

# Základy chémie

Pre študijný odbor „**1BGb, 1BPsb, 1BSjb, 1BBASb, 2BIb, 2FBb, 2MBb**“

# Úvod.

## Základné chemické pojmy.

- Všeobecná chémia (VCH)
- Základné zákony chémie,
- poznatky o elektrónovej štruktúre atómov, molekúl a ich agregátov
- poznatky o chemickej štruktúre a fyzikálnych vlastnostiach,
- poznatky o chemických reakciách
- Anorganická chémia (ACH)
- Štúdium vzťahu medzi zložením, štruktúrou a vlastnosťami prvkov a ich zlúčenín (okrem väčšiny zlúčenín uhlíka)
- ACH využíva poznatky aj ďalších vedných odborov (napr. fyzika, biológia a pod.)

# Všeobecná chémia

## základné pojmy

- **Hmota** – filozofický pojem
- „Anything that occupies space and possesses mass is called matter“
- Matéria zaberajúca priestor a majúca hmotnosť
- Formy hmoty – látka a pole
  - látka** = nespojitá forma hmoty, zložená z častíc s určitou energiou a nenulovou pokojovou hmotnosťou (elementárne častice, prvky, zlúčeniny, živočíchy, planety a pod.)
  - pole** = spojitá forma hmoty s nulovou pokojovou hmotnosťou (vzájomné pôsobenie medzi látkami, magnetické, gravitačné a pod.)

# Všeobecná chémia

## základné pojmy

- Hmotnosť - priama miera množstva hmoty v objekte
  - prejavuje sa zotrvačnosťou a tiažou (váhou)
- Skupenstvá hmoty
- Tuhé –stály objem a tvar
- Kvapalné – stály objem, tvar sa prispôsobuje nádobe
- Plynné – objem aj tvar sa prispôsobuje nádobe
- Plazma - kvazineutrálny súbor častíc s voľnými nosičmi nábojov, ktorý vykazuje kolektívne správanie
- Chémia
- Predmet štúdia – chemické reakcie prvkov a ich zlúčenín a súvislosti chemických zmien s inými (fyzikálnymi a biologickými) zmenami

# Všeobecná chémia

## základné pojmy

- **Chemická reakcia** - látková premena prejavujúca sa v zmene štruktúry, zloženia alebo náboja častíc látky
- Chemické reakcie prebiehajú v dôsledku vzájomnej interakcie látok alebo pôsobenia energie na látku
- Objekty skúmania chémie
  - samostatné častice (atómy, ióny, niektoré molekuly)
  - súbory častíc – chemické látky (prvky, zlúčeniny)

Atóm – elektricky neutrálna častica zložená z jadra a elektrónového obalu – základná jednotka štruktúry látky (z chemického hľadiska)

Polomer atómov – od 53 do 300 pm

Hmotnosť atómov – od  $1,67 \cdot 10^{-27}$  do  $4,27 \cdot 10^{-25}$  kg

# Všeobecná chémia

## základné pojmy

- **Relatívna atómová hmotnosť ( $A_r$ )** – pomer hmotnosti atómu prvku (X) k 1/12 hmotnosti atómu izotopu  $^{12}\text{C}$
- ( $\text{amu} = u = 1/12 m(^{12}\text{C}) = 1,666054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ )
- Molekula – elektricky neutrálna množina atómov, v ktorej každý atóm je chemicky viazaný aspoň s jedným ďalším atómom a ktorá má definované zloženie. Molekulami sú diskkrétne častice (napr.  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , DNA), ktorých súbor tvorí chemickú látku.
- **Relatívna molekulová hmotnosť ( $M_r$ )** – pomer hmotnosti molekuly k 1/12 hmotnosti atómu izotopu  $^{12}\text{C}$
- ( $\text{amu} = u = 1/12 m(^{12}\text{C}) = 1,666054 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \Rightarrow M_r = \Sigma A_r$ )
- **Látkové množstvo ( $n$ )** – množstvo látky obsahujúce taký počet základných častíc látky, ako je počet atómov uhlíka v 12 g (presne) izotopu  $^{12}\text{C}$ . Tento počet sa nazýva Avogadrova konštanta  $N_A$  a má hodnotu  $N_A = 6,022552 \pm 0.00028 \cdot 10^{23}$  častíc na mol ( $\text{mol}^{-1}$ )
- **Molová hmotnosť ( $M$ )** – hmotnosť jedného molu látky, vyjadruje sa v jednotkách  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .
- $M$  – číselne je zhodná so súčtom  $A_r$  atómov tvoriacich základnú časticu

