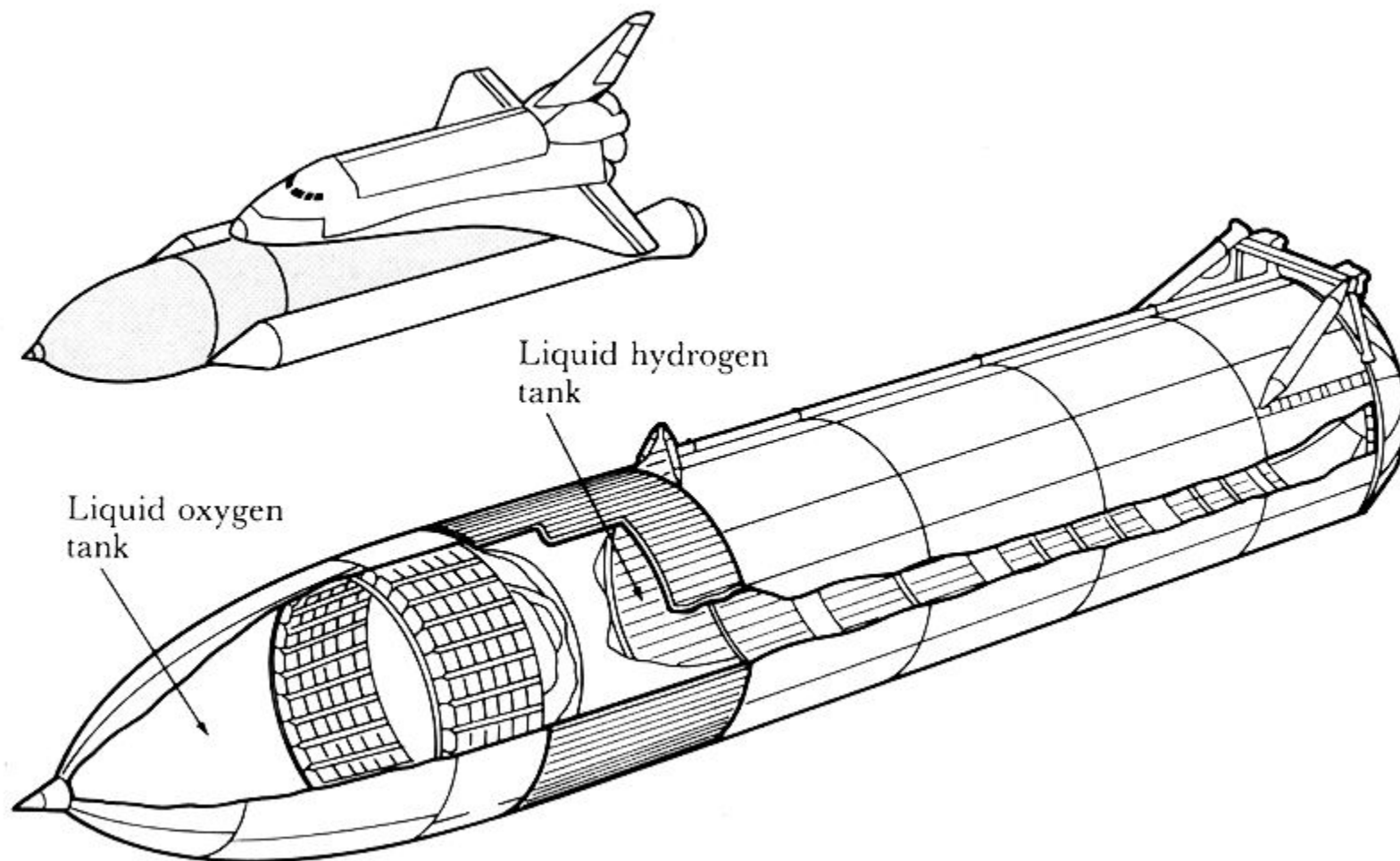


Водородные связи и структура воды

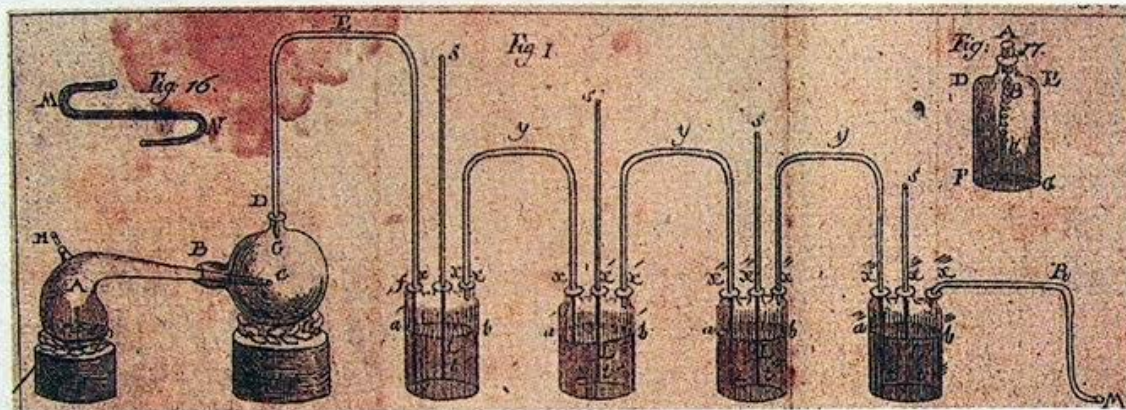


CB 07

Топливные баки «Шаттла» для жидких H_2 и O_2

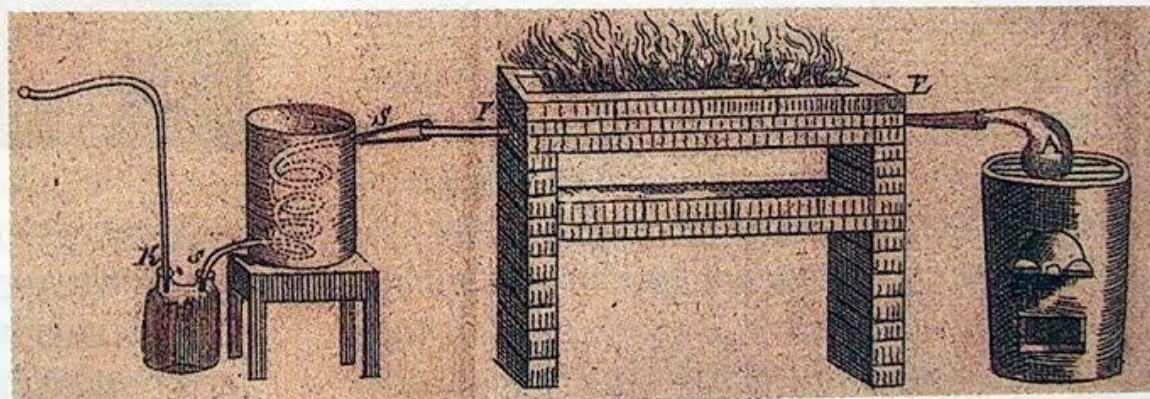


Получение водорода - опыты А.Л.Лавуазье

$$\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} = \text{FeO} + \text{H}_2$$


Приборы для получения водорода действием кислоты на металл (1) и для разложения воды (2). Из книги А. Л. Лавуазье «Основы антифлогистонной химии». Издание 1792 г.

▶ 2
Пары воды, нагретой до кипения в реторте А, пропускают через накалённую на жаровне железную трубку EF. Образующийся водород собирают над водой в сосуд К. Пары воды, не вступившие в реакцию, охлаждаются в холодильнике S, вода конденсируется в сосуде К.



Жесткий дирижабль LZ-129 "Гинденбург" (1936)

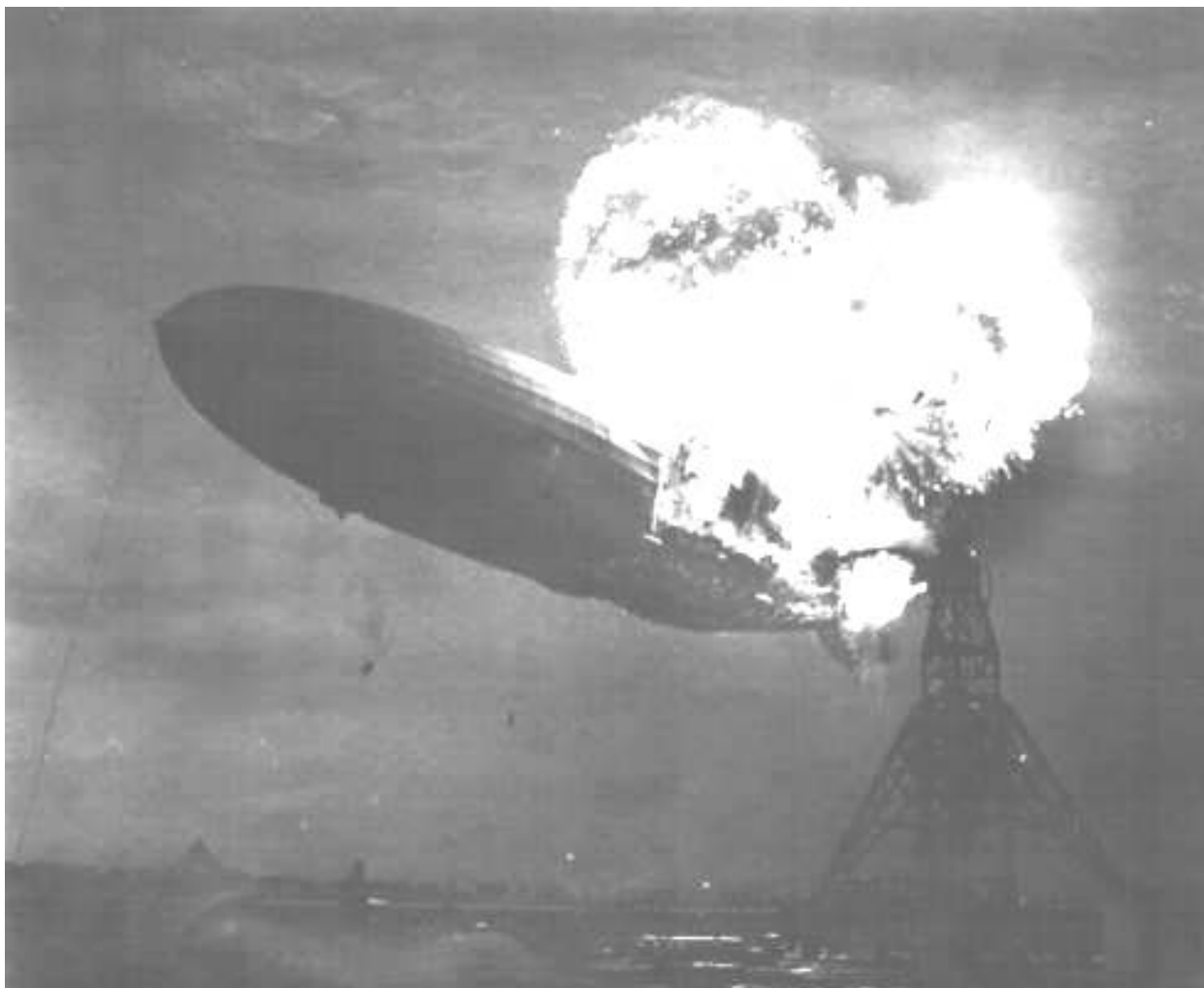
Объем 200.000 куб.м, длина 248 м, диаметр 41 м,
грузоподъемность - 120 т, скорость - 135 км/ч.



