

XIV Раствори

Дисперзни системи

- Растворите се хомогени смеси. Растворите се само еден дел од големата група на смеси што се наречени *дисперзни системи*.

Дисперзните системи се смеси од две или повеќе компоненти во кои една од компонентите се наоѓа во поголемо количество од другите.

- Компонентата што е присутна во поголемо количество се нарекува *дисперзионата средина*.
- Другите компоненти во системот се разместени (диспергирани) низ дисперзионата средина и се наречени *диспергирани компоненти*.
- Поделба на дисперзните системи според големините на честичките на диспергираната компонента:
 - Помали од 1 nm (тоа се молекули или јони) - *молекуларно дисперзни системи или раствори*;
 - Од 1 до 100 nm - *колоидно-дисперзни системи (колоиди)*;
 - Поголеми од 100 nm - *грубо-дисперзни системи (микрохетерогени)*;

Важно: Во секој дисперзен систем не се видливи границите помеѓу различните компоненти што го сочинуваат системот. Според ова, привидно, секој дисперзен систем изгледа како да е хомогена смеса. Меѓутоа, растворите и колоидите навистина се хомогени смеси, но, грубо-дисперзните системи сепак претставуваат хетерогени смеси.

- Кај растворите (молекуларно-дисперзните системи) растворената компонента не се издвојува од растворот со текот на времето, нити се таложи на дното од садот.

Гравитациските сили што делуваат на честичките на растворената компонента се мали во однос на кинетичката енергија на честичките во растворот.

- Кај колоидно-дисперзните и грубодисперзните системи, заради големините на честичките на диспергираната компонента, при одредени услови, може да дојде до нејзино исталожување на дното од садот.

Гравитациската сила е поголема во споредба со кинетичката енергија на честичките.

Раствори

Основни својства на растворите:

- Тие се *хомогени смеси*
- Растворите можат да бидат во *гасовита, течна или цврста* состојба.
- Секоја супстанца присутна во растворот се нарекува *компонента на растворот*. Обично компонентата што е присутна со најголемо количество се нарекува *растворувач*, а другите компоненти се нарекуваат *растворени супстанции*.

<i>Растворувач</i>	<i>Растворена компонента</i>	<i>Агрегатна состојба на р-р</i>	<i>Пример</i>
гас	гас	гас	воздух
течност	гас	течност	сода вода (CO_2 во вода)
цврста фаза	гас	цврста фаза	раствор на H_2 во платина
течност	течност	течност	етанол во вода
течност	цврста фаза	течност	NaCl во вода
цврста фаза	цврста фаза	цврста фаза	Месинг (Cu/Zn)

- Во природата најчесто среќаваме *водни раствори*, каде што H_2O е растворувач.
- Течната и цврстата агрегатна состојба обично се означуваат со заеднички поим - *кондензирана состојба*.

- Во кондензираната состојба привлечните сили помеѓу молекулите (или другите градивните единици) се доволно јаки *(во споредба со кинетичката енергија на движење на градивните единици определена од температурата на супстанцата)* да ги држат молекулите заедно (во кондензирана состојба).
 - Во цврстите супстанции, соседните градивни единици се ригидно (круто) поврзани.
 - Во течностите, соседните градивни единици можат делумно да се поместуваат една во однос на друга.
- Неопходни предуслови за формирање на раствор, односно на хомогена смеса, се:

Привлечните сили помеѓу градивните единици на растворувачот мора да се споредливи (слични по големина) со привлечните сили помеѓу градивните единици на растворената супстанца и со привлечните сили помеѓу градивните единици на растворувачот и растворената супстанца.

Доколку интеракциите помеѓу честичките на растворената супстанца и растворувачот се послаби отколку интеракциите помеѓу честичките на растворувачот или честичките на растворената супстанца, тогаш нема да дојде до растворување.

Пример. Растворување на јонски соединенија во вода.