# Všeobecná chémia

## základné pojmy

### Čisté látky a zmesi

- **Čisté látky** – stále zloženie, nemôžu byť rozdelené fyzikálnymi spôsobmi (látka si zachováva identitu, zmeny skupenstva)  
konštantná teplota počas zmeny skupenstva
- **Prvok** – súbor atómov s rovnakým protónovým číslom  
najjednoduchšie čisté látky, nemôžu byť rozložené chemickými spôsobmi (chemickou reakciou = aspoň jedna látka zaniká a aspoň jedna látka vzniká)  
napr. kyslík vyskytujúci sa v prírode ako dikyslík  $O_2$  a ozón  $O_3$   
uhlík existujúci vo forme korbínu, grafitu a diamantu  
modifikácia prvku – jednotlivé látkové formy prvku líšiac sa zložením a štruktúrou molekúl (napr.  $O_2$  a  $O_3$ )
- **Zlúčenina** – chemická látka zložená z atómov viacerých prvkov spojených chemickými väzbami, podmieňujúcimi existenciu jej štruktúry  
zložená z dvoch alebo viacerých prvkov, môžu byť rozložené chemickými spôsobmi.

# Všeobecná chémia

## základné pojmy

- **Zmesi** – premenlivé zloženie, môžu byť rozdelené fyzikálnymi spôsobmi, premenlivá teplota počas zmeny skupenstva
  - Homogénne = roztoky (*s*, *l*, *g*) zložené z dvoch alebo viacerých zložiek, nachádzajúcich sa v jednej fáze
  - Heterogénne = zložené z dvoch alebo viacerých zložiek, nachádzajúcich sa v dvoch alebo viacerých fázach
- **Zložka** = látka nachádzajúca sa v sústave
- **Fáza** = homogénna časť sústavy s rovnakými vlastnosťami
- **Sústava** = časť priestoru oddelená od svojho okolia skutočným alebo mysleným rozhraním
  - izolovaná* – s okolím si nevymieňa ani energiu, ani látku
  - uzavretá* – s okolím si vymieňa energiu, ale nie látku
  - otvorená* – s okolím si vymieňa aj energiu, aj látku



# Všeobecná chémia

## Štruktúra atómu. Atómové jadro. Izotopy.

### Elektrónový obal.

Atóm – kladne nabité jadro (protóny, neutróny)  
- záporne nabitý obal (elektróny)

Mikročastica	Hmotnosť, kg	Hmotnosť v jednotkách atómovej hmotnosti $A_r$	Náboj
Protón, $p^+$	$1,67252 \cdot 10^{-27}$	1,007276	$+1,60219 \cdot 10^{-19}$
Neutrón, $n^0$	$1,67482 \cdot 10^{-27}$	1,008665	0
Elektrón, $e^-$	$9,01953 \cdot 10^{-31}$	$5,4852 \cdot 10^{-4}$	$-1,60219 \cdot 10^{-19}$

# Všeobecná chémia

## Štruktúra atómu. Atómové jadro. Izotopy. Elektrónový obal.

- Protónové (atómové) číslo **Z** = počet protónov v jadre ( $\Sigma p$ )
- Nukleónové (hmotnostné) číslo **A** = súčet počtu protónov a neutrónov v jadre atómu ( $\Sigma p+n$ )
- *Nuklid* – prvok zložený z atómov s rovnakým Z a A
- *Izotopy* – atómy s rovnakým protónovým (Z) a rôznym nukleónovým číslom (A)  
 $^{12}\text{C}, ^{13}\text{C}, ^{14}\text{C}$   
 $^1\text{H}, ^2\text{H} = \text{D (deutérium)}, ^3\text{H} = \text{T (trícium)}$
- *Izobary* – atómy rôznych prvkov s rovnakým nukleónovým číslom (A)  
 $^{40}\text{Ar}, ^{40}\text{K}, ^{40}\text{Ca}$   
 $^{50}\text{Ti}, ^{50}\text{Cr}$
- *Izotóny*- atómy s rovnakým počtom neutrónov, ale s rôznym počtom protónov v jadre  
 $^{26}\text{Mg}, ^{27}\text{Al}, ^{28}\text{Si}$

