

SEC II.	Štruktúra atómov a iónov. Periodická sústava prvkov
SEC II. 1	Atóm. Jadro a elektrónový obal

**Cieľové požiadavky:**

**Obsahový štandard:** Atóm, atómové jadro, protón, neutrón, nukleóny, elementárna častica. Elektrónový obal, atómu, elektrón, orbitál, elektrónová vrstva, valenčná vrstva, valenčné elektróny, elektrónová konfigurácia atómu. Protónové číslo, neutrónové číslo, nukleónové číslo. Prvok, nuklid, izotopy, ión, anión, kation. Prírodná a umelá rádioaktivita, rádionuklid. Kvantové čísla. Základný a excitovaný stav atómu. Ionizačná energia. Elektrónová afinita. Elektronegativita.

**Výkonový štandard**

- Opísať zloženie atómového jadra a atómového obalu.
- Definovať atómový polomer, iónový polomer.
- Určiť znamienko elektrického náboja elektrónu, protónu, neutrónu.
- Nakresliť štruktúru atómu s vyznačením lokalizácie častíc, ktoré sa v ňom nachádzajú.
- Uviesť príklad elementárnej častice.
- Určiť počet častíc (protónov, elektrónov, neutrónov) v atóme prvku na základe známej hodnoty A, N, Z.
- Uviesť príklad izotopov (vodíka, uhlíka, uránu).
- Vymenovať typy orbitálov (s, p, d, f) a určiť maximálny počet elektrónov v orbitáloch s, p, d, f
- Vysvetliť význam kvantových čísel (hlavné, vedľajšie, magnetické, spinové).
- Používať pravidlá obsadzovania orbitálov elektrónmi (pravidlo minimálnej energie, Hundovo pravidlo, Pauliho vylučovací princíp) a zapísať elektrónové konfigurácie atómov prvkov 1. až 3. periódy.
- Napísať schému vzniku kationu a aniónu z atómu.
- Rozlíšiť v skupine iónov kationy alebo anióny
- Vymenovať príklady prvkov s nízkou a vysokou hodnotou elektronegativity

**História**

**1. Demokritos a Leukippós (Grécko)**- látky sa skladajú z malých nedeliteľných častíc - atómov ( gr. atomos- nedeliteľný)

**2. John Dalton ( zač. 19.storočia)**- atómová hypotéza a zákon zachovania hmotnosti a zlučovacích pomerov

1. prvky zložené z nedeliteľných atómov. Atómy jedného prvku rovnaké, atómy odlišných prvkov sa líšia hmotnosťou a vlastnosťami
2. Pri reakcii dochádza k spájaniu preskupovaniu, oddeľovaniu atómov. Atómy nevznikajú, nezanikajú a nemenia sa na iné atómy
3. Zlučovaním atómov 2 a viacerých prvkov vznikajú zlúčeniny ( *pripadá v nej na 1 atóm určitého prvku vždy rovnaký počet atómov iného prvku*)

**3. Joseph John Thomson ( 1897)**- Pudingový model atómu a objavenie elektrónu

- atómy zložené so záporne nabitými elektrónmi, ktoré plávajú obklopené polievkou kladného náboja

**4. Ernest Rutherford (1911)**- Planetárny model atómu a objav protónu

- okolo kladne nabitého jadra obiehajú po bližšie neurčených kružniciach záporné elektróny
- identifikoval alfa častice ako jadrá atómov hélia, určil ich kladný náboj a výskyt protónu v jadre
- bombardovanie tenkej fólie zlata kladnými časticami, malinká časť častíc neprechádzala cez fóliu bez odchýlky, odrazili sa späť  
→v atóme sa nachádza veľmi malá časť, ktorá je kladne nabitá- jadro