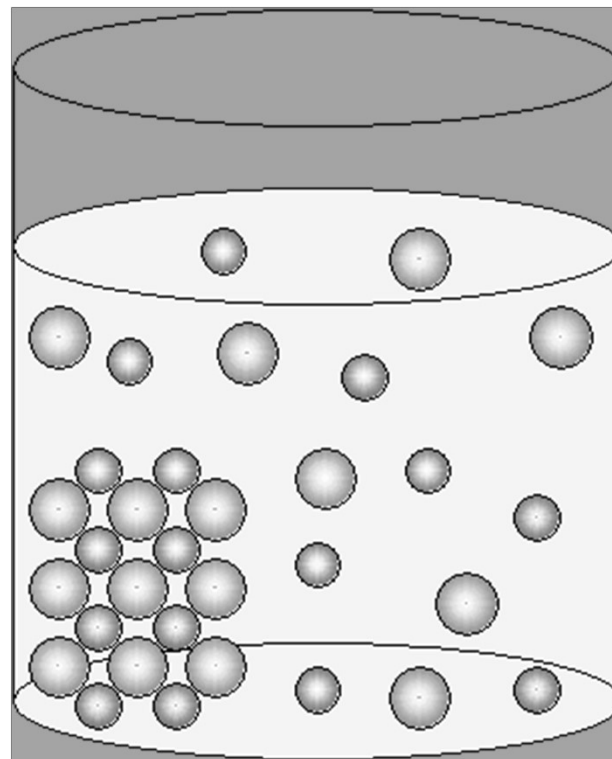
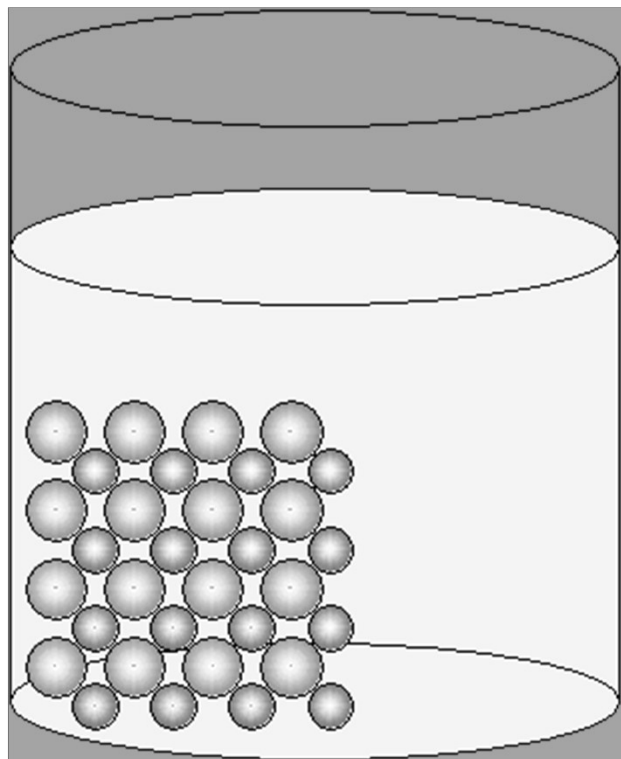
Мерка за привлечните сили помеѓу јоните во јонската кристална решетка е *енергијата на решетката*. За да се раствори јонското соединение во вода, привлечните сили помеѓу молекулите на водата и јоните треба да бидат споредливи со силите помеѓу јоните во решетката. Само во таков случај енергијата што се ослободува при формирањето на новонастанатите привлечни интеракции помеѓу водата и јоните ќе биде доволна да ја надополнат енергијата на решетката и јонското соединение да се раствори во вода.

Процесот на опкружување (координирање) на единките на растворената супстанца со единките на растворувачот се нарекува солватација.

Ако се работи за H_2O како растворувач, процесот се нарекува хидратација.

Заситени раствори и растворливост

- *Растворување на NaCl во вода.* Молекулите вода ги раздвојуваат јоните и растворот постепено се збогатува со хидратирани јони.



● Хидратираниите јони се судираат со:

- молекулите вода;
- со сидовите на садот;
- со другите хидратирани јони и
- со кристалот на нерастворениот NaCl, при што се создаваат услови за повторно вградување на јоните во решетката.

Според ова, постојат два спротивни процеси што истовремено се случуваат:

- *растворување на кристалот што резултира со формирање на хидратирани јони и*
- *судирање (колизија) на јоните што резултира со формирање на кристална решетка на јонското соединение (кристализација).*

Важно! При кристализацијата, молекулите вода ги напуштаат хидратираниите јони, односно се случува процес обратен на хидратацијата!