# Všeobecná chémia

## Štruktúra atómu. Atómové jadro. Izotopy.

## Elektrónový obal.

- Grécki filozofi (Demokritos, Diderot) – atóm je nekonečne malý a nedeliteľný

Daltonov model atómu (model biliardovej gule) 1808  
= základ pre všetky teoretické predstavy novodobej chémie

- Všetky látky sú zložené z veľmi malých častíc = atómov
- Atómy sú stále (nezničiteľné a nevytvoriteľné) a nedeliteľné
- Atómy daného prvku sú identické (majú rovnaké vlastnosti).  
Atómy rozdielnych prvkov majú rôzne vlastnosti
- Chemické zmeny pozostávajú zo spájania, rozdeľovania alebo preusporiadania atómov
- Chemická zlúčenina je zložená z 2 alebo viacerých prvkov v stálom pomere

# Všeobecná chémia

## Štruktúra atómu. Atómové jadro. Izotopy. Elektrónový obal.

Thomsonov model atómu  
1904

Rutherfordov model atómu  
1911

Bohrov model atómu 1913

# Všeobecná chémia

## Štruktúra atómu. Atómové jadro. Izotopy. Elektrónový obal.

Kvantovo-mechanický model atómu spojený s vlnovou mechanikou  
L. de Broglie 1924

*Jadro*

- *Protóny*
- *Neutróny*
- *Protón + neutrón = nukleón*

*Elektrónový obal*

- *Elektróny*

*Popis správania sa elektrónu na základe:*

- *Výsledkov atómovej spektroskopie*
- *Kvantovo-mechanickým interpretovaním výsledkov AS*

# Všeobecná chémia

## Štruktúra atómu. Atómové jadro. Izotopy.

### Elektrónový obal.

- Elektrón v atóme vodíka je popísaný pomocou kvantových čísel  $n, l, m_l$
- $n = 1, 2, 3, \dots$
- $l = 0, 1, 2, \dots, n-1$
- $m_l = -l, -l+1, \dots, 0, \dots, l-1, l \quad (2l+1)$

*Napr. ak  $n = 2$*

$$l = 0, 1$$

$$m_l = -1, 0, 1$$

*O. Stern a W. Gerlach (1921) –*

*Elektrón má vlastný moment hybnosti = spin  
(akoby sa otáčal okolo vlastnej osi)*

*Veľkosť spinu – spinové kvantové číslo  $m_s$  (s)*

# Všeobecná chémia

Štruktúra atómu. Atómové jadro. Izotopy.

Elektrónový obal.

- **Atomové orbitály** – vlnové funkcie atómu H súvisia s rozložením elektrónovej hustoty v priestore okolo jadra, sú určené kvantovými číslami  $n, l, m_l$
- = časť priestoru, vymedzená pre elektrónovú hustotu príslušnou funkciou, prípadne jej štvorcom
- = „časť priestoru, kde sa pravdepodobne nachádza elektrón“

# Všeobecná chémia

## Štruktúra atómu. Atómové jadro. Izotopy. Elektrónový obal.

- Orbitály s rovnakým  $n$  – rovnaká priemerná vzdialenosť elektrónov od jadra – sú na tej istej vrstve (sfére)

$n = 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \quad 7$

K L M N O P Q

- Orbitály s rovnakým  $l$  – rovnaký tvar

$l = 0 \quad 1 \quad 2 \quad 3$

s p d f



# Všeobecná chémia

## Štruktúra atómu. Atómové jadro. Izotopy. Elektrónový obal.

### Viacelektrónové atómy

- Podľa kvantovej mechaniky možno ktorýkoľvek stacionárny stav elektrónu v atóme jednoznačne vyjadriť štyrmi kvantovými číslami:  $n, l, m_l, m_s$
- Pauli (1925) – v atóme nemôžu byť dva elektróny, ktoré by mali štyri kvantové čísla rovnaké =  
**Pauliho vylučovací princíp**
- Dvojice elektrónov, ktoré majú tri kvantové čísla ( $n, l, m_l$ ) rovnaké a líšia sa kvantovým číslom  $m_s$   
= **spárené elektróny** (elektrónový pár)

