



Education and Culture

Tempus

**With the support of the
Tempus programme
of the European Union**

Skopje, 2009

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

General chemistry

(A level)

Општа хемија (А ниво)

**Валентин Мирчески
и
Слоботка Алексовска**

Содржина

I. Вовед во хемијата: (1 час)

II. Значење, методи и поделба на хемијата (1 час)

III. Материја и промени на материјата (2 часа)

Супстанции, класификација на супстанциите

Прости чисти супстанции. Поим за елемент

Сложени чисти супстанции: Соединенија

Својства на чистите супстанции: Физички и хемиски својства

Смеси: Хомогени и хетерогени смеси

Количество супстанца

Моларна маса

Врска помеѓу количеството супстанца, масата и бројот на единки во системот

IV. Атомско молекулска теорија за материјата (2 часа)

Историски преглед

Современи сознанија за структурата на атомот

Изотопи и избари

Релативна атомска маса

Релативна молекулска маса

V. Агрегатна состојба и основни закони во хемијата (2 часа)

Закони за идеални гасови

Авогадров закон: молекули и моларен волумен

Далтонов закон за парцијални притисоци

Определување на релативната молекулска маса на гасовите

Основни закони во хемијата

VI. Хемиски знаци и формули (2 часа)

Содржина:

Вистинска (молекулска) и најпроста (емпириска) формула

Оксидациски број и валентност

VII. Главни групи неоргански соединенија и нивна номенклатура (2 часа)

Оксиди

Киселини

Хидроксиди (бази)

Соли

VIII. Хемиски реакции (2 часа)

Квалитативно и квантитативно значење на хемиската равенка

Поделба

Лимитирачки реактант

Принос на хемиската реакција

IX. Електронска структура на атомот (4 часа)

Бранова природа на светлината

Двојна природа на електронот

Боров атомски модел

Квантна механика: современи сознанија за електронската структура на атомот, квантни броеви

Атомски орбитали

Орбитали кај атоми со повеќе електрони

Ефективен полнеж на атомот

Спин на електронот и принцип на исклучување на Паули

Електронска конфигурација

X. Периоден систем (4 часа)

Историски развој

Структура на периодниот систем

Електронска конфигурација и периоден систем

Периодични својства на атомите

Атомски радиус

Електронски афинитет

Енергија на јонизација

XI. Основен концепт на хемиското сврзување (6 часа)

Луисови симболи и октетно правило
Јонска врска
Енергетски промени при образување на јонската хемиска врска
Ковалентна врска
Теорија на валентини врски
Поларност на ковалентната врска и електронегативност
Јачина на ковалентната врска
Јачина на ковалентната врска и реакциона енталпија
Луисови структури и резонанција
Ковалентна врска и препокривање на орбиталите
Препокривање кај повеќекратни ковалентни врски
Хибридни орбитали
Теорија за молекулски орбитали
Водородна врска
Метална врска

XII. Комплексни соединенија (2 часа)

Координативна хемиска врска
Структура на комплексните соединенија
Комплексообразувач, лиганди, координациски број
Монодентатни, бидентатни и полидентатни лиганди
Изомерија кај комплексните соединенија
Комплексни соединенија во биохемијата (примери)
Примена

XIII. Термохемија (2 часа)

Основни поими: Природа на енергијата
Кинетичка и потенцијална енергија
Енталпија
Особини на енталпијата
Хесов закон
Енталпија на формирање
Калориметрија

XIV. Раствори (4 часа)

Дисперзни системи
Вистински раствори
Енергетски промени при формирањето на растворите
Изразување на квантитативниот состав на растворите
Заситени раствори и растворливост
Фактори што влијаат на растворливоста
Растворување на поларни компоненти во поларни растворувачи
Особини на растворените компоненти во водни раствори
Растворување на јонски соединенија во вода
Раствори на молекулски соединенија во вода
Колоиди
Колигативни својства на растворите

XV. Хемиска кинетика (4 часа)

Брзина на хемиските реакции
Брзина на хемиските реакции изразена преку промената на концентрацијата на учесниците во реакцијата
Реакциона брзина и стехиометрија
Зависност на реакционата брзина од концентрацијата на учесниците во хемиската реакција. Ред на реакцијата
Влијание на температурата врз брзината на хемиската реакција
Теорија на молекулски судири
Енергија на активација
Катализа
Хомогена катализа
Хетерогена катализа
Биокатализатори-Ензими