→99% hmotnosti je sústredených v jadre

### 5.Niels Bohr (1911) Bohrov model atómu a Bohrové postuláty

- elektróny obiehajú po presne určených ( stacionárnych) kruhových dráhach ( *na modely atómu vodíka*)
- elektrón sa môže bez vyžarovania energie pohybovať okolo jadra len po orbitáloch, energia elektrónu je kvantovaná( nadobúda určité hodnoty) v závislosti od polomeru kružnice, po ktorej sa pohybujú*
  - elektrón prijíma alebo vyžaruje energiu iba pri prechode z jedného orbitálu na druhý (pri prechode na vzdialenejšie orbitály energiu prijíma, pri návrate na bližší orbitál energiu vyžaruje)*

### 6.James Chadwick (1932)- Objav neutrónu

- vyvrátil teóriu, že jadro obsahuje iba kladne nabité častice
- Nobelová cena 1935**

### 7. Louis de Broglie, Werne Heisenberg, Max Born, Erwin Schrödinger (1924-1926)

- Kvantovo( vlnová) mechanický model atómu**
  - elektrón má dvojaký(duálny) charakter- správa sa ako častica aj ako vlnenie
- Vlnový charakter-** vyskytuje sa iba v určitom energetickom stave, pri prechode do iného stavu pohltí alebo vyžiari určitú hodnotu energiu ( kvantum)
  - Časticový (korpuskulárny) charakter**
    - presnú polohu výskytu a rýchlosť elektrónu nemožno určiť- **Heisenbergov princíp neurčitosti**
    - možno vypočítať pravdepodobnosť výskytu -**vlnová funkcia**( *grafické znázornenie pravdepodobnosti je orbitál*)

**Atóm-** základná stavebná častica látky ( *polomer  $10^{-15}m$* ) zložená z jadra a obalu

A.Jadro		B. obal
neutróny	protóny	elektróny
nukleóny		

#### A. Jadro atómu

- 99% hmotnosti atómu, kladne nabité, polomer jadra  $10^{-15}$ -  $10^{-14}m$
- Obsahuje nukleóny( *lat. nucleous-jadro*), protóny a neutróny

#### Typy atómových častíc

protón	neutrón	elektrón
<ul style="list-style-type: none"> <li>kladný náboj <math>1,602 \cdot 10^{-19}C</math></li> <li>v jadre</li> <li>Hmotnosť približne rovná hmotnosti atómu vodíka <math>1,6748 \cdot 10^{-27}kg</math> (1,0086u)</li> <li>Počet udáva protónové číslo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>bez náboja</li> <li>v jadre</li> <li>Hmotnosť približne rovnaká protónu <math>1,6726 \cdot 10^{-27}kg</math> (1,0072u)</li> <li>Počet udáva neutrónové číslo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>záporný náboj <math>-1,602 \cdot 10^{-19}C</math></li> <li>Hmotnosť zanedbateľná <math>9,11 \cdot 10^{-31}kg</math></li> <li>v obale po vrstvách</li> <li>Dualistický( dvojaký) charakter</li> <li>Počet udáva protónové číslo ( v elektroneutrálnom atóme)</li> </ul>

### Elementárne častice

- častice, ktoré už nie je možné ďalej rozložiť
- stavebné jednotky hmoty

#### Typy elementárnych častíc:

Kvarky	Leptóny
6 druhov- u(up), d(down), s(strange), c(charm), t(top), b(bottom)	6druhov- <b>elektrón</b> , mión, tau, tri neutrína
<ul style="list-style-type: none"> <li>• častice tvoriace <b>protóny a neutróny</b></li> <li>• So zlomkovým nábojom (<i>menší ako elementárny</i>)</li> <li>• Každý má svoj antičasticu-antikvark (opačný náboj)</li> </ul>	Každý má svoju antičasticu ( <b>elektrón-pozitrón</b> )

1.... neutrón(uud)=2x kvark d, 1x kvark u..... $2 \times -1/3 + 1 \times 2/3 =$  náboj 0




2.....protón(duu)= 2x kvark u, 1x kvark d..... $2 \times 2/3 + 1 \times -1/3 =$  náboj 1