Ресторан на дирижабле LZ-129 "Гинденбург"



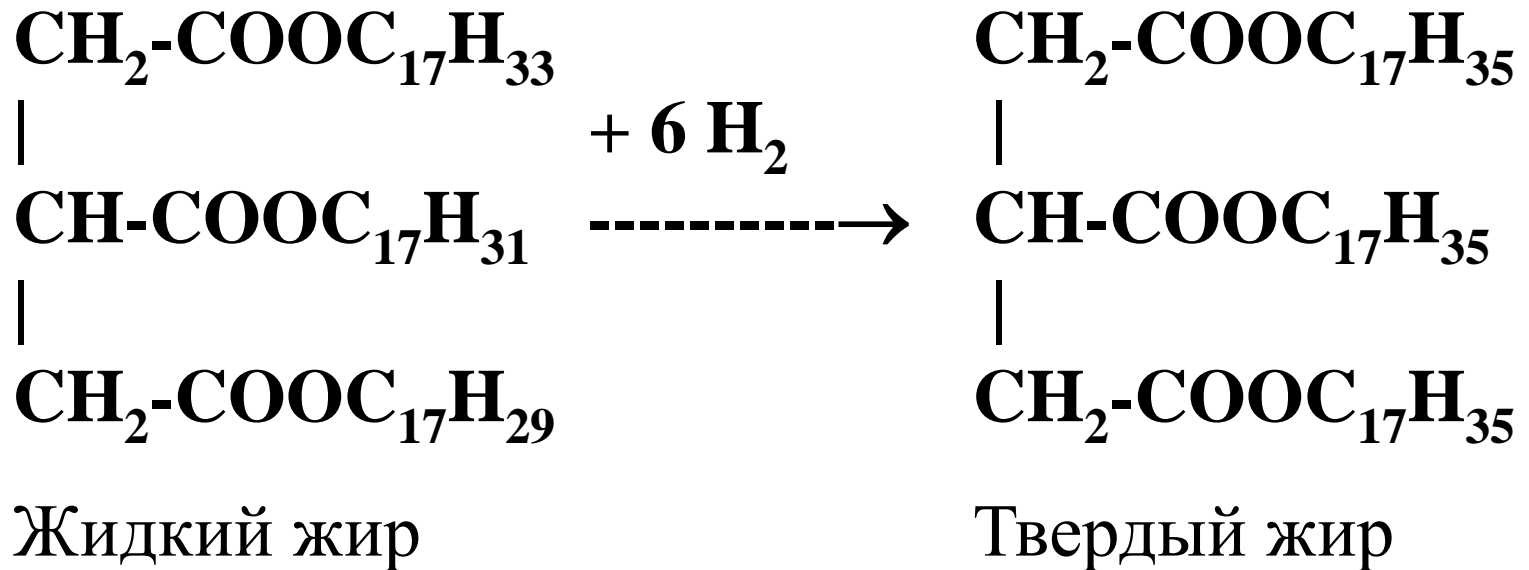
Взрыв дирижабля «Гинденбург» 06.05.1937



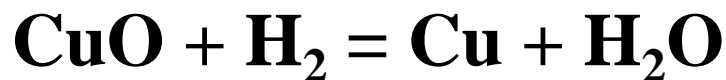
Применение водорода в химических процессах

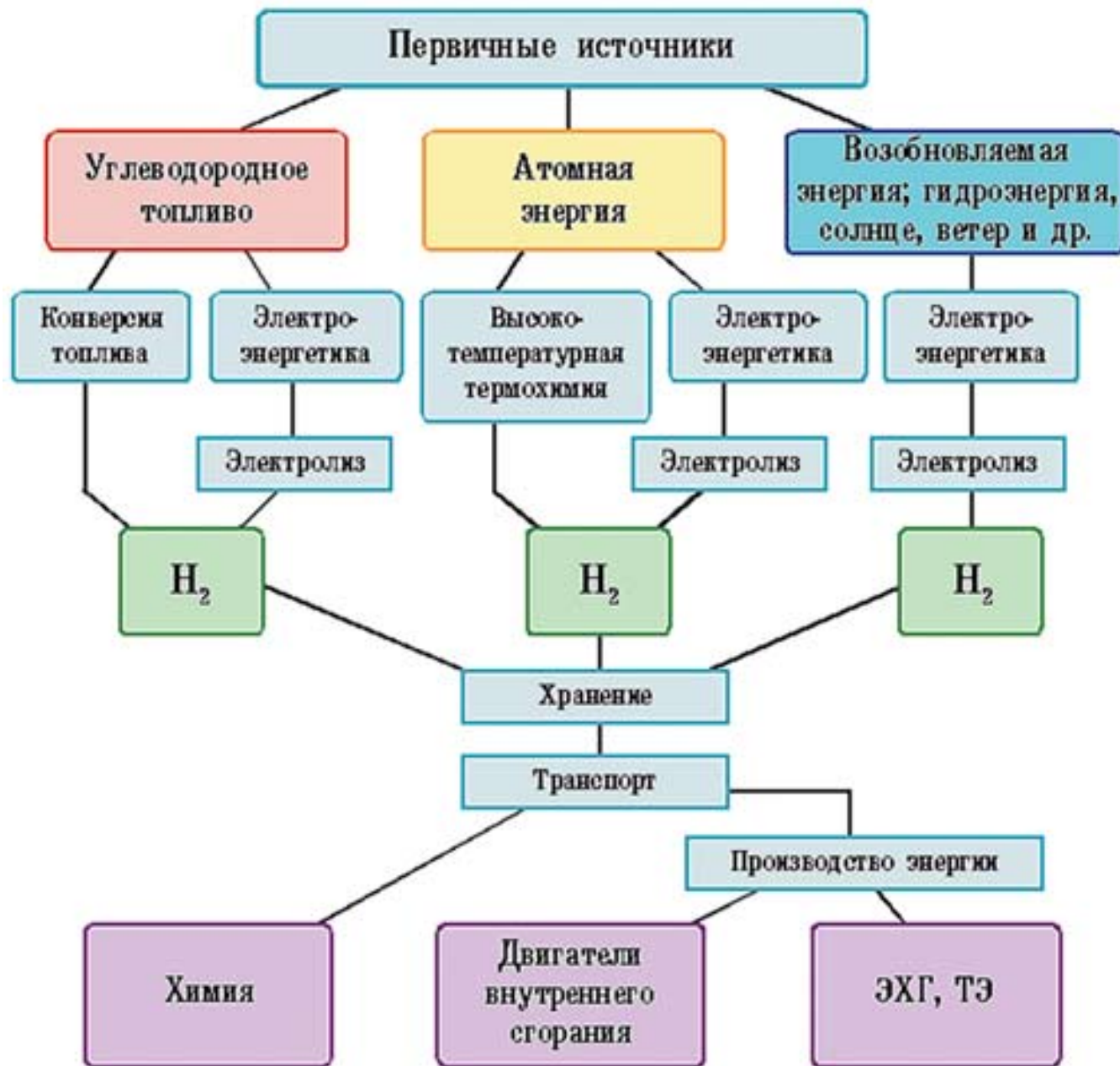


Гидрирование растительных жиров:



Восстановление оксидов до металлов:





Кислород (Oxygenium)

Кислород

Кислород (От латинского Oxygenium), химический элемент с атомным номером 8, атомная масса 15,9994. В периодической системе элементов Менделеева расположен во втором периоде в группе VI.