XVI. Хемиска рамнотежа (2 часа)

Константа на хемиската рамнотежа

Значење на константата на хемиската рамнотежа

Начин на запишување на хемиската равенка и вредноста на константата на рамнотежа

Рамнотежа кај хетерогени рамнотежни системи

Поместување на хемиската рамнотежа и принципот на Ле Шателје

I. Вовед во хемијата

II. Значење методи и поделба на хемијата

III. Материја и промени на материјата

(4 часа)

Воведен дел: Значење, методи и поделба на хемијата

Хемијата е природна наука. Природните науки ја проучуваат природата и појавите во неа.

Хемијата ги проучува супстанците, нивниот состав и градба, како и процесите придружени со промена на составот на супстанците (хемиски промени, или хемиски реакции).

НАУЧНА МЕТОДА

Елементи на научната метода:

- ✓ ***експериментирање;***
- ✓ набљудување и класифицирање на резултатите;
- ✓ толкување, поставување на ***хипотези,***
- ✓ повторно експериментирање и потврда на хипотезите;
- ✓ поставување на ***теории,***
- ✓ повторно експериментирање и проверка на теориите итн.
(континуирано повторување на целокупниот циклус)

ЕКСПЕРИМЕНТОТ е планиран, прецизно дефиниран и контролиран процес. Експериментот овозможува набљудување, мерење и донесување на заклучоци.

ХИПОТЕЗАТА е ново, се уште целосно непроверено и целосно недокажано објаснување. Хипотезата се проверува со серија нови експерименти.

Воопштено толкување на серија од експерименти доведува до развој на одредена **ТЕОРИЈА**. Теоријата започнува со поставување на хипотеза.

ПОДЕЛБА НА ХЕМИЈАТА

(една од можните поделби)

- Органска хемија
- Неорганска хемија
- Физичка хемија
- Аналитичка хемија
- Биохемија
- Хемиска технологија итн.

Материја и промени на материјата

Целокупната вселена е изградена од **МАТЕРИЈА**. Материјата се манифестира во два облици:

- ❑ Во облик на **ЧЕСТИЧКИ** (елементарни или посложени) што се во *непрестано* движење. Нивно основно својство е **МАСАТА** (m).
Масата е квантитативна мерка за количеството материја присутно во определен систем.
- ❑ Во облик на **СИЛОВО ПОЛЕ** (гравитациско, електромагнетно, интрануклеарно) чие основно својство е **ЕНЕРГИЈАТА** (E).

Материјата што поседува маса мора да поседува и енергија. Врска помеѓу масата и енергијата:

$$E = mc^2 \text{ (Albert Einstein, 1905)}$$

- ✓ E -вкупна енергија (енергија на мирување и кинетичка енергија)
- ✓ m - маса на мирување
- ✓ $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ брзина на светлината во вакуум

Заради огромната вредност на константата c , на мала маса на мирување одговара огромно голема енергија.

Промената на масата на системот секогаш е придружена со промена на енергијата на системот (важи и обратното).

Мерење на масата

- Мерењето на масата се темели на привлечната, гравитациона сила на Земјата.

$$F = mg$$

- F -привлечна сила на Земјата (тежина).
- g -забрзување на телата при слободен пад на Земјата.
- При мерењето на масата на супстанците (вагање) се врши споредување на тежината на ваганата супстанца со тежината на теговите.

$$F_1 : F_2 = m_1g : m_2g = m_1 : m_2$$

При вагањето, односот на тежините е еднаков на односот на масите.

Според ова, поимите *маса* и *тежина* не се идентични, иако се нераздвојно поврзани. Тежината е сила. Таа е променлива величина за определена маса и зависи од местото каде што се врши мерењето на тежината. Тежината на определен објект не е идентична на Земјата и на Месечината. Но, масата е секогаш иста за определен објект, зашто е квантитативна мерка за количеството на материја што се наоѓа во објектот.

Суџстѡнци: Класификација на суџстѡнциѡте

Дефиниција на поимот **СУПСТАНЦА**:

Множесѡво од чесѡички шѡѡ ѡсѡѡјѡѡ во орѡанизиран облик, шѡѡ овозможува ѡсѡѡење на одреден вид инѡеракѡии ѡмеѓу чесѡичкиѡте, се нарекува суџстѡнца.