#### Atómový polomer( atómový rádius)

- polovica vzájomnej vzdialenosti stredov dvoch susedných rovnakých elektroneutrálnych atómov v molekule alebo kryštály spojených chemickou väzbou
- Závisia od typu väzby- iónové, kovalentné, kovové
- V pikometroch, v angströnoch
- V PSP rastú smerom doľava a nadol

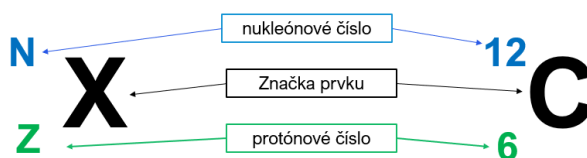
#### Iónový polomer( iónový rádius)

- polomer elektricky nabitého atómu- iónu
- polovica vzdialenosti dvoch iónov v mriežke, ktoré sa navzájom dotýkajú
- menší alebo väčší ako atómový ( *podľa náboja- anióny väčší, kationy menší*)
- V PSP rastú smerom doľava a nadol

Nukleónové ( hmotnostné) číslo	Protónové ( atómové) číslo	Neutrónové číslo
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• počet nukleónov ( protónov a neutrónov v jadre)</li> <li>• Zápis vľavo hore</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• počet protónov v jadre</li> <li>• U elektroneutrálneho atómu aj počet elektrónov v obale</li> <li>• poradie prvku v PSP</li> <li>• Zápis vľavo dole k prvku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• počet neutrónov v jadre</li> </ul>



**Prvok**- chemicky čistá látka zložená z atómov s rovnakým protónovým(atómovým) číslom



### Nuklid

- Chemické látky s rovnakým protónovým a nukleónovým číslom.
- Umiestnené v PSP na rovnakom mieste- izotopické nuklidy

### Izotopy (gr.isos-rovnaký, topos-miesto)

- nuklidy toho istého prvku s rovnakým protónovým a rôznym nukleónovým číslom
- takmer rovnaké chemické, no odlišné fyzikálne vlastnosti
- nemožno oddeliť pomocou chemických reakcií
- väčšina prvkov sa vyskytuje v prírode v zmesí izotopov( jeden výrazne zastúpenejší)- urán, uhlík, vodík ( *hliník mononuklidický*)
- zastúpenie izotopov v prvku je stále ( Ar rôzna)

$^1_1\text{H}$ -prótium	$^2_1\text{H}$ -deutérium	$^3_1\text{H}$ -trítium
99,98% vodíka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nie je rádioaktívny</li> <li>• spektroskopia a pri jadrových fúziách</li> <li>• tvorba ťažkej vody (<i>chladič reaktorov a moderátor neutrónov, pre nižšie organizmy jedovatá, pre cicavce menej</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rádioaktívny,</li> <li>• vznik pri kozmickej činnosti, pri jadrových výbuchoch</li> <li>• s kyslíkom vytvára superťažkú vodu</li> </ul>

**Izobary**- nuklidy rozličných prvkov rovnaké nukleónové číslo, odlišné protónové

**Izotony**- nuklidy rozličných prvkov, s odlišným nukleónovým a protónovým číslom, rovnakým neutrónovým číslom( *rovnaký počet neutrónov*)

**Molekula**- častica zložená z 2 alebo viacerých zlúčených atómov

**B. Elektrónový obal**- obsahuje elektróny

### Elektrónová hustota

- pravdepodobnosť s akou sa elektrón vyskytuje na danom mieste
- oblasť s najväčšou elektrónovou hustotou= orbitál

### Atómový orbitál

- *Lat.orbis- kruh*
- Grafické znázornenie vlnovej funkcie ( *opis správania elektrónu*)
- **Priestor s najväčšou pravdepodobnosťou výskytu elektrónu v okolí jadra (99%)- presný výskyt nemožno určiť**

- Maximálny počet elektrónov v každom type orbitálu= 2
- Typy orbitálov- s, p, d, f (podľa hodnoty l)