Кислород (Oxygenium)

Состав воздуха

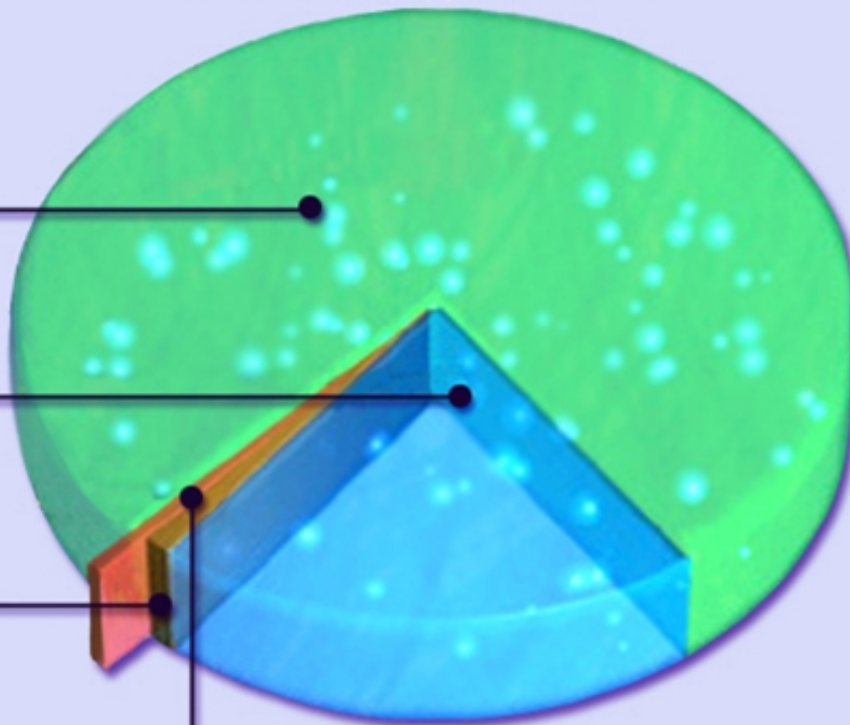
объемные доли газов

Азот 78,09 %

Кислород 20,95 %

Аргон 0,93 %

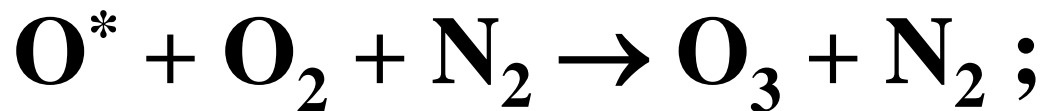
Углекислый газ 0,03%



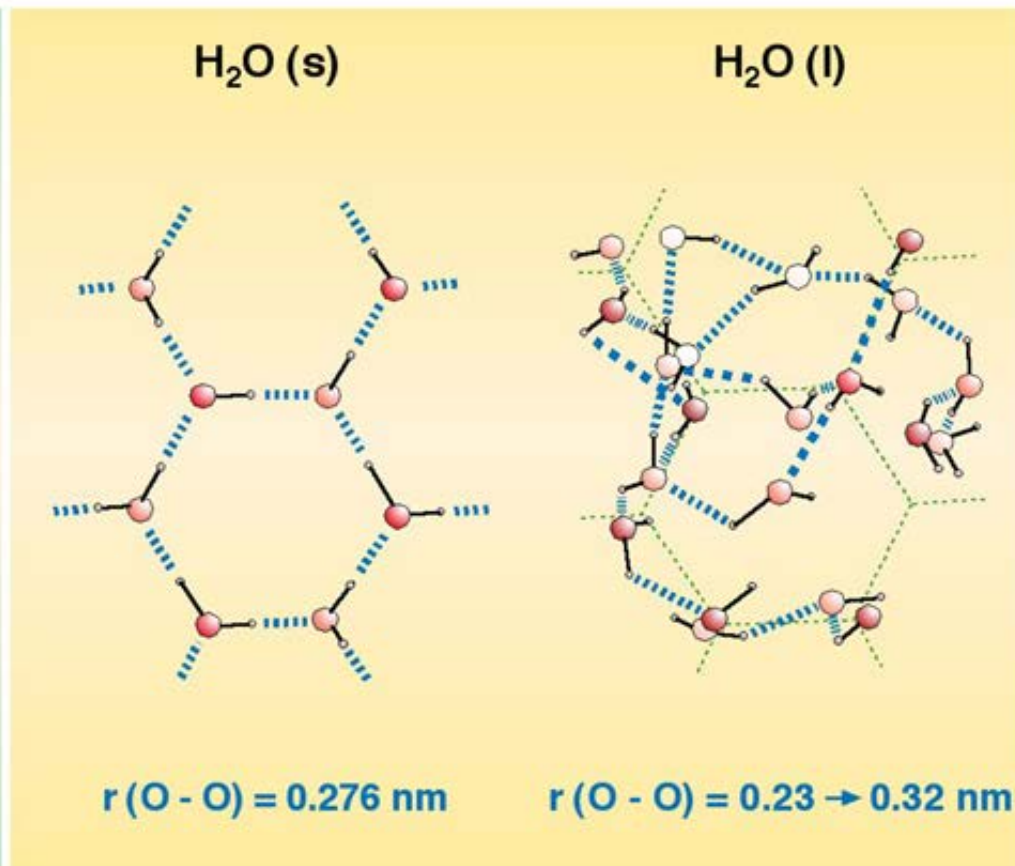
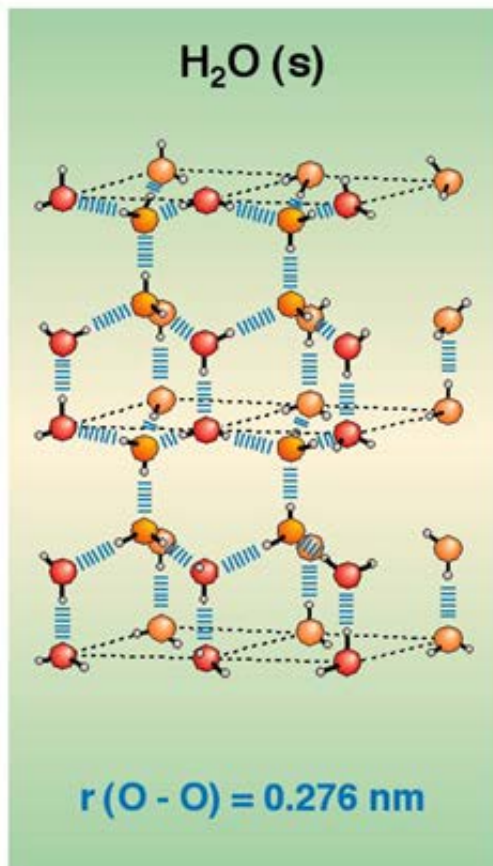
Кислород (O₂) и озон (O₃)

Биологическая *озоновая защита* Земли.

На высоте 20-25 км устанавливается равновесие:



Вода и ее «Великие тайны»



CB 07

AGFA 

Ледоход на Печоре (фото - Ксения Трошко)



Ледоход на Печоре (фото - Ксения Трошко)



Кристаллы льда



Кристаллы льда



Снежинки в поляризованном свете

<http://scaramouch.ru/content/view/1116/>



Снежинки в поляризованном свете

<http://scaramouch.ru/content/view/1116/>



Снежинки в поляризованном свете

<http://scaramouch.ru/content/view/1116/>



Снежинки в поляризованном свете

<http://scaramouch.ru/content/view/1116/>



Перегретая вода

H2O-SVC-kr-tf1 1:10

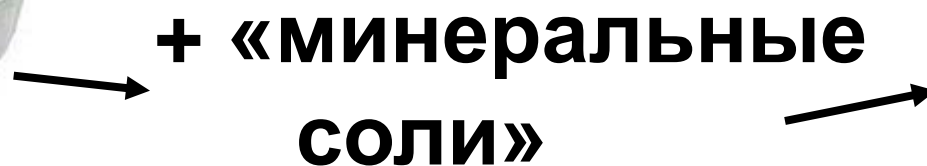


BB3-07



BB3-08

Растворы



Растворы

Раствор – гомогенная (однородная) система, которая содержит два или более компонентов.

Компоненты – вещества, количества которых можно менять независимо друг от друга.

Компоненты растворов могут быть: твердые, жидкие, газообразные...

Любые, лишь бы растворялись.

Чаще всего мы встречаем водные, т.е. жидкие растворы.

Растворимость и концентрация

Растворимость:

Масса вещества, растворимая в 100 г растворителя (воды)

Концентрация:

массовая доля (часто в виде процентной концентрации) –

отношение массы вещества к массе раствора:

$$\omega = m_{\text{вещества}} / m_{\text{раствора}} (*100\%) ;$$

молярная концентрация C – количество вещества

(число молей) ν в литре раствора:

$$C = \nu_{\text{вещества}} / V_{\text{р-ра}} ;$$

Еще концентрации

Градусом применительно к содержанию алкоголя в спиртных напитках называют процент содержания спирта в напитке по объёму.

Пиво: до $0,5^\circ$ — безалкогольное,
 3° - 6° — светлое или темное, более 8° — крепкое.

Квас: от $0,7^\circ$ до $2,6^\circ$. Самый распространенный — $1,2^\circ$.

Кефир: до $0,88^\circ$.

«Плотность» пива указывается в процентах или **градусах Баллинга**. Градус Баллинга - весовой процент экстракта, выраженный в граммах веществ, содержащихся в 100 г раствора. Предложил в XIX веке чешский химик Карел Наполеон Баллинг. Безалкогольное пиво имеет плотность до 5%, легкое светлое - 11 - 13 %, плотные сорта светлого и темного пива достигают 20%.

Еще концентрации

Градусом применительно к содержанию алкоголя в спиртных напитках называют процент содержания спирта в напитке по объёму.