Шематски приказ на процесите на растворување и кристализација

- Доколку брзината на растворување е поголема отколку брзината на кристализацијата, доаѓа до намалување на количината на кристален NaCl (**растворување**). Доколку брзината на кристализација е поголема отколку брзината на растворувањето, доаѓа до наголемување на количината на кристален NaCl (**кристализација**). Ако брзините на двата процеси се идентични, тогаш системот се наоѓа во динамичка рамнотежа.

*Раствор кој е во динамичка рамнотежа со нерастворената кристална фаза на компонентата што се растворува е заситен раствор (при тие услови, не е возможно понатамошно растворување на растворената компонента во растворот). Количеството на растворената компонента во заситен раствор се нарекува **растворливост на соодветната компонента**.*

Растворливоста обично се изразува како маса од растворена компонента во определен волумен од растворувач (најчесто 100 mL растворувач). *Пример.* на 0 °C 35,7 g NaCl можат да се растворат во 100 mL H₂O и при тоа да се формира заситен раствор. Тоа е растворливоста на NaCl во вода на дадената температура.

- Бидејќи растворливоста најчесто зависи од температурата, секогаш е неопходно да се каже температурата при којашто е мерена растворливоста на супстанцата.
- Доколку растворот содржи помало количество растворена компонента отколку заситениот раствор, тој се нарекува **незаситен раствор**. Во незаситениот раствор возможно е да се растворува додатно количество на растворена компонента, се до формирање на заситен раствор. На пример, раствор од NaCl што содржи 30 g NaCl во 100 mL вода е при 0 °C е незаситен раствор. Во него можат да се растворат уште 5,7 g NaCl, се до формирање на заситен раствор. Доколку од определени причини, растворот содржи поголемо количество растворена компонента отколку заситениот раствор, тогаш тој се нарекува **презаситен раствор**. Таквиот раствор е нестабилен систем и при мала промена на условите лесно започнува процесот на кристализација, кој трае се до формирање на заситен раствор. На пример, раствор од кој содржи 40 g NaCl во 100 mL вода, при 0 °C е презаситен раствор. Во тој раствор набрзо ќе дојде до кристализација на 4,3 g NaCl, односно тој ќе премине во заситен раствор.

Фактори што влијаат на растворливоста

Растворливоста зависи од:

- Особините на растворената компонента;
- Особините на растворувачот;
- Температурата;
- Притисокот (кога станува збор за растворување на гасови).

Растворливост на гасовити супстанции во течни растворувачи

Интеракции: растворена компонента-растворувач

- Интеракциите помеѓу молекулите на гасот главно се од **Лондонов тип** (вид на слаби електростатски интеракции помеѓу различни молекули).
- Интеракциите помеѓу молекулите на гасот и растворувачот исто така воглавно се од Лондонов тип.
- Лондоновите интеракции се зголемуваат со порастот на димензиите на молекулите и нивната релативна маса.

Според ова, растворливоста на гасовите расте со порастот на нивната релативна молекулска маса.

Пример: Kr ($A_r = 83,8$) е порастворлив во вода од Ar ($A_r = 39,9$), а овој е порастворлив од O₂ ($M_r = 32$), а овој е порастворлив од N₂ ($M_r = 28$).

● *Ефект на притисокот врз растворливоста на гасовите*

- Порастот на притисокот на гасот го зголемува бројот на судари на молекулите на гасот со површината на растворувачот. Растворувањето на гасот се случува кога неговите молекули се судираат со површината на растворувачот каде бидуваат солватирани и диспергирани низ растворувачот.

Според тоа, при зголемен притисок, расте растворливоста на гасовите.

● *Ефект на температурата врз растворливоста на гасовите*

- При зголемена температура, молекулите на гасот имаат поголема кинетичка енергија, а со тоа е зголемена веројатноста молекулите на гасот да ја напуштат површината на растворувачот и да бидат десолватирани.

Според ова, со порастот на температурата, опаѓа растворливоста на гасовите.

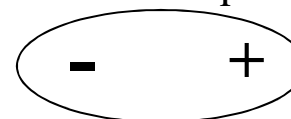
- За разлика од гасовите, другите супстанции најчесто подобро се растворуваат при повишена температура. При растворувањето на цврсти супстанции во течни растворувачи, со порастот на температурата расте кинетичката енергија и на честичките на растворената супстанца и на растворувачот, а со тоа е олеснето кинењето на врските помеѓу честичките на супстанцата што се растворува.