# Všeobecná chémia

## Štruktúra atómu. Atómové jadro. Izotopy.

### Elektrónový obal.

orbitál	$l$	$m_l$	Počet orbitálov	Počet elektrónov
s	0	0	1	2
p	1	-1 0 1	3	6
d	2	-2 1- 0 1 2	5	10
f	3	-3 -2 -1 0 1 2 3	7	14

Počet elektrónov na jednotlivých vrstvách

K  
28

L  
18

M  
32

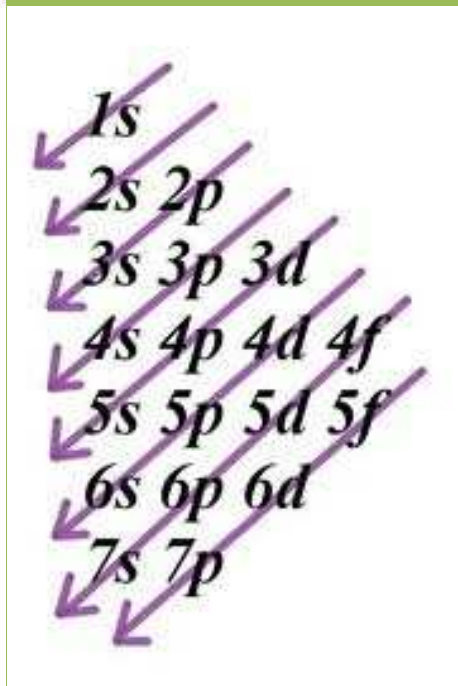
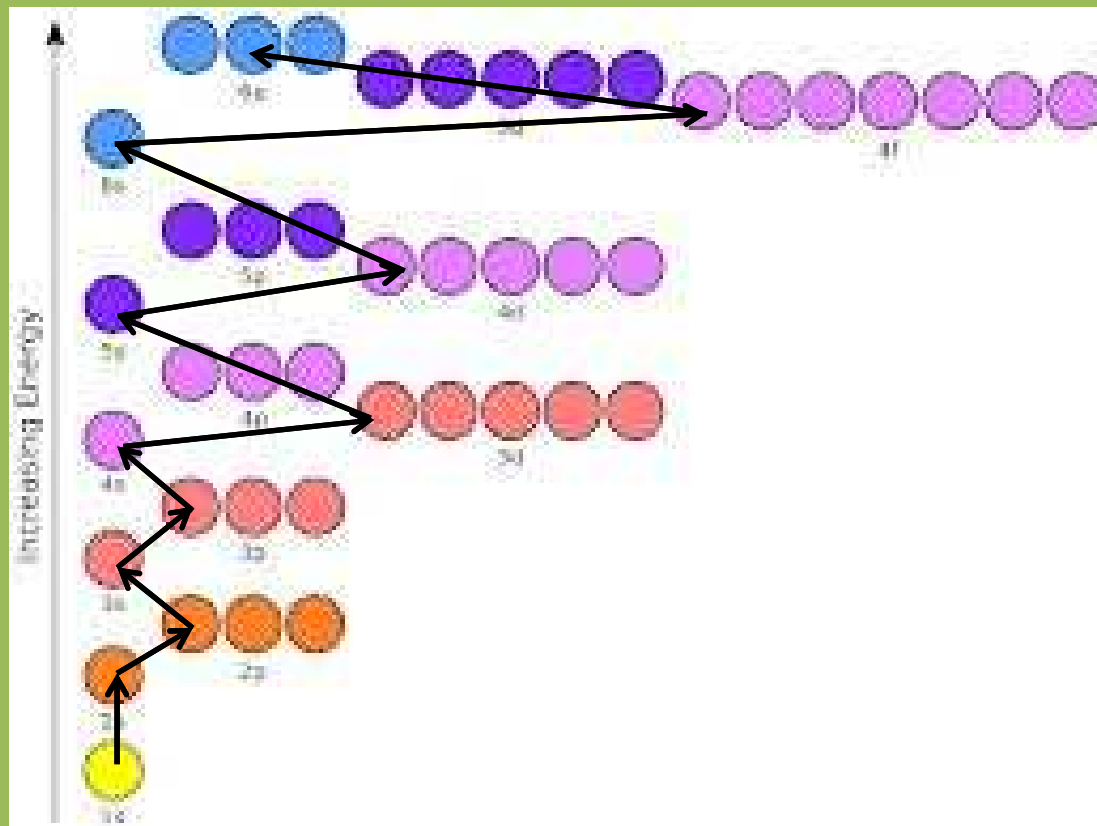
N  
 $\Rightarrow 2n^2$