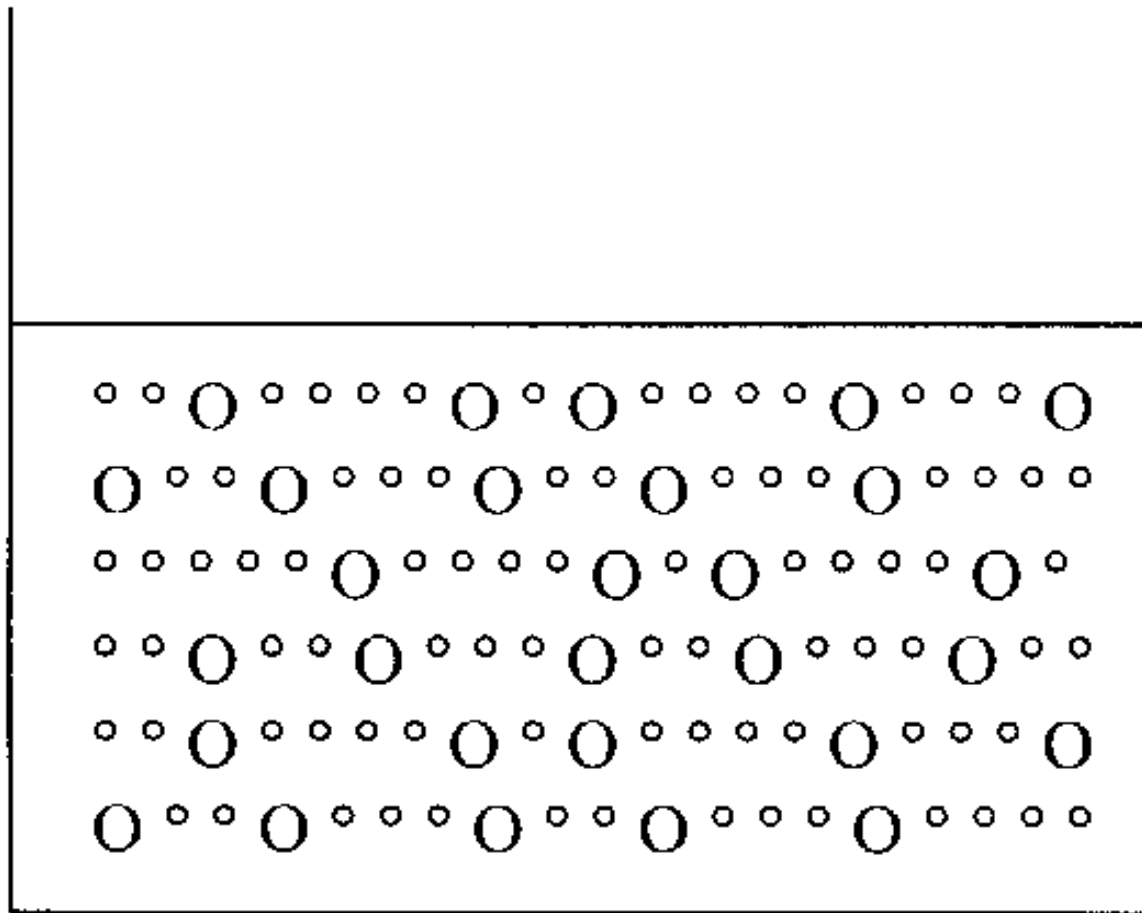
Выражение «концентрация алкоголя в крови 1,5 ‰ (промилле)» следует понимать так, что в одном литре крови (точнее говоря, в одном литре смеси крови с чистым этанолом), то есть в 1000 миллилитрах, находится 1,5 миллилитра чистого этанола (и чуть больше 998,5 миллилитров чистой крови). Смотрятся доли именно объёма, а не массы.

0,3-0,5 промилле — незначительное влияние алкоголя,
0,5-1,5 — легкое опьянение, 1,5-2,5 — опьянение средней степени,
2,5-3 — сильное опьянение, 3-5 — тяжелое отравление алкоголем,
5-6 — смертельная доза

Растворы бывают разбавленные,
концентрированные, насыщенные и ...



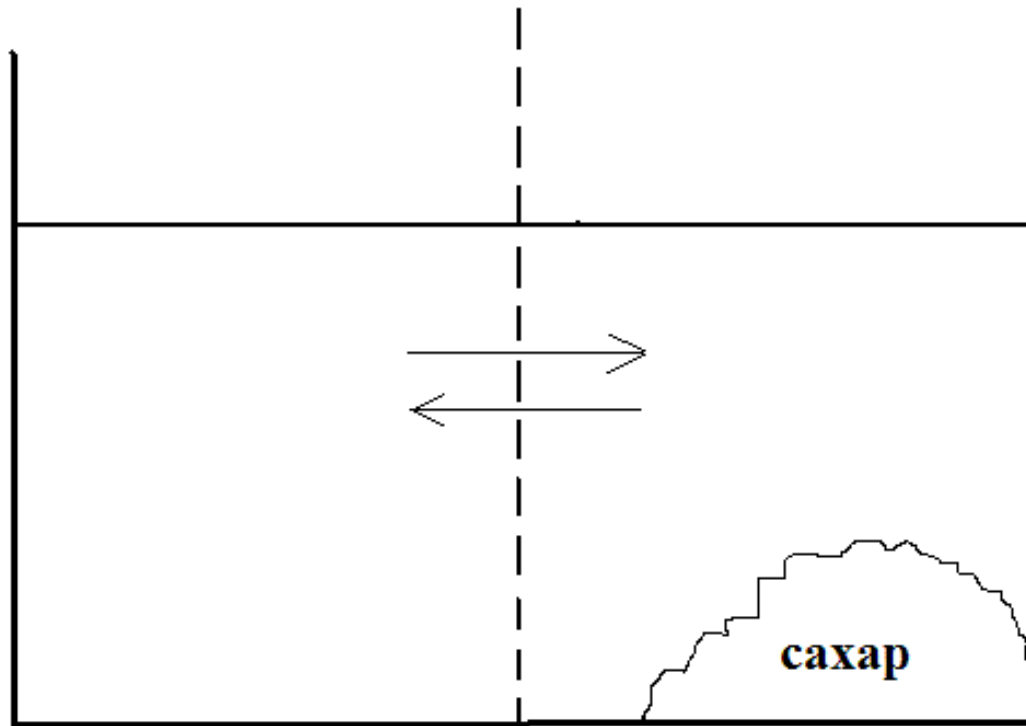
Модель идеального раствора (1)

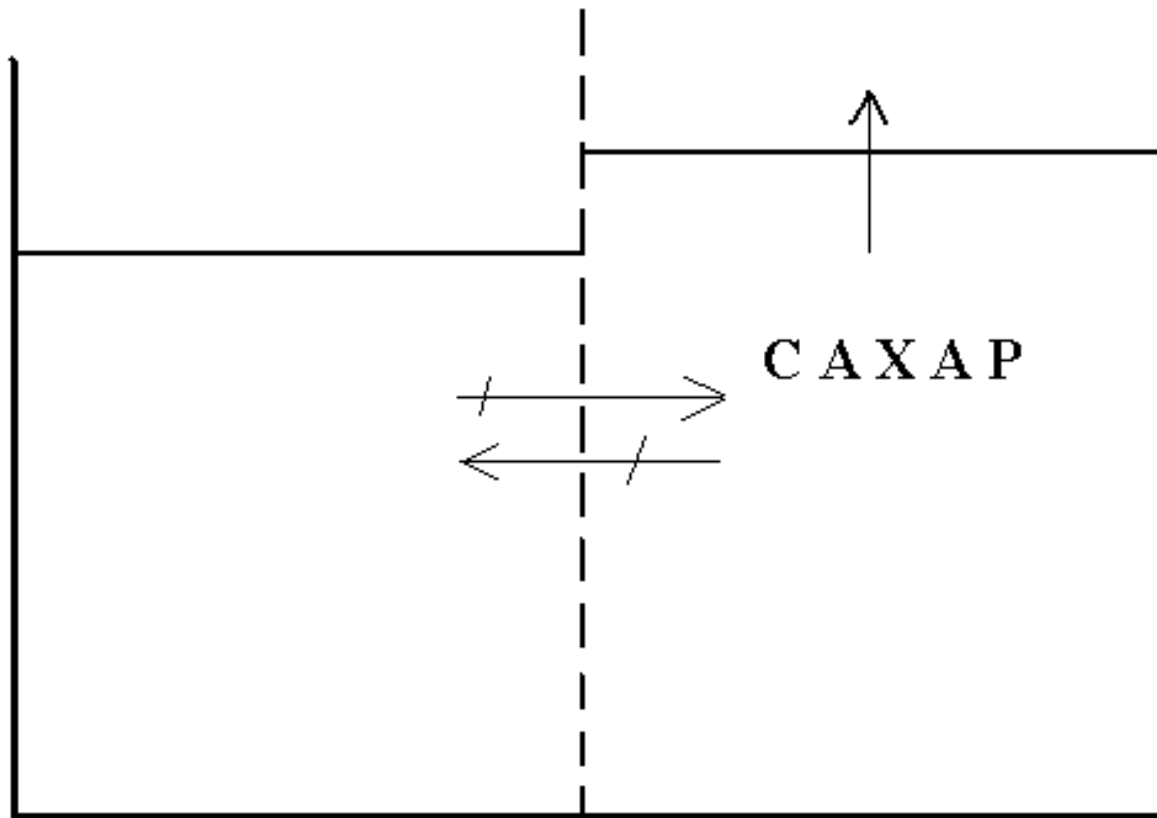


Задача 1

Сосуд с чистой водой перегородили на две половинки полупроницаемой мембраной – маленькие молекулы воды могут проникать сквозь поры в мембране, а большие молекулы сахара не могут. Потом в правую половину сосуда насыпали сахар.

- а) Как изменится скорость проникновения воды слева направо?
- б) Как изменится скорость проникновения воды справа налево?
- в) Что мы будем наблюдать через некоторое время?