Растворување на полари компоненти во поларни растворувачи

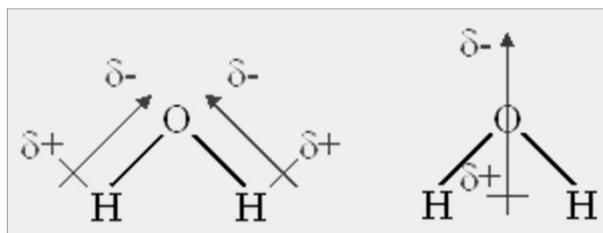
- Поларните компоненти лесно се растворуваат во поларни растворувачи.
- Интеракциите помеѓу поларните молекули се од видот *дипол-дипол* (или *водородни врски, за молекули што содржат водород*).

Некои молекулите изградени од поларни ковалентни врски се однесуваат како *електрични диполи*.

Електричен дипол е електронеутрална честичка во која постојат два различни центри на позитивен и негативен полнеж поставени на одредено растојание (нехомогена распределба на електричеството во рамките на една неутрална молекула):



Пример. Молекулата на водата е електричен дипол.

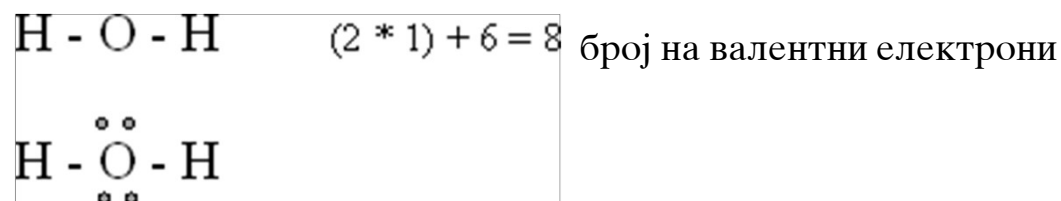


Шематски приказ на диполните моменти на поларните врски во молекулата на водата и вкупниот диполен момент прикажани со вектори .

- Дипол-дипол интеракциите постојат помеѓу молекулите на растворената компонента и растворувачот. Така, енергијата вложена за раскинување на врските помеѓу растворената компонента е приближно еквивалентна со енергијата што се ослободува при образувањето на интеракциите помеѓу растворената компонента и растворувачот. Но, силата на ентропијата (тенденцијата за зголемување на нередот во системот) го форсира растворувањето на поларната компонента во поларниот растворувач.

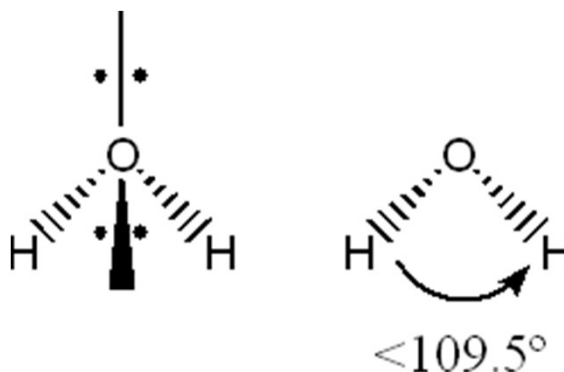
Особини на растворените компоненти во водни раствори

- Како водата ги растворува супстанците?
 - Ковалентните врски во молекулата на водата се поларни.

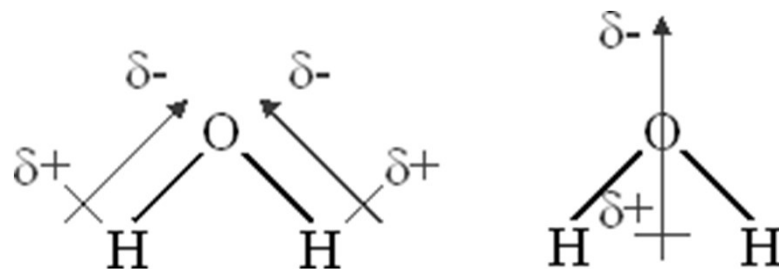


Луисова структура на молекулата на водата

- Кислородот има тетраедарски распоред на валентните електрони (sp^3 хибридизација).



Геометрија на молекулата на водата



Диполен момент на поларните ковалентни врски на молекулата на вода и вкупен диполен момент на молекулата.