Поделба на супстанците според хемискиот состав:

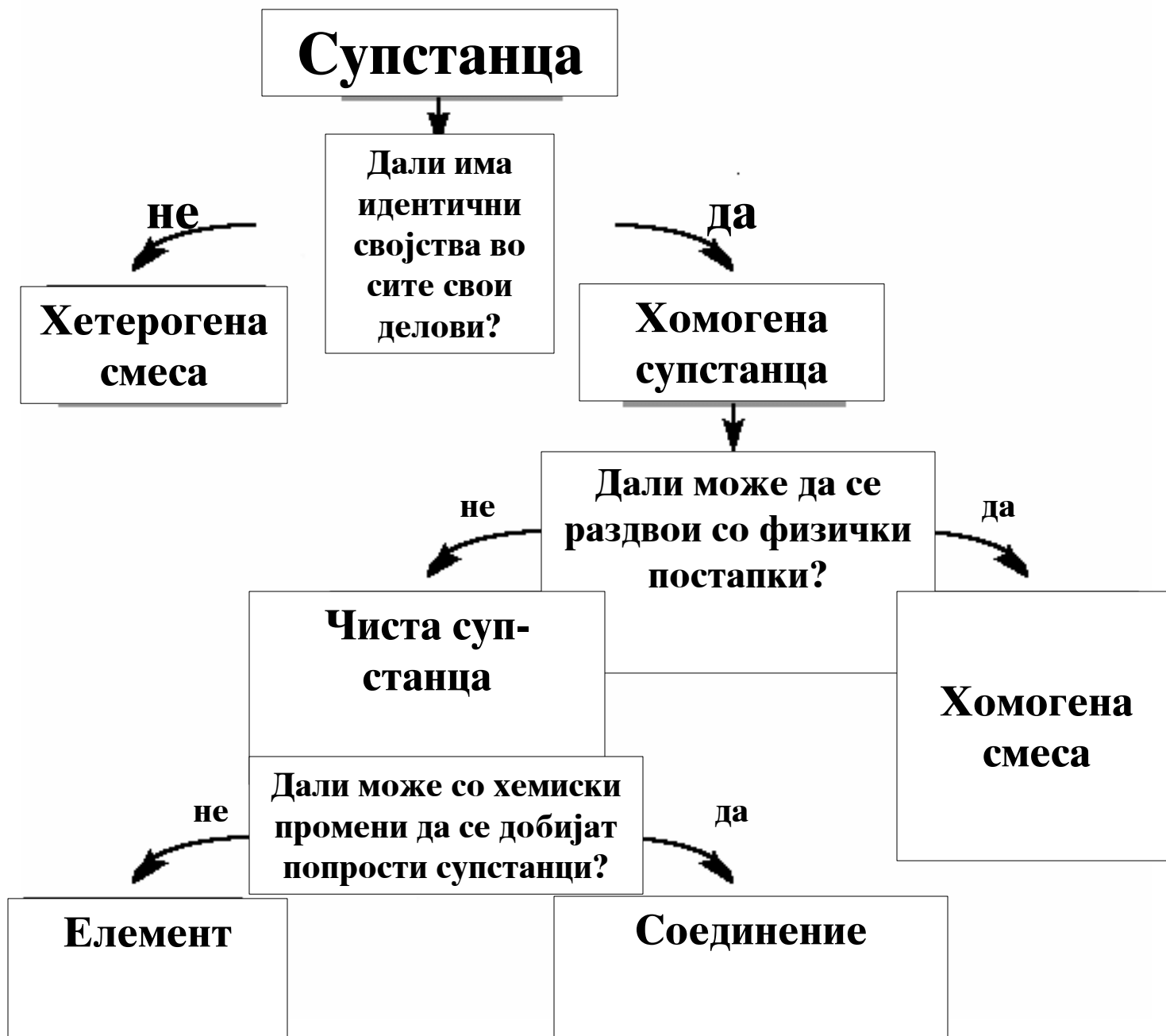
- ✓ *чисѡии суџстѡнци*
- ✓ *смеси*

- ❑ **ЧИСТИТЕ СУПСТАНЦИ** имаат точно дефиниран и постојан состав (*сосѡав*, или може да се каже *хемиски сосѡав*), а при определени услови имаат точно дефинирани и постојани својства.