Осмоз

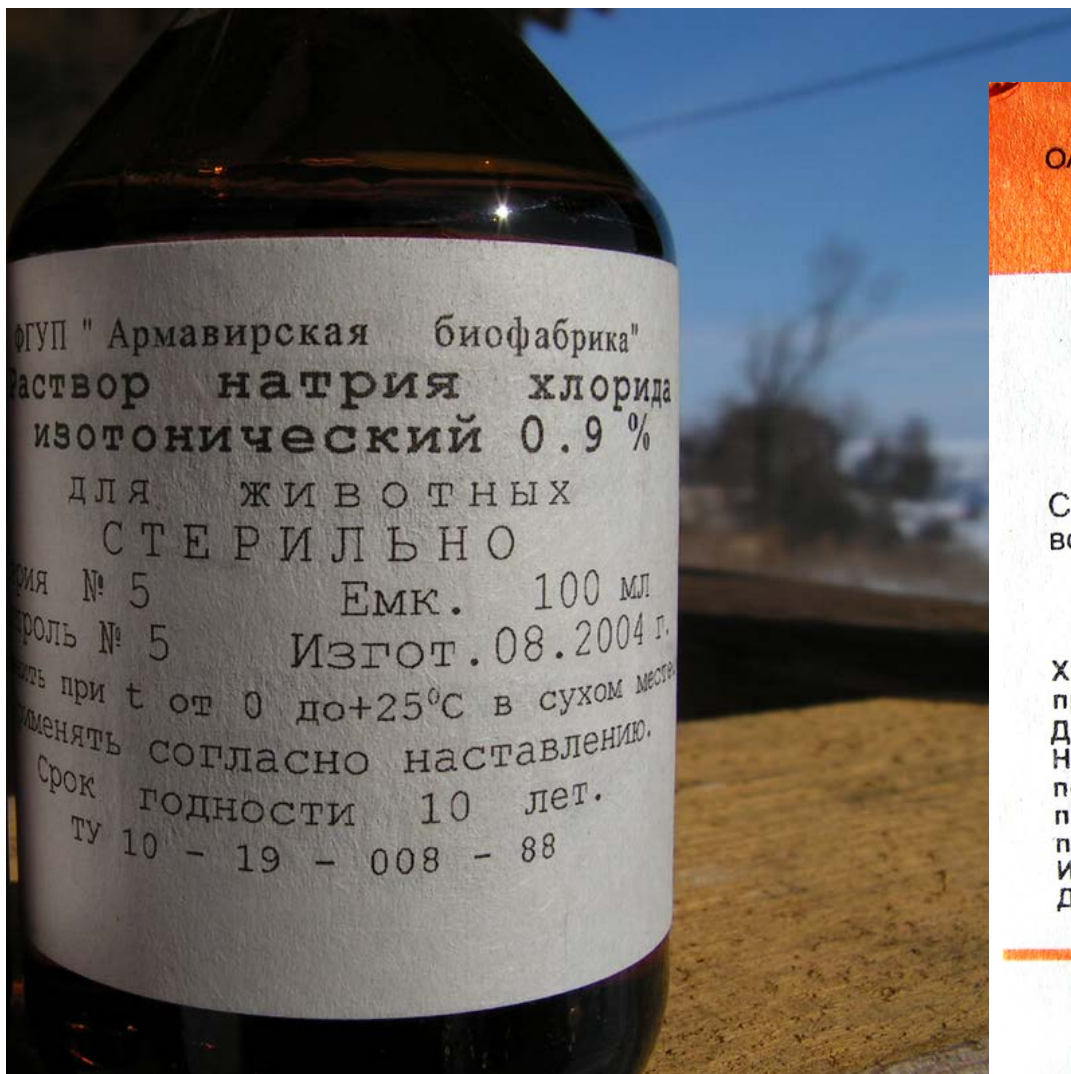
$$\pi = CRT \quad (R = 0,082 \text{ л*атм})$$



Осмос. Питание растений



Осмос. Физиологический раствор



ОАО НПК «ЭСКОМ»

355107, г. Ставрополь,
Старомарьевское
шоссе, 9г
Тел.: (8652)94-65-62
Факс: (8652)94-68-12
Факс: (8652)94-71-54

«ЭСКОМ»
ОАО НПК

НАТРИЯ ХЛОРИД

Раствор для инфузий 0,9%. 400 мл
Стерильно. Апиrogenно.
Для внутривенного введения.

Состав: натрия хлорида - 9 г
воды для инъекций - до 1 л

В СЛУЧАЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОКРАСКИ
ПРЕПАРАТА ИЛИ ПОЯВЛЕНИЯ
ВЗВЕСИ РАСТВОР НЕ ПРИГОДЕН
К УПОТРЕБЛЕНИЮ.

Хранить в сухом месте
при температуре не выше + 25°C.
Допускается замораживание.
Несмачиваемость внутренней
поверхности бутылки не является
противопоказанием к применению
препарата.

Из аптек отпускается по рецепту врача.
Для стационаров.

Р № 001119/01-2002

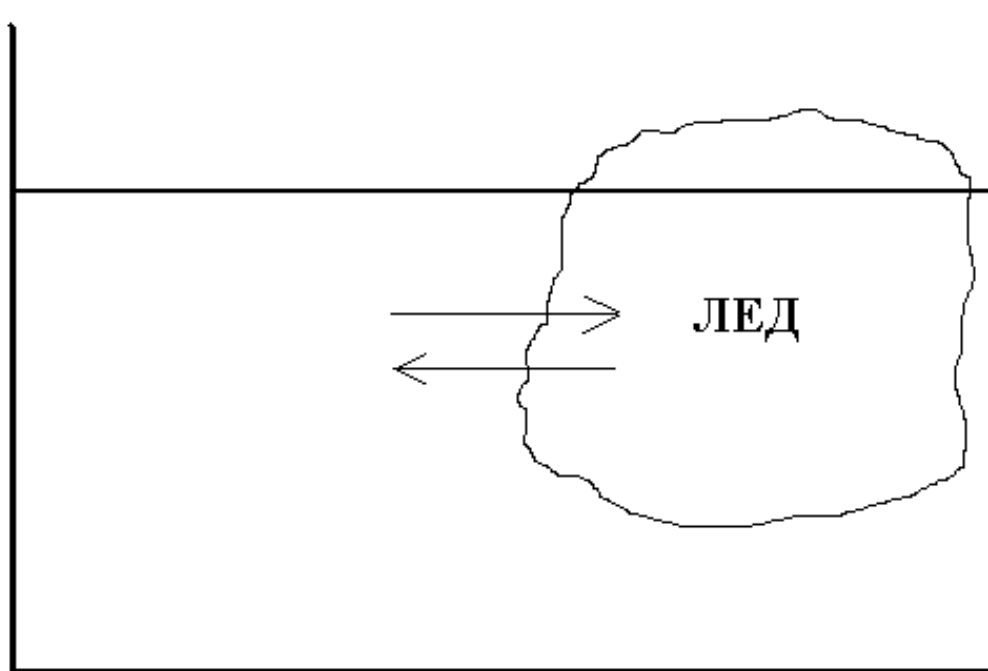
1030503 05 04

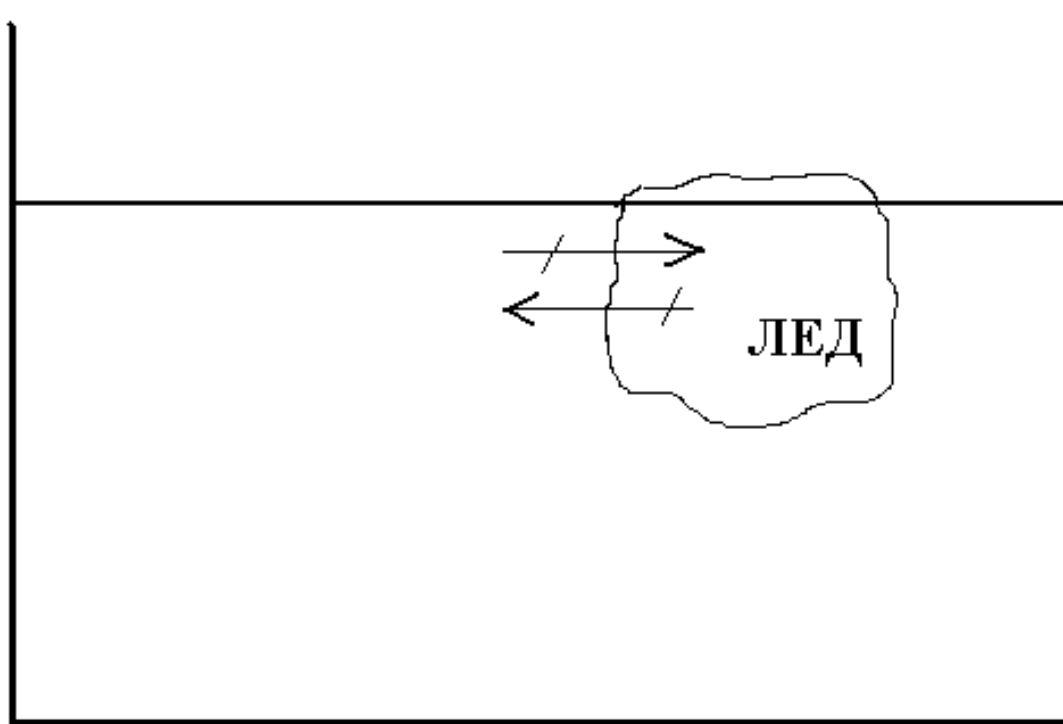
Годен до:

Задача 2

В сосуде, содержащем воду и лед, поддерживается постоянная температура 0°C . Потом в сосуд насыпали поваренную соль.

- а) Как изменится скорость растворения льда?
- б) Как изменится скорость кристаллизации воды?
- в) Что будет наблюдаться, если и после добавления соли температуру 0°C будут продолжать поддерживать?





Криоскопия

$$\Delta t_{\text{зам}} = K C_M = K(g1000)/MG$$

C_M – молярная концентрация (моль/кг растворителя);

g – масса вещества, растворенного в G граммах растворителя;

M – молекулярная масса растворенного вещества;

K – криоскопическая константа растворителя (для воды 1,853)



Борьба с гололедом



Фото:

<http://www.lenta.ru/news/2005/11/21/experiment/>

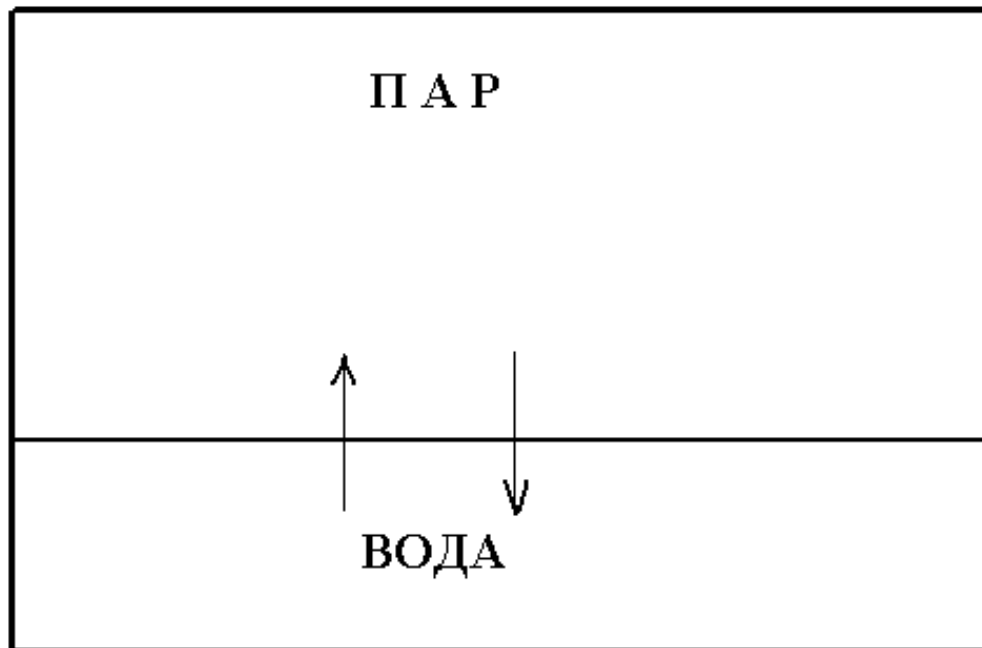
<http://www.kp.ru/daily/23484.5/38194/>

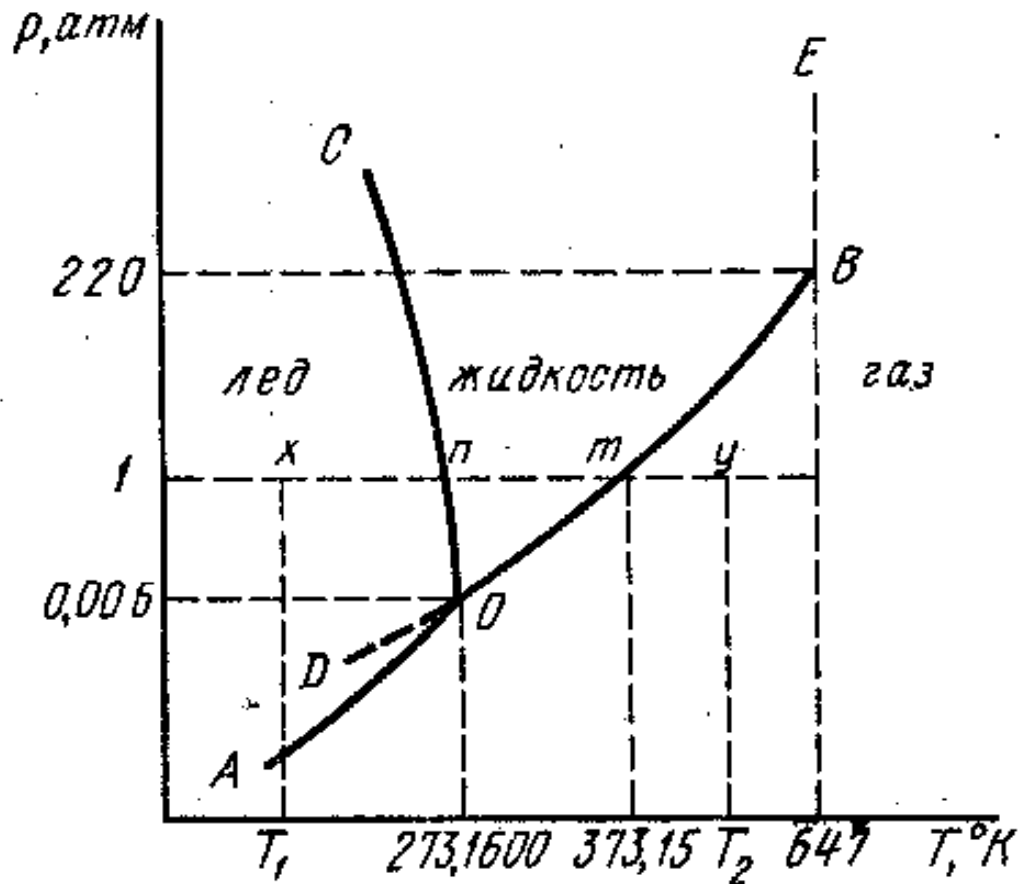
Задача 3

Замкнутый термостатируемый сосуд частично заполнен водой, остальную его часть занимают только пары воды. Потом в сосуд бросили поваренную соль.

- а) Как изменится скорость испарения воды?
- б) Как изменится скорость конденсации воды?
- в) Как изменится давление в сосуде

Температура все время постоянна



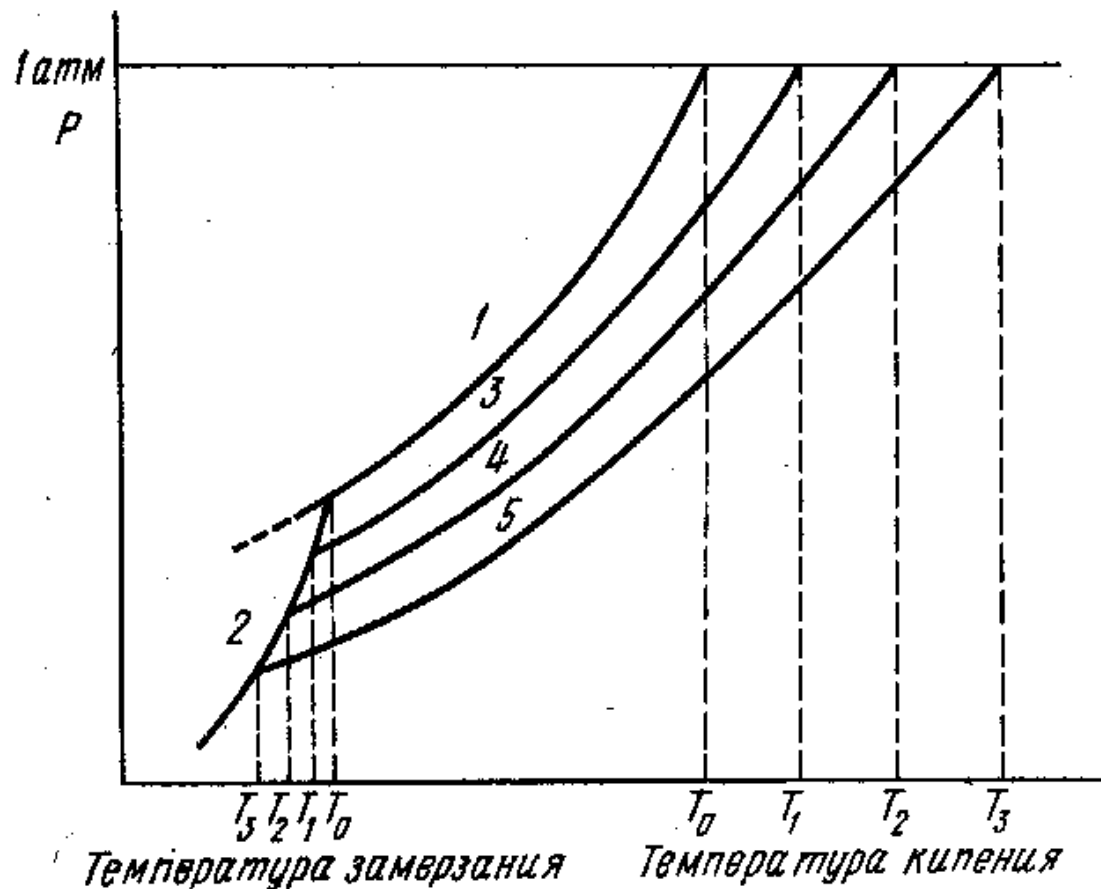


Фазовая диаграмма воды при умеренных давлениях.

Точка О – *тройная точка* равновесия газообразного, жидкого и твердого состояний воды.

Точка В – *критическая точка* воды.

Кривая ОД соответствует переохлажденной воде.

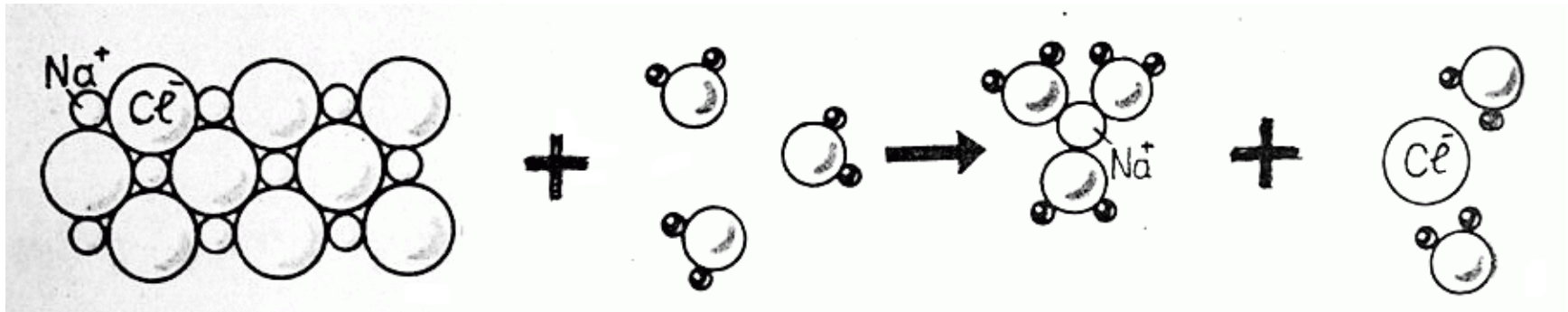


Зависимость давления пара от температуры

- 1 – кривая для чистого жидкого растворителя;
- 2 – кривая для чистого твердого растворителя;
- 3, 4, 5 – давление пара растворителя над растворами с увеличивающейся концентрацией нелетучего вещества.

Растворы электролитов

Вещества, которые в растворе или в расплаве частично или полностью распадаются на ионы и проводят электрический ток за счет движения ионов, называются **электролитами**.



Математическое описание

(формулы и уравнения)

Степень диссоциации:

$$\alpha = \frac{\text{(число диссоциированных молекул)}}{\text{(общее число молекул растворенного в-ва)}}$$

Электролиты делят на сильные ($\alpha \approx 1$) и слабые ($\alpha \ll 1$)

Для слабых электролитов в справочных таблицах обычно приводят константы диссоциации или их отрицательные десятичные логарифмы.