Молекулата на вода е електричен дипол. Водата може да учествуваат во следниве видови интеракции:

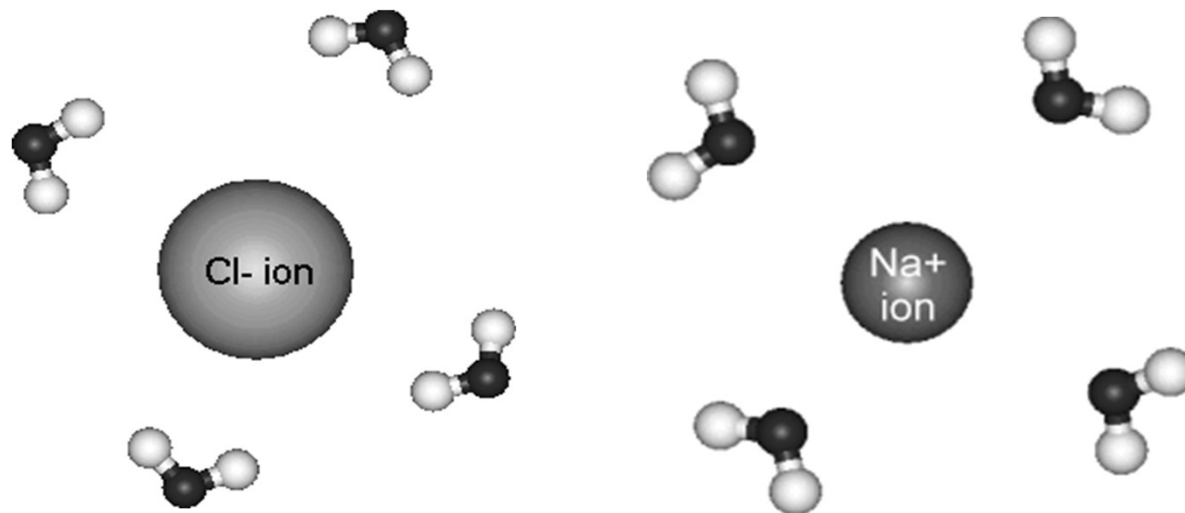
- *Лондонови интеракции (вид на слаби интеракции од електростатска природа);*
- *Дипол-дипол интеракции;*
- *Јон-дипол интеракции;*
- *Водородни врски (со останатите молекули на водата или со молекулите на растворената компонента).*

Водата е способна да учествува во различни видови нековалентни интеракции. Оваа особина е од круцијално значење за водата. Заради оваа особина, водата има способност да растворува различни видови супстанции.

Растворување на јонски соединенија во вода

● Јон - дипол интеракции

Молекулите на водата се ориентираат околу јоните со својот дел од молекулата што има полнеж спротивен од полнежот на јонот.



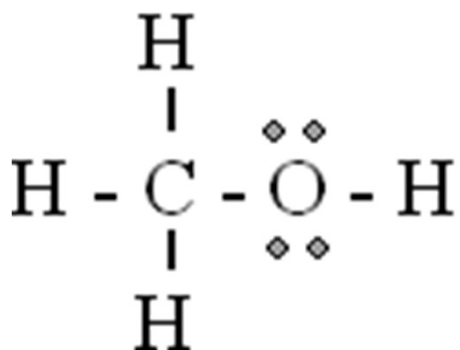
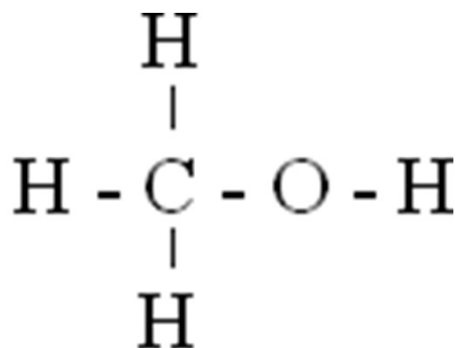
- Молекулите на водата ги раздвојуваат, опкружуваат и диспергираат јоните на кристалното јонско соединение.
- Водата е слаб спроводник на електрична струја. Меѓутоа, јоните растворени во водата можат да спроведуваат електрична струја.

Растворите што содржат јони и спроведуваат електрична струја се викаат електролити; или: Електролитите се раствори на јони.