Пример: вода, железо, кислород, јаглерод диоксид.

- ❑ **СМЕСИТЕ** се изградени од најмалку две, или повеќе чисти супстанции. Тие немаат постојан состав, а со тоа немаат ниту постојани својства.

Пример: млеко, воздух, раствор на шеќер во вода, сок.



Прости (елементарни) чисти супстанции. Поим за елемент

Чистите супстанции што со хемиски реакции не можат да се разложат на попростии чисти супстанции се нарекуваат ПРОСТИ (ЕЛЕМЕНТАРНИ) ЧИСТИ СУПСТАНЦИ.

- Основните градивни единици на простите чисти супстанции се АТОМИТЕ. Атомот е честичка со сложена структура и е една од најважните честички за хемијата. Атомите имаат можност да се сврзува помеѓу себе и да градат разни видови супстанции.
- Со здружување на **ИСТИ ВИДОВИ АТОМИ** се формираат **ПРОСТИ ИЛИ ЕЛЕМЕНТАРНИ ЧИСТИ СУПСТАНЦИ**.
- Множеството од сите истородни атоми во природата се вика ХЕМИСКИ ЕЛЕМЕНТ. (Оваа дефиниција не е доволно прецизна! Точната дефиниција е дадена на стр. 38, после дефинирањето на поимот атомски број)

Забелешка: Поимите ПРОСТА (ЕЛЕМЕНТАРНА) ЧИСТА СУПСТАНЦА и ЕЛЕМЕНТ не се идентични.

Примери:

- ✓ **С-јаглерод;** се мисли на елементот јаглерод, односно на типот на атоми на елементот јаглерод кои се распространети во природата во облик на елементарни чисти сустанции или во облик на соединенија.
- ✓ **Графит;** се мисли на простата чистата супстанца на елементот јаглеродот. Графитот при собни услови е цврста супстанца со црна боја, што спроведува електрична струја, има мала тврдина, голема моќ за апсорпција на различни супстанции итн.
- ✓ **Дијамант;** се мисли на простата чиста супстанца на елементот јаглерод. При собни услови дијамантот е цврста супстанца што се одликува со исклучителна хемиска инертност (неспособност за хемиски претворби) и тврдина, безбојност; се користи за изработка на накит, итн.

До сега се познати 118 (?) елементи. Од нив деведесет се откриени во природата, а останатите се вештачки добиени. Секој елемент има свој симбол (Симболите ги предложил шведскиот хемичар Jöns Jakob Berzelius (1779-1848).

- Fe-железо (латинското име е *ferrum*);
- Cu-бакар(латинското име е *cuprum*);
- Au-злато (латинското име е *aurum*);
- W-волфрам (германско потекло на називот)

Сложени чисти супстанции: Соединенија

Чистите супстанции што со хемиски реакции можат да се разложат на прости чисти супстанции, или преку хемиски реакции да се добијат од прости чисти супстанции, се нарекуваат ХЕМИСКИ СОЕДИНЕНИЈА.

Хемиските соединенија се изградени од две или повеќе чисти супстанции. Соединенијата се добиваат со здружување на различни видови атоми.

Примери: вода, јаглерод диоксид, хлороводород.

Хемиските соединенија се означуваат со хемиски формули. *Примери: H_2O (вода), CO_2 (јаглерод диоксид) HCl (хлороводород).*

Хемиските соединенија имаат точно определен **квалитативен** и постојан **квантитативен** состав.

- Под поимот **квалитативен состав** на соединението се подразбираат елементите од коишто е изградено соединението. *Пример: Соединението вода е изградено од елементите водород и кислород.*
- Под поимот **квантитативен состав** на соединението се подразбира односот на количествата на елементите што го сочинуваат соединението. *Пример: Односот на количествата на водородот и кислородот во соединението вода е 2 према 1 или $n(H) : n(O) = 2 : 1$.*

Постојаниот квантитативен состав на соединенијата е за прв пат дефиниран од францускиот научик **Жосев Пруси во 1799**, којшто го открил **законом за постојани односи на масите на елементите во едно соединение**. Овој закон може да биде формулиран на следниов начин:

Определено хемиско соединение секогаш содржи идентични елементи поврзани во постојан однос на нивните маси.

Доказ: Постојаниот однос на масите на елементите во определено соединение е резултат на постојаниот однос на количествата на елементите.