# Všeobecná chémia

## Štruktúra atómu. Atómové jadro. Izotopy.

### Elektrónový obal.

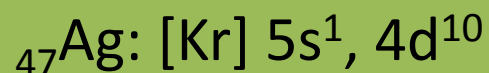
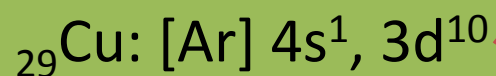
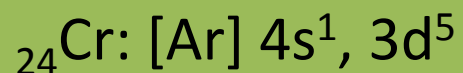
- **Výstavbový princíp** – obsadzovanie orbitálov podľa rastúceho obsahu ich energie  $\Rightarrow$  *elektrónová konfigurácia*



## Všeobecná chémia

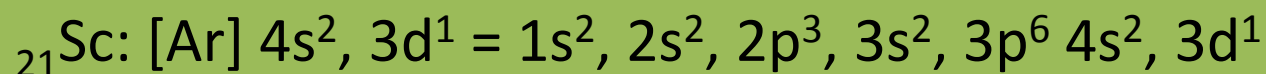
### Štruktúra atómu. Atómové jadro. Izotopy. Elektrónový obal.

- Niektoré výnimky:



Napoly zaplnený orbitál  
= stabilná konfigurácia

úplne zaplnený orbitál  
= stabilná konfigurácia



Ar

## Všeobecná chémia

### Štruktúra atómu. Atómové jadro. Izotopy. Elektrónový obal.

#### Hundovo pravidlo maximálnej multiplicity

Orbitály s rovnakou hodnotou energie (degenerované orbitály)

orbitály p ( $p_x$ ,  $p_y$ ,  $p_z$ ) – trojnásobne degenerované

Orbitály d ( $d_{xy}$ ,  $d_{xz}$ ,  $d_{yz}$ ,  $d_z^2$ ,  $d_{x^2-y^2}$ ) – päťkrát degenerované

Orbitály f – sedemkrát degenerované

V základnom stave atómu elektróny obsadzujú degenerované orbitály tak, aby bolo čo najviac orbitálov obsadených jedným elektrónom, pričom tieto nespárené elektróny majú rovnaký spin



$p_x$   $p_y$   $p_z$



$d_{xy}$   $d_{xz}$   $d_{yz}$   $d_z^2$   $d_{x^2-y^2}$

## Všeobecná chémia

### Periodická sústava prvkov. Rádioaktivita

- L. Meyer (1864-1869) a D. Mendelejev (1869  
1871) **periodický zákon** – vlastnosti prvkov sú periodickou funkciou ich  $A_r$   
Avšak anomálie – prehodenie poradia niektorých prvkov Ar – K, Te – I, Ni – Co  
Začiatkom 20. storočia – zavedenie atómového čísla  $Z \Rightarrow$   
*vlastnosti prvkov sú periodickou funkciou ich atómových čísel*  
Periodická sústava prvkov – zoradenie prvkov s podobnými vlastnosťami do tabuľky (do riadkov = *periódy* a stĺpcov = *skupiny*) podľa atómového čísla.  
Táto periodicitu vlastností prvkov je priamo podmienená periodicitou vo výstavbe vonkajších elektrónových vrstiev ich atómov pri narastaní počtu elektrónov