**Kvantové čísla**- štvorica čísel charakterizujúca stav elektrónu

hlavné	vedľajšie	magnetické	spinové
n	l	m	s
energia elektrónu	tvár orbitálu	orientácia a počet druhov orbitálov	rotácia elektrónu

### 1.Kvantové číslo- hlavné (n)

- hodnoty **1- až nekonečno**( iba prirodzené čísla, zatiaľ poznáme po 7)
- **energia elektrónu** ( so stúpajúcou hodnotou n energia elektrónu rastie)
- má vplyv na veľkosť a tvár hraničnej plochy orbitálu
- elektróny s rovnakým hlavným kvantovým číslom sa nachádzajú na rovnakej vrstve

### Stavy atómov

1. **Základný**- stav atómu s minimálnou-najnižšou možnou energiou elektrónu
2. **Excitovaný ( vzbudený)**- stav atómu s vyššou energiou elektrónov, možno získať dodaním energie, elektrón prechádza v rámci tej istej vrstvy do najbližších prázdnych orbitálov s vyššou energiou, označujeme ho hviezdičkou ( vpravo hore pri značke prvku)

### Elektrónová vrstva ( sféra)

- Oblasti s výskytom elektrónov s približne rovnakou energiou
- nachádzajúce sa v orbitáloch s rovnakým n
- Označujeme K, L, M, N, O, P, Q
- Elektrón v stavoch s rovnakým l a n sú na jednej vrstve
- **Počet vrstiev obalu udáva číslo periódy PTP**
- Maximálny počet elektrónov vo vrstvách.... v tabuľke

vrstva	K	L	M	N	O	P	Q
n	1	2	3	4	5	6	7
maximálny počet elektrónov na vrstve $2n^2$							

### 2.Kvantové číslo- vedľajšie (l)

- **tvár orbitálu a energiu elektrónu**
- Hodnoty- **l= 0,1,2,3...n-1** ( vrátane nuly, iba celé čísla, zapisujeme písmenkami za hlavné kvantové číslo....1s, 2s, 2p)

Vedľajšie kvantové číslo	0	1	2	3
Typ orbitálu	s	p	d	f

**Typy orbitálov-** líšia sa tvarom, veľkosťou, počtom orientácií v priestore

	s	p	d	f
<b>Tvar</b>	guľa	osmička	rôzne	zložitý
<b>Počet priestorových orientácií</b>	1	3	5	7
<b>Maximálny počet elektrónov</b>	2	6	10	14
<b>Obsadzovanie od vrstvy</b>	1.	2.	3.	4.

### 3.Kvantové číslo- magnetické (m)

- priestorová orientácia a počet druhov orbitálov
- Závisí od neho energia elektrónu v atóme( v magnetickom alebo elektrickom poli)
- Hodnoty- od  $-l$  po  $+l$  .....( vrátane nuly, celé čísla....napr. pre  $l = 1$ ..... $m = -1, 0, 1$ )

### 4.Kvantové číslo- spinové (s)

- Spin (rotačný impulz)- rotáciu elektrónu v obale okolo vlastnej osi
- Hodnoty  $s = \pm 1/2$  ( môže rotovať dvoma smermi)
- Neexistujú dva elektróny, ktoré majú 4 kvantové čísla rovnaké( líšia sa aspoň spinom)

**Degenerované orbitály-** orbitály s rovnakou energiou (rovnakým hlavným a vedľajším kvantovým číslom)... $p_x, p_y, p_z$

**Elektrónová konfigurácia-** usporiadanie elektrónov v elektrónovom obale atómu v jednotlivých orbitáloch



3- hlavné kvantové číslo ( energia orbitálu, číslo vrstvy 3)

p-vedľajšie kvantové číslo  $l=1$ ( tvar orbitálu osmička)

1-počet elektrónov v orbitály p

### Pravidlá ( princípy) obsadzovania orbitálov elektrónmi

#### 1.Výstavbový princíp ( princíp minimálnej energie)

- Elektróny obsadzujú jednotlivé hladiny podľa vzrastajúcej energie
- Orbitály s nižšou energiou sa zaplňajú elektrónmi skôr ako orbitály s vyššou energiou