пример : H_2O

$$\frac{n(\text{H})}{n(\text{O})} = \frac{2}{1}$$

$$n(\text{H}) = 2n(\text{O})$$

$$\frac{m(\text{H})}{M(\text{H})} = 2 \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})}$$

$$\frac{m(\text{H})}{m(\text{O})} = 2 \frac{M(\text{H})}{M(\text{O})} = \text{const.}$$

n - количество супстанца;

M - моларна маса на елементот;

M е константна величина за определен елемент.

Математичкиот извод покажува дека односот на масите на водородот и кислородот е еднаков на односот на моларните маси на водородот и кислородот, односно тој е константен.

Внимание! Постојат хемиски соединенија кај кои односот на елементите сепак не е константен и варира во тесен интервал. Таков тип на соединенија се наречени Бертолиди според францускиот научник С. L. Berthollet. (пр. FeS-железо(II) сулфид)

Својства на чистите супстанции: Физички и хемиски својства

Промените на супстанците што не се придружени со промени на нивниот хемиски состав се нарекуваат **ФИЗИЧКИ ПРОМЕНИ**. Својствата на супстанците што се манифестираат при физичките промени се нарекуваат **ФИЗИЧКИ СВОЈСТВА**.

*Пример: Вриењето на водата е физичка промена. Водата преминува од течна во гасовита состојба. И течната и гасовитата вода имаат ист хемиски состав. Физичката промена вриење може да се опише со физичкото својство **точка на вриење**. Други физички својства се: густина, тврдина, точка на топење, боја, електрична и топлинска спроводливост итн.*

Некои од физичките својства зависат од количеството супстанца. Тие својства се наречени **екстензивни својства**. На пример, масата, должината и волуменот се екстензивни својства. Екстензивните својства ја имаат особината на **адитивност**. На пример, вкупниот волумен на водата што се наоѓа во два сада, е еднаков на збирот на волумените на водата во едниот и другиот сад.

Физичките својства што не зависат од количеството супстанца се нарекуваат **карактеристични** или **интензивни** својства. Примери за интензивни својства се густината, точката на топење, точка на вриење итн. Тие ја немаат особината на адитивност.

Промените на супстанците што се проследени со промена на нивниот состав се нарекуваат **ХЕМИСКИ ПРОМЕНИ**. Својствата што се манифестираат при хемиските промени се нарекуваат **ХЕМИСКИ СВОЈСТВА**.

Пример: Водородот при повишена температура се сврзува со кислородот и при тоа се добива вода. Тоа е процесот на горење на водородот, односно процесот на оксидација на водородот. Водата има различен хемиски состав од водородот и од кислородот. Според тоа, горењето на водородот е хемиска промена. Оваа хемиска промена е проследена со ослободување на топлина и со појава на синкав пламен. Доколку односот на волумените на водородот и кислородот е $2 : 1$, хемиската промена се случува моментално и е проследена со експлозија. Ова се долготрпна од особините на хемиската промена на водородот и кислородот.

Смеси: Хомогени и хетерогени смеси

Смесите што имаат идентични хемиски и физички својства во сите свои делови се наречени **ХОМОГЕНИ СМЕСИ**.

Примери: Морска вода, воздух, бронза (легура на бакар и калај)

Смесите што немаат идентични хемиски и физички својства во сите свои делови се наречени **ХЕТЕРОГЕНИ СМЕСИ**. Во хетерогените смеси постојат гранични површини што ги раздвојуват различните хомогени супстанции што ја сочинуваат хетерогената смеса.

Примери: челик, млеко, чад

Основни особини на смесиите:

- ✓ променлив хемиски состав;
- ✓ чистите супстанции во составот на смесата ги задржуваат своите карактеристични особини;
- ✓ својствата на смесите зависат од количеството и својствата на чистите супстанции;
- ✓ компонентите на смесата (чистите супстанции) можат да се раздвојат со погодни постапки кои вклучуваат серија од физички промени.

Методи за разделување на компонентите на смеси

Постапката за раздвојување на чистите компоненти од хомогените или хетерогените смеси се нарекува фракционирање.