Všeobecná chémia  
Periodická sústava prvkov. Rádioaktivita

- Periodická sústava prvkov
- Periódy (1-7)
  - 1.: základná perióda – 2 prvky
  - 2. – 3.: krátke periódy – 8 prvkov
  - 4. – 5.: dlhé periódy – 18 prvkov
  - 6. – 7.: veľké periódy – 32 prvkov
- Skupiny (1-18) – prvky s podobnými vlastnosťami
  - dlhé skupiny – neprechodné prvky
  - krátke skupiny – prechodné prvky

# Všeobecná chémia

## Periodická sústava prvkov. Rádioaktivita

### Periodicita elektrónových konfigurácií

<i>n</i>	<i>l</i> = 0	<i>l</i> = 3	<i>l</i> = 2	<i>l</i> = 1	<i>N</i>
	1s (2)				2
	2s (2)			2p (6)	8
	3s (2)			3p (6)	8
	4s (2)		3d (10)	4p (6)	18
	5s (2)		4d (10)	5p (6)	18
	6s (2)	4f (14)	5d (10)	6p (6)	32
	7s (2)	4f (14)	6d (10)	7p (6)	32

- vlastnosti prvkov sú dôsledkom elektrónových konfigurácií atómov
- Každá perióda začína s elektrónovou konfiguráciou  $ns^1$  a končí  $ns^2 np^6$  = elektrónový oktet
- 4., 5, 6., perióda – zapĺňanie  $(n-1)d$  orbitálov
- číslo periódy =  $n$                       číslo skupiny = počet valenčných elektrónov



## Všeobecná chémia

### Periodická sústava prvkov. Rádioaktivita

- Rádioaktivita = **radioaktívny rozpad** - samovoľná premena jadier nestabilných nuklidov na iné jadrá, pri ktorej dochádza k vzniku ionizujúceho žiarenia. Ak sa zmení počet protónov v jadre, dôjde k zmene prvku
  - *Henri Becquerel* 1896  $\text{K}_2\text{UO}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – vyžaruje neviditeľné lúče pôsobia na fotografickú platňu, vzbudzujú fluorescenciu a silne ionizujú vzduch
  - *Pierre Curie a Maria Curie Sklodowska* –
  - prispeli k objasneniu podstaty rádioaktivity
  - uránová ruda smolinec žiari intenzívnejšie ako čisté uránové zlúčeniny  $\Rightarrow$  skúmali zloženie rudy  $\Rightarrow$  objavili polónium a rádium
- 1903 – Nobelova cena za fyziku
- 1911 – Nobelova cena za chémiu

## Všeobecná chémia

### Periodická sústava prvkov. Rádioaktivita

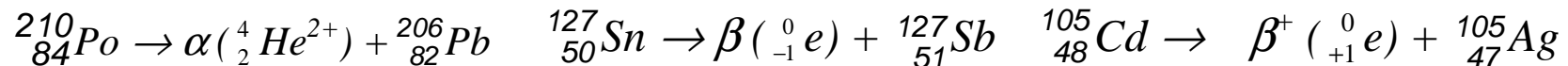
- Prirodzená rádioaktivita – samovoľný rozpad atómových jadier s nevýhodným pomerom počtu protónov k neutrónom

sprevádzaná vyžarovaním:

$\alpha$  - lúčov (jadrá  ${}^4_2\text{He}^{2+}$ ,  ${}^4_2\alpha$ )

$\beta$  - lúčov (vysokoenergetické elektróny  ${}^0_{-1}\text{e}$ ,  ${}^0_{-1}\beta$  alebo zriedkavo pozitrony  ${}^0_{+1}\text{e}$ ,  ${}^0_{+1}\beta$ )