- Výstavbový trojuholník

## 2. Pauliho vylučovací princíp

- V jednom atóme sa nemôžu nachádzať dva elektróny, ktoré majú všetky 4 kvantové čísla rovnaké, musia sa líšiť aspoň spinovým kvantovým číslom.
- Energetická hladina môže byť obsadená najviac dvoma elektrónmi s antiparalelným spinom

## 3. Hundovo pravidlo (maximálnej multiplicity)

- Orbitály s rovnakou energiou (degenerované) sa vždy najprv zaplňajú elektrónmi s rovnakým spinom, až potom elektrónmi s opačným spinom
- Nespárené elektróny v degenerovanom orbitále majú rovnaký spin
- Pravidlo maximálnej multiplicity, maximálnej nespárovanosti elektrónov

## Zápis konfigurácia

### A. Rámčekové diagramy

- Všetky orbitály sa označujú rovnakým rámčekom
- V degenerovaných orbitáloch sa rámčeky spoja do jedného celku- rámčeky sú rozdelené na toľko častí koľko druhov určitého orbitálu existuje
- Elektróny v rámčekoch znázorňuje šípkou
- Smer šípky udáva spin elektrónu

### B. Symbolmi

- Úplný zápis elektrónovej konfigurácie
- Skrátený zápis konfigurácie - podľa elektrónovej konfigurácie predchádzajúceho vzácneho plynu

## Valenčná vrstva

- vrstva najvzdialenejšia od jadra s najvyššou energiou

		valenčná vrstva
s-prvky	neprechodné	ns
p-prvky		ns np
d-prvky	prechodné	ns (n-1)d
f-prvky	vnútorne prechodné	ns (n-2)f (n-1)d

## Valenčné elektróny

- Elektróny nachádzajúce sa na najvzdialenejšej vrstve od jadra (s najvyššou energiou)
- Určujú chemické vlastnosti atómu a podieľajú sa na vzniku chemickej väzby
- Ich počet určuje číslo skupiny PSP (neprechodné prvky rímske, prechodné arabské)

### Ionizácia

- proces, pri ktorom z elektroneutrálneho atómu vznikajú ióny dodaním energie
- **prvky sa snažia nadobudnúť konfiguráciu najbližšieho vzácneho plynu (oktet/duplet)**

**Ión**- častica s kladným alebo záporným celkovým nábojom

### Typy iónov:

katión	anión
častica s kladným nábojom, vzniká odtrhnutím elektrónu z elektroneutrálneho atómu, energiu je potrebné dodať	častica so záporným nábojom, vzniká prijatím elektrónu k elektroneutrálnemu atómu, energia sa uvoľní

### Ionizačná energia ( I )

- Jednotka kJ/mol
- **energia potrebná na odtrhnutie elektrónu z atómu alebo iónu v plynnom stave**
- Udáva pevnosť viazania elektrónu v atóme (miera ochoty vzniku katiónu z atómu)
- Nízke hodnoty ionizačnej energie majú prvky ľahko tvoriace katióny ( alkalické kovy)
- $I_1 < I_2 < I_3$  (  $I_1$  odtrhnutie  $e$  od elektroneutrálneho atómu, zo vzdialenejšej vrstvy,  $I_2$ - od iónu, od vrstvy bližšie k jadrú)
- V PSP rastie smerom doprava a nadol

### Elektrónová afinita (A)

- Jednotka kJ/mol
- **Energia, ktorá sa uvoľní pri vzniku aniónu z atómu v plynnom stave**
- Miera ochoty vzniku aniónu z atómu
- Prvky s vysokou elektrónovou afinitou ľahko tvoria anióny ( halogény)

### Elektronegativita

- **miera schopnosti kovalentne viazaného atómu priťahovať väzbový elektrónový pár**
- $X = k_{onšt} (I + A)$
- Bezrozmerné číslo
- V PSP smerom hore a napravo stúpa