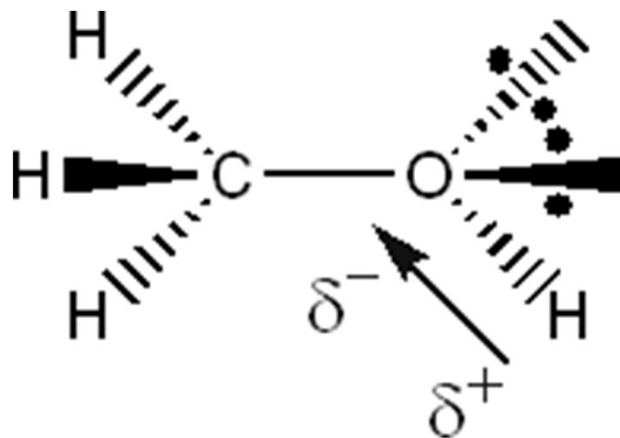
Раствори на молекулски соединенија во вода

- При растворување на некои ковалентни соединенија, интеракциите помеѓу водата и молекулите на соединението што се растворува, не доведуваат до кинење на ковалентните врски во рамките на соединението.

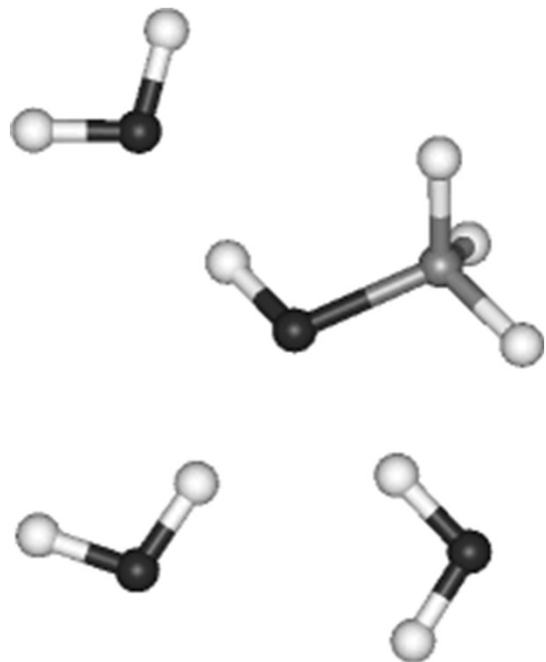
Пример: Раствор на метанол (CH_3OH) во вода.



Геометријата на кислородот во ОН групата на алкохолот, како и бројот и распоредот на валентните електрони, се слични со оние на кислородот во водата. Врската ОН кај алкохолот е поларна, слично како кај водата.



Шематски приказ на ковалентните врски, слободните електронски парови и диполниот момент на молекулата на метанолот.



Водата може да образува **водородни врски** со молекулите на метанолот и на тој начин водата може да ги раздвои, опкружи (координира) и диспергира молекулите на метанолот. Или со други зборови: **водата може да го раствори метанолот.**

Шематски приказ на молекулите на водата и метанолот.

- *Кај некои соединенија, интеракциите со молекулата на водата, доведуваат до раскинување на ковалентните врски.*

Кај овие соединенија, иако се изградени од неутрални молекули, силните интеракции со водата доведуваат до кинење на ковалентните врски и образување на јони во водниот раствор.

Пример: Растворувањето на HCl во вода. HCl е ковалентно соединение изградено од поларни неутрални молекули. При растворувањето во вода, врската H-Cl се кине и при тоа се образуваат јоните H^+ и Cl^- . Според ова, при растворувањето на HCl во вода се образува раствор на јони, односно *електролит*.

Киселините се само еден пример за поларни ковалентни соединенија што при растворување во вода образуваат електролити, заради интеракциите со водата и образувањето на јони. За овие супстанции велиме дека се јонизираат во водни раствори.

● **Јаки и слаби електролити:**

- Некои соединенија, при растворувањето во вода комплетно се разложуваат (дисоцираат) на јони. Вакви се јонските соединенија и некои од поларните ковалентни соединенија (пр. HCl и некои други киселини). Овие соединенија се наречени **силни електролити**.
- Други соединенија имаат само делумна тенденција за јонизирање во вода и само дел од присутните растворени молекули дисоцираат на јони (*Забелешка: Соединението целосно се растворува во водата, но само дел од неговите молекули јонизираат*). Овие соединенија се наречени **слаби електролити**.

Пример:



Дисоцијација на оцетната киселина.