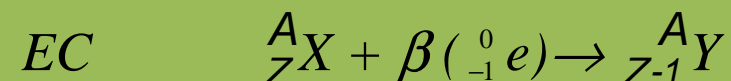
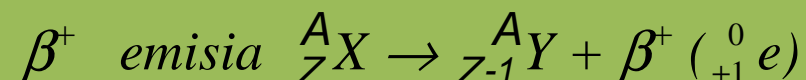
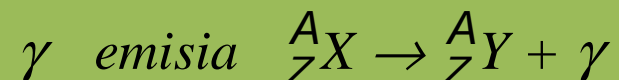
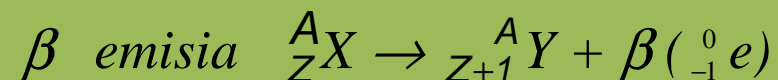
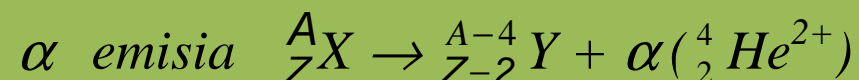
$\gamma$  - lúčov (elektromagnetické žiarenie (fotón) s vysokou frekvenciou(energiou))



Všeobecná chémia  
Periodická sústava prvkov. Rádioaktivita

## Posuvné pravidlá

1913: K. Fajans, F. Soddy – posuvné pravidlá pre radioaktívne premeny



Všeobecná chémia  
Periodická sústava prvkov. Rádioaktivita

**$\alpha$  žiarenie:**

**je prúd rýchlo letiacich jadier hélia** (zložených z dvoch protónov a dvoch neutrónov) vznikajúcich pri premene niektorých rádionuklidov, (najčastejšie) pri rozpade ťažkých jadier.

Vychyluje sa aj v elektrickom (k zápornému pólu) aj v magnetickom poli (k južnému pólu)

Sú nositeľmi dvoch kladných nábojov.

Ich schopnosť prenikať látkami je pomerne malá.

Všeobecná chémia  
Periodická sústava prvkov. Rádioaktivita

**$\beta$ -žiarenie:** je tvorené prúdom elektrónov (alebo zriedkavo pozitronov), pohybujú sa rýchlosťou, dosahujúcou až 99 % rýchlosti svetla. Je asi 100 krát prenikavejšie ako  $\alpha$  žiarenie. Vychyluje sa aj v elektrickom (ku kladnému pólu) aj v magnetickom poli (k severnému pólu)

**$\gamma$  - žiarenie:** je elektromagnetické vlnenie. Je najpenikavejšie.

Žiarenie  $\gamma$  sprevádza

lúče  $\alpha$  alebo  $\beta$ .

Všeobecná chémia  
Periodická sústava prvkov. Rádioaktivita  
Jadrové reakcie a umelá rádioaktivita

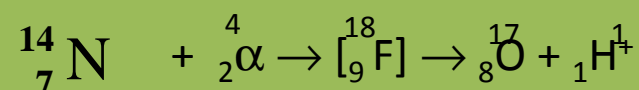
Pri jadrovej reakcii dochádza k interakcii atómového jadra s iným jadrom alebo elementárnou časticou za vzniku jedného alebo viacerých nových jadier a často jednej alebo niekoľkých elementárnych častíc = **trasmutácie**



A = bombardované jadro, B = vznikajúce jadro,  
x = bombardujúca častica, y = emitovaná častica

Rutherford (1919) – uskutočnil prvú umelú premenu jadier = trasmutáciu

Bombardoval jadrá  $^{14}_7\text{N}$  časticami  $\alpha$ , pričom vznikol  $^{17}_8\text{O}$  a protón:



# Všeobecná chémia

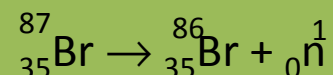
## Periodická sústava prvkov. Rádioaktivita

Príprava nových prvkov = význam indukovaných transmutácií  
Umelá rádioaktivita

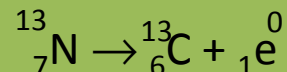


Nové typy rozpadu, nepozorované v prirodzenej rádioaktivite:

- neutrónová emisia



- pozitronová emisia ( $\beta^+$  rozpad)



Jadrovými reakciami bol pripravený veľký počet rádioaktívnych nuklidov známych prvkov, ako aj prvkov, ktoré ešte neboli známe. Všetky prvky, ktoré nasledujú po uráne – **transurány** boli pripravené umelo – jadrovými reakciami.