- ✓ Растворување
- ✓ Филтрирање
- ✓ Декантација
- ✓ Центрифугирање
- ✓ Дијализа
- ✓ Флотација
- ✓ Магнетна сепарација
- ✓ Сублимација
- ✓ Дестилација
- ✓ Кондензација
- ✓ Фракциско растворување
- ✓ Хроматографија

Количес̀тво су̀йс̀т̀анца

Физичката величина количество супстанца (***n***) е една од најзначајните величини во хемијата. Количеството супстанца е величина што го покажува ***бројот (множес̀твеност)*** на ист вид единици во одреден систем.

Величината количество супстанца дава одговор на прашањето:
“Колку има од некоја су̀йс̀т̀анца?”.

Примери: Во тањирот има три јаболка; Во училиницата има 39 студенти; Во чашата со вода има 7×10^{24} молекули вода.

Единицата на физичката величината количество супстанца е мол (***mol***).

Еден мол е количес̀тво су̀йс̀т̀анца што содржи ист број единици колку што има атоми во количес̀тво јаглерод ^{12}C на кое му одговара маса од 12 грама.

Единките може да бидат атоми, молекули, јони, електрони, или произволни групации од честички кои не мора самостојно да постојат.

Пример: Може да сѐбине збор за еден мол атоми железо, или молекули кислород, или половина атоми олово итн. (Се разбира, половина атоми не може самостојно да постојат, но може условно да бидат дефинирани и да биде определено нивно количес̀тво.)

Бројот на единици што се содржат во 1 mol количество супстанца е
 $6,022045 \times 10^{23}$.

Овој број ја определува бројната вредност на Авогадровата константа, N_A .

$$N_A = 6,022045 \times 10^{23}/\text{mol} \text{ или } N_A = 6,022045 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}.$$

Бројната вредност на Авогадровата константа се вика Авогадров број.

$$\text{Авогадров број} = 6,022045 \times 10^{23}$$

*Внимание! Авогадрова константата и Авогадров број не е истио!
Авогадровата константата е величина со единица mol^{-1} , а Авогадровиот број е
бездимензионална величина.*

***1 mol количес̀тво су̀йс̀тѝанца содржи ис̀тѝ број дефинирани единици колку
ѝс̀тѝо
изнесува бројна̀та вреднос̀т на Авогадрова̀та конс̀тѝантѝа.***

Моларна маса

- Масата на еден мол дефинирани единици претставува моларна маса на определените единици, M .
- Единици на моларната маса се $[M] = \text{kg mol}^{-1}$.

Моларната маса на определен елемент изразена во единици g mol^{-1} бројно е еднаква со релативната атомска маса на елементот, A_r :

$$M(\text{елемент}) = A_r \text{ g mol}^{-1}$$

Пример: $M(\text{O}) = 15,999 \text{ g mol}^{-1}$, $M(\text{H}) = 1,008 \text{ g mol}^{-1}$, $M(\text{C}) = 12,011 \text{ g mol}^{-1}$

Моларната маса на определено соединение изразена во единици g mol^{-1} бројно е еднаква со релативната молекулска маса на соединението, M_r :

$$M(\text{соединение}) = M_r \text{ g mol}^{-1}$$

Пример: $M(\text{H}_2\text{O}) = 18,015 \text{ g mol}^{-1}$, $M(\text{CO}_2) = 44,009 \text{ g mol}^{-1}$, $M(\text{CuO}) = 79,539 \text{ g mol}^{-1}$

Врска помеѓу количеството супстанца, масата и бројот на единици во системот

- Масата на 1 mol определени единици (B) е моларна маса на тие единици, $M(B)$. Според тоа, односот на определена маса од единиците $m(B)$ и нивната моларна маса $M(B)$ е еднаков на бројот на молови, односно на количеството на определената супстанца $n(B)$.

$$n(B) = \frac{m(B)}{M(B)}$$

$$n(B) = \frac{N(B)}{N_A}$$

- 1 mol количество супстанца содржи Авогадров број единици, или онолку единици колку што изнесува бројната вредност на Авогадровата константа N_A . Според тоа, односот на определен број единици од супстанцата $N(B)$ и Авогадровата константа е еднаков на бројот на молови, односно на количеството на определената супстанца $n(B)$.
- Со комбинација на двете горни равенки се добива нова равенка која ја дефинира релацијата помеѓу масата и бројот на единици на определена супстанца со позната моларна маса.

$$\frac{m(B)}{M(B)} = \frac{N(B)}{N_A}$$