Оцетната киселина е слаб електролит. Двонасочната стрелка покажува дека реакцијата се одвива во двете насоки (две различни реакции). Кога брзините на двете реакции ќе се изедначат, системот воспоставува динамичка рамнотежа. После воспоставувањето на рамнотежата, само мал дел од молекулите на оцетната киселина се јонизирани, а поголемиот дел остануваат во нејонизиран облик. Затоа оцетната киселина е слаб електролит.



Дисоцијација на хлороводородната киселина.

HCl е силен електролит. Еднонасочната стрелка покажува дека реакцијата се одвива само во една насока. Не е возможна обратната реакција, а со тоа не е возможно ниту воспоставување на хемиска рамнотежа помеѓу дисоцираните јони и недисоцираните молекули. Тоа значи дека сите присутни молекули на HCl дисоцирале на јони. Затоа HCl е силен електролит.

ИЗРАЗУВАЊЕ НА КВАНТИТАТИВНИОТ СОСТАВ НА РАСТВОРИТЕ

- Постојат различни физички величини за изразување на квантитативниот состав на растворите.

- Однос на некоја величина што се однесува на растворената компонента и на растворувачот.

A растворувач, *B* растворена компонента

Масен однос: $\frac{m_A}{m_B}$

Количински однос: $\frac{n_A}{n_B}$

Волуменски однос: $\frac{V_A}{V_B}$

- Удел на растворената компонента во растворот:

Масен удел: $w_B = \frac{m_B}{m_{p-p}}$

Броен удел: $x_B = \frac{N_B}{N_{p-p}}$

Волуменски удел: $\varphi_B = \frac{V_B}{V_{p-p}}$

Забелешка: Кратенката **p-p** се однесува на растворот (пр. m_{p-p} - маса на растворот)

● **Концентрација на растворената компонента во растворот:**

● Масена концентрација:
$$\gamma_B = \frac{m_B}{V_{p-p}}$$

● Количествена концентрација:
$$c_B = \frac{n_B}{V_{p-p}}$$

Важно: Концентрацијата на растворот е однос на некоја физичка величина што се однесува на **растворената компонента** (маса, количество) и **волуменот** на растворот.

Единиците за концентрацијата следуваат од единиците на физичките величини што ја дефинираат концентрацијата.

● **Молалност:** Молалност на растворот се дефинира како однос помеѓу **количеството на растворената компонента** и **масата на растворувачот**.

$$b_B = \frac{n_B}{m_A}$$

Колоиди

- Колоидите се хомогени смеси.
- Диспергираната компонента најчесто е изградена од крупни молекули со голема релативна молекулска маса.
- Големините на честичките на диспергираната компонента кај колоидите се приближно помеѓу 1 и 100 nm.
- Колоидите покажуваат специфично однесување при интеракција со светлината:

Пример: Дисперзен систем изграден од протеин како диспергирана компонента и вода како дисперзиона средина. Големините на макромолекулите на протеините обично изнесуваат од 5 до 50 nm. Доколку во водата постојат повеќе видови на макромолекули (различни видови на диспергирани компоненти), возможно е да дојде до образување на молекулски агрегати со поврзување на неколку различни молекули. Во таков случај колоидната честичка, односно честичката на диспергираната компонента има сложен состав.

- При интеракција со светлината, може да дојде до преод на електроните на диспергираната компонента во повисоките енергетски слоеви. Враќањето на електроните во основната состојба резултира со емисија на фотони (светлина). Крајниот резултат е расејување на светлината низ дисперзниот систем при што истиот може да изгледа **"магловито"**.

Колоидите можат да бидат хидрофилни или хидрофобни, според нивниот афинитет кон водата.

● *Хидрофилни колоиди*

- *Хидрофилност* е особина на некој систем којшто има афинитет за интеракции со водата, или со други зборови “*сака водата*” (има тенденција за поврзување или образување на некаков вид привлечни интеракции со водата);
- Хидрофилните колоиди најчесто имаат атомски групи кои се способни да градат водородни врски во водата;
- Хидрофилните колоиди формираат водни колоидни системи.

● *Хидрофобни колоиди*

- *Хидрофобност е спротивно својство од хидрофилност. Хидрофобен е оној систем што* што се “плаши”, има “фобија”, од водата (нема тенденција за поврзување со водата);
- Хидрофобните колоиди немаат поларни атомски групи за да стапат во дипол-дипол интеракции со водата, ниту пак се способни да градат водородни врски со неа.