# Všeobecná chémia

## Periodická sústava prvkov. Rádioaktivita

### Využitie rádioaktivity

- |  |  |
|--|--|
| Rádioaktívne značkovače                              | <ul style="list-style-type: none"><li>– medicína (<math>^{24}\text{Na}</math>)</li><li>- ropný priemysel</li><li>- štúdium rýchlostí a reakčných mechanizmov</li><li>- štúdium metabolizmu (M. Calvin – fotosyntéza, <math>^{14}\text{C}</math>, <math>^{18}\text{O}</math>)</li></ul> |
| Analytické techniky - izotopová zried'ovacia analýza | <ul style="list-style-type: none"><li>- neutrónové aktivačná analýza</li></ul>   |
| Štruktúrne zmeny                                     | <ul style="list-style-type: none"><li>- úprava vlastností plastov</li><li>- medicína – ničenie nádorových buniek (<math>^{60}\text{Co}</math>)</li><li>- liečenie rakoviny štítnej žľazy (<math>^{131}\text{I}</math>)</li></ul>   |
| Radiodiagnostické metódy                             | <ul style="list-style-type: none"><li>- MRI (magnetické rezonancia)</li><li>- PET (pozitrónová emisná spektroskopia)</li></ul>   |
|  | <ul style="list-style-type: none"><li><math>\beta^+</math> (pozitrón) – emitujúce radionuklidy, <math>^{47}\text{Sc}</math> (3.3 dňa), <math>^{131}\text{I}</math> (8 dní)</li><li>- SPECT (Jednofotónová emisná počítačová tomografia)</li></ul>                                      |
|  | <ul style="list-style-type: none"><li><math>\gamma</math>-emitujúce nuklidy - <math>^{99\text{m}}\text{Tc}</math> (6 h)</li></ul>  |
| Neutrónová difrakcia                                 | <ul style="list-style-type: none"><li>- zisťovanie polôh ľahkých atómov (H)</li></ul>  |



Všeobecná chémia  
Periodická sústava prvkov. Rádioaktivita

## Radiouhlíková metóda

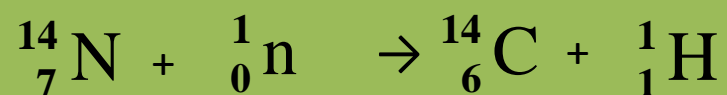
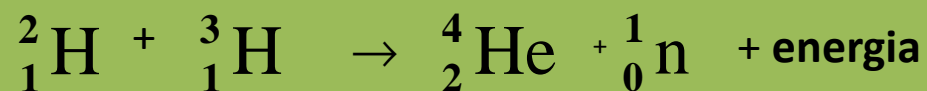
Stabilita jadra sa meria polčasom rozpadu  $t_{1/2}$  – doba, za ktorú sa rozpadne polovica všetkých na začiatku prítomných jadier:

$$t_{1/2} = \ln 2 / k = 0.6932 / k$$

Polčas rozpadu každého atómu je konštantný, závisí iba od  $k \Rightarrow$  možnosť využitia pre určenie veku vykopávok

## Všeobecná chémia

### Periodická sústava prvkov. Rádioaktivita



Rádioaktívny izotop uhlíka  ${}^{14}\text{C}$  vzniká vo vyšších vrstvách atmosféry bombardovaním izotopu dusíka  ${}^{14}\text{N}$  neutrónmi s vysokou rýchlosťou, pochádzajúcich zo Slnka, kde reakciou dvoch izotopov vodíka – deutéria a trícia vzniká hélium, prúd neutrónov a energia:

Izotop  ${}^{14}\text{C}$  sa popri viac početnom izotope  ${}^{12}\text{C}$  dostáva do živých rastlín procesom fotosyntézy vo forme  ${}^{14}\text{CO}_2$ . Po požití týchto rastlín sa obidva izotopy  ${}^{12}\text{C}$  a  ${}^{14}\text{C}$  dostanú do tela zvierat, respektíve ľudí.

Živé organizmy preto obsahujú za svojho života  $1,2 \cdot 10^{-10} \%$  izotopu  ${}^{14}\text{C}$ .

**Po smrti sa dynamická výmena s okolím zastaví a koncentrácia  ${}^{14}\text{C}$  klesá.**