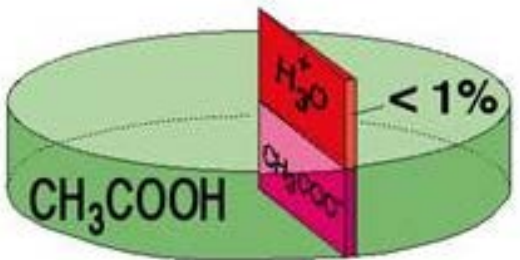
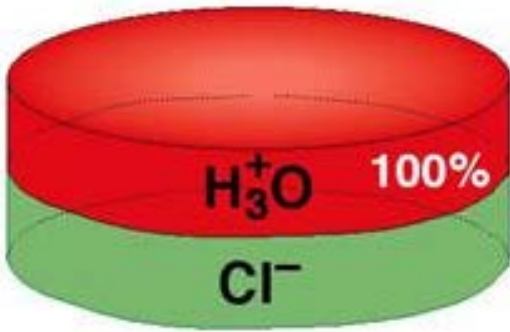
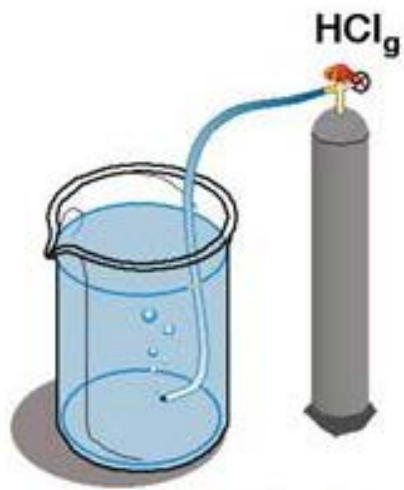
$$\text{p}K_{\text{кисл}} = -\lg(K_{\text{кисл}})$$

Для уксусной кислоты CH_3COOH :

$$K_{\text{кисл}} = 1,8 \cdot 10^{-5};$$

$$\text{p}K_{\text{кисл}} = 4,8$$

Электролиты сильные ($\alpha \approx 1$) и слабые ($\alpha \ll 1$)



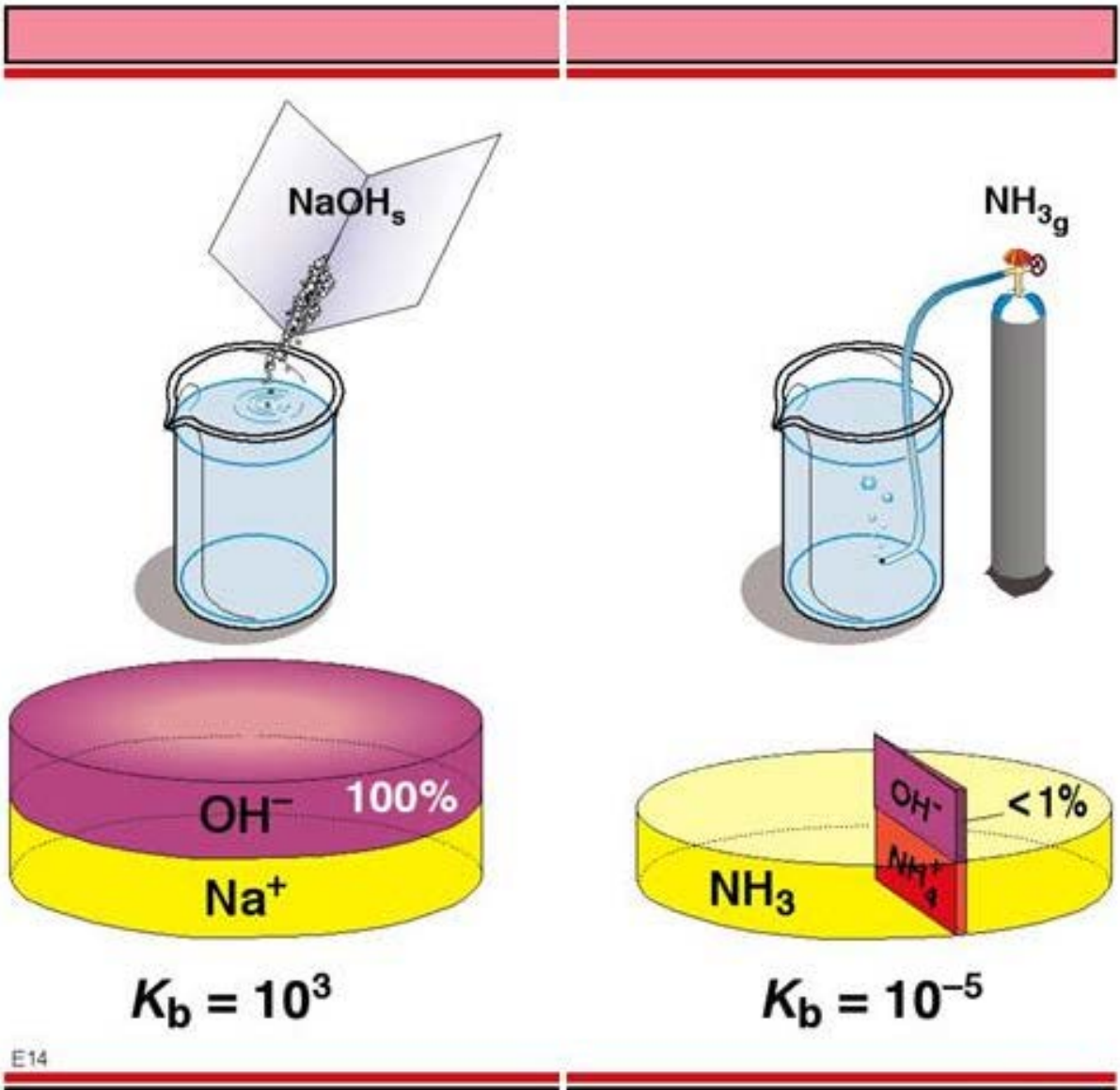
$$K_a = 10^3$$

$$K_a = 10^{-5}$$

E13



Электролиты сильные ($\alpha \approx 1$) и слабые ($\alpha \ll 1$)



E14



Кисотно-основные равновесия в растворах

По Аррениусу (Св́анте А́вгуст Арре́ниус, 1887):

Кислотой называют электролит, диссоциирующий в растворах с образованием ионов H^+ (протонов);

основанием называют электролит, диссоциирующий в воде с образованием гидроксид-ионов OH^- .

Амфолитом (**амфотерным** гидроксидом) называют электролит, диссоциирующий в воде с образованием как ионов H^+ , так и ионов OH^- .



рН - характеристика кислотности

Кислотно-основное равновесие в воде



При 25⁰С в чистой воде:

$$K_p[\text{H}_2\text{O}] = K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

Тогда $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7}$

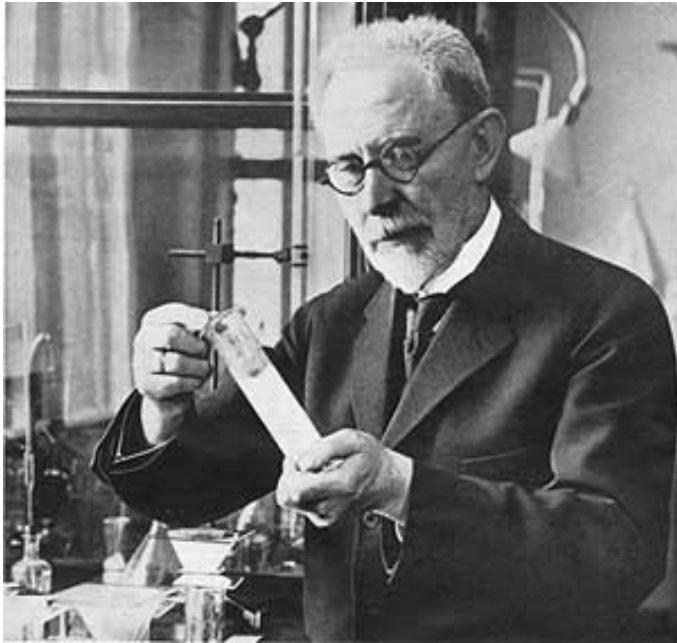
$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$$

Для чистой воды при стандартных условиях $\text{pH} = 7$

При $\text{pH} > 7$ раствор щелочной;

при $\text{pH} < 7$ раствор кислый

Измерение pH (история)



Søren Peter Lauritz
Sørensen (1868-1939)

С 1901 по 1938 годы Сёренсен — руководитель престижной химико-физиологической лаборатории Карлсберга в Копенгагене. Лаборатория была создана при заводе **Carlsberg** и занималась совершенствованием технологии производства пива.

В 1909 г. он впервые использовал водородный показатель раствора pH, где p — начальная буква слов Potenz (немец.) и puissance (фр.), которые переводят на английский как power или potency, а на русский — показатель. Соответственно используются словосочетания power of Hydrogen, potency of Hydrogen и др.

Измерение pH: индикаторная бумага



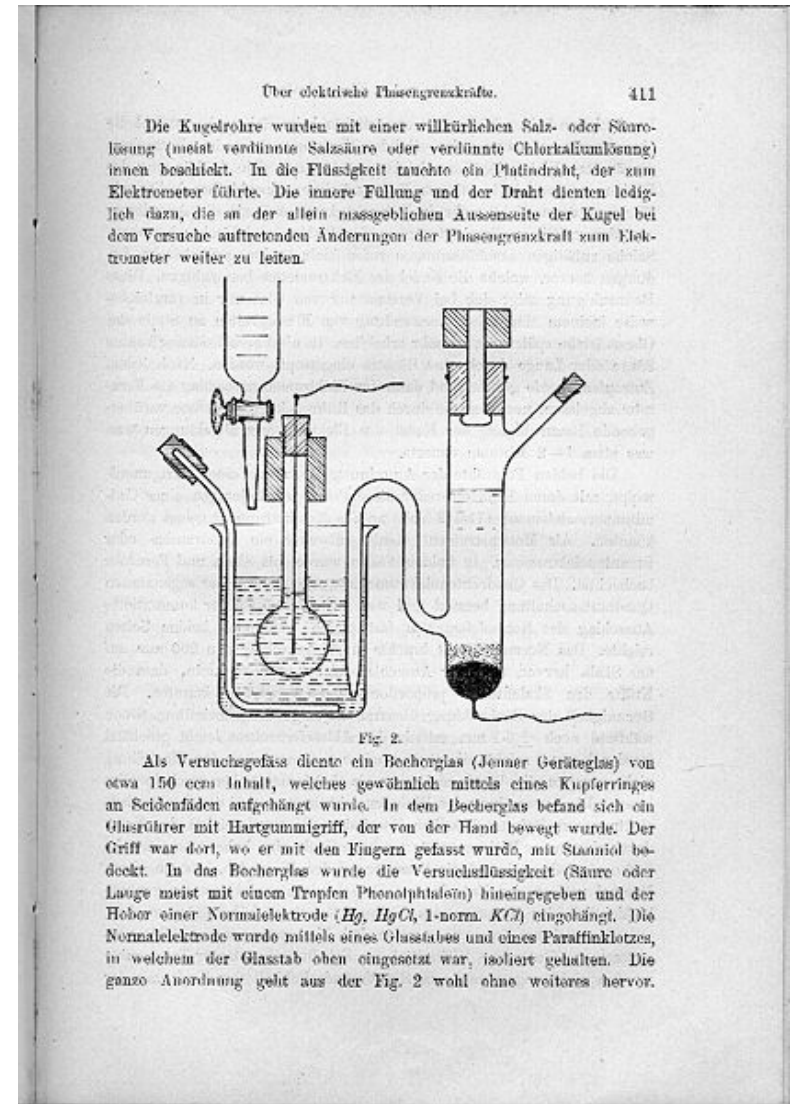
Измерение pH: стеклянный электрод



Измерение pH (история)



Фриц Габер (1868-1934)



Страница из статьи Ф.Габера и С.Клеменевича о стеклянном электроде. Zeitschrift für Physikalische Chemie. Leipzig 1909

Шкала лабораторного рН-метра



Значения рН различных биожидкостей и тканей организма человека

Биожидкость	рН (в норме)
Сыворотка крови	7,40±0,05
Слюна	6,35-6,85
Моча	4,8-7,5
Влага глаза (слезная жидкость)	7,4±0,1
Желудочный сок	0,9-1,1
Сок поджелудочной железы	7,5-8,0
Молоко	6,6-6,9
Кожа (различные слои)	6,2-7,5

Расчет pH в растворах сильных кислот и оснований

Диссоциация сильной кислоты: $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$

Считаем диссоциацию полной ($\alpha = 100\%$):

$$[\text{H}^+] = [\text{HCl}]$$

$$\text{pH} = -\lg [\text{HCl}]$$

Диссоциация сильного основания:



Считаем диссоциацию полной ($\alpha = 100\%$):

$$[\text{OH}^-] = [\text{NaOH}]$$

$$\text{pOH} = -\lg [\text{NaOH}] ;$$

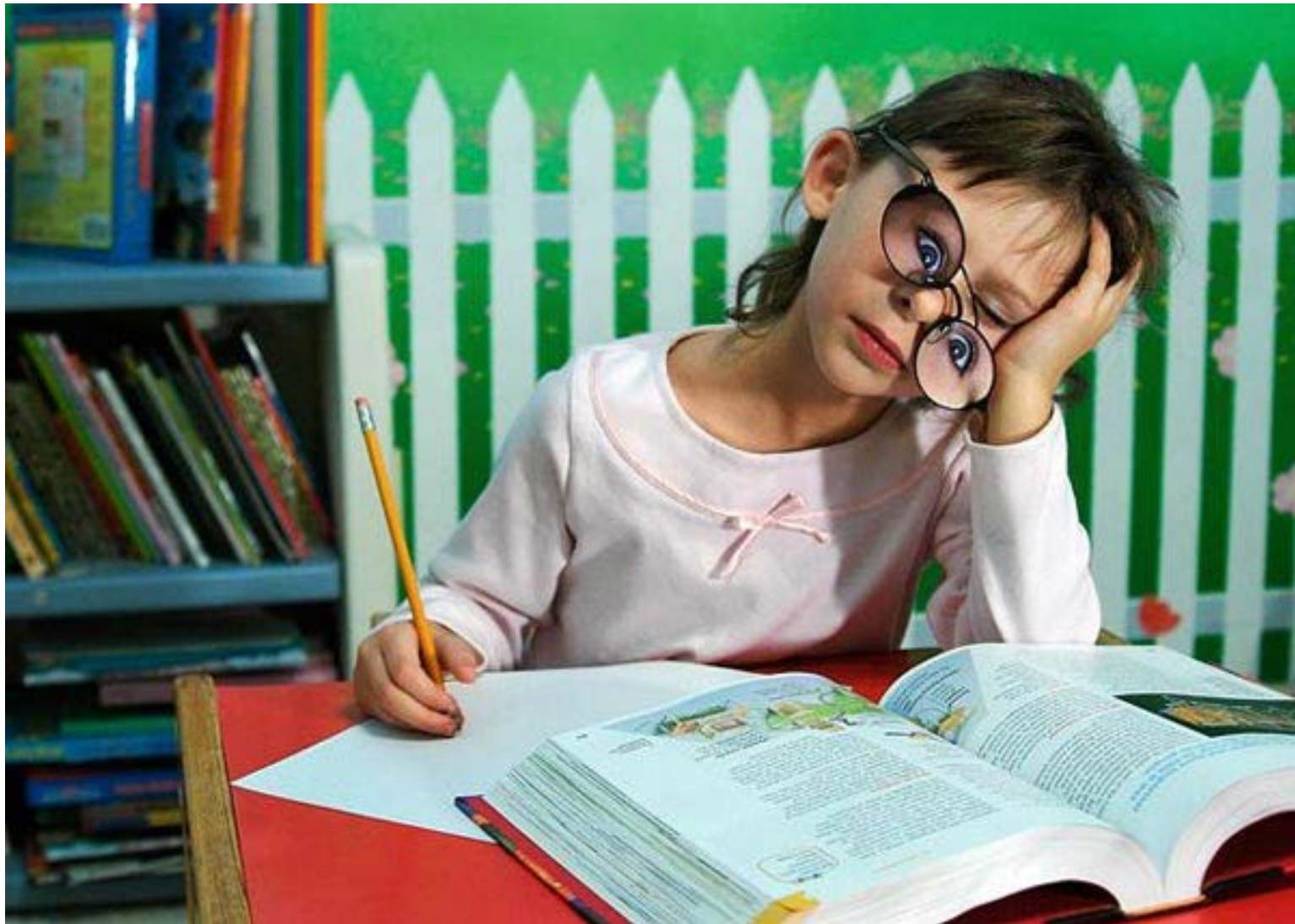
при 25°C

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

На сегодня хватит...



Изменение размеров атомов при ионизации

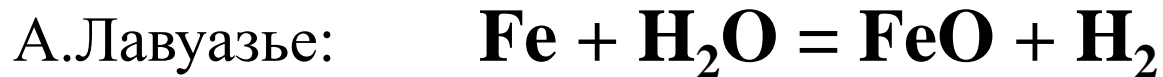
H $37 \cdot 10^{-12}$ m \rightarrow **H⁺** $0,0012 \cdot 10^{-12}$ m

Li $133 \cdot 10^{-12}$ m \rightarrow **Li⁺** $76 \cdot 10^{-12}$ m

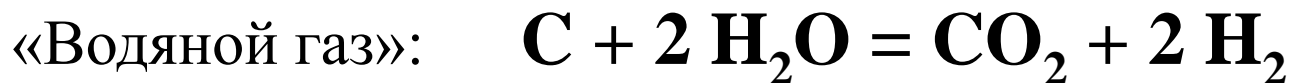
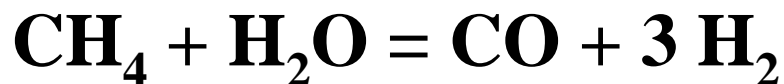
Na $155 \cdot 10^{-12}$ m \rightarrow **Na⁺** $102 \cdot 10^{-12}$ m



Получение водорода

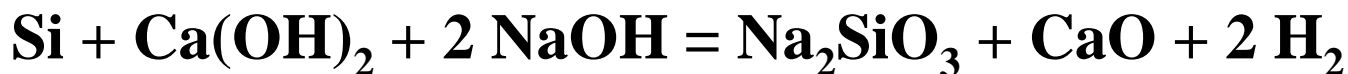


Основной метод получения водорода в промышленности – конверсия метана при 800-1100⁰С (катализатор):



Коксовый газ: около **55%** водорода, 25% метана, до 2% тяжелых углеводородов, 4-6% CO, 2% CO₂, 10-12% азота.

Водород, как продукт горения:



На 1 кг пиротехнической смеси выделяется до 370 л H₂



Основные определения кислот и оснований



Теория	Кислота	Основание
Аррениуса	Диссоциирует с образованием ионов H^+ (HNO_3 и др.)	Диссоциирует с образованием ионов OH^- ($NaOH$ и др.)
Бренстеда-Лоури	Донор протонов (NH_4^+ , HCl , $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$)	Акцептор протонов (NH_3 , OH^- , PO_4^{3-})
Льюиса	Акцептор электронной пары (BF_3 , Ag^+)	Донор электронной пары (NH_3 , F^-)
Лукса-Флуда (реакции в расплаве)	Акцептор оксид-ионов (SiO_2)	Донор оксид-ионов (CaO)
Сольво-систем	Повышает концентрацию катионов растворителя (SbF_5 в BrF_3)	Повышает концентрацию анионов растворителя (KF в BrF_3)
Усановича	Донор катиона (в том числе H^+) или акцептор аниона (в том числе электронной пары)	Донор аниона (в том числе электронной пары) или акцептор катиона (в том числе H^+)