

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, katión. 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 častic, ktoré sa v ňom nachádzajú.
- Uviest príklad elementárnej častice.
- Určiť počet častic (protónov, elektrónov, neutrónov) v atóme prvku na základe známej hodnoty A, N, Z.
- Uviest 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 zapísanie elektrónové konfigurácie atómov prvkov 1. až 3. periódy.
- Napísanie schému vzniku katiónu a aniónu z atómu.
- Rozlíšiť v skupine iónov katióny alebo anióny
- Vymenovať príklady prvkov s nízkou a vysokou hodnotou elektronegativity

História

1. Demokritos a Leukippós (Grécko)- látky sa skladajú z malých nedeliteľných častic - 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 nabitémi 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 kružničiach záporné elektróny
- identifikoval alfa čästice ako jadrá atómov hélia, určil ich kladný náboj a výskyt protónu v jadre
- bombardovanie tenkej fólie zlata kladnými čästicami, malinká časť častic neprechádzala cez fóliu bez odchýlky, odrazili sa späť
→ v atóme sa nachádza veľmi malá časť, ktorá je kladne nabité- 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)
- 1. elektrón sa môže bez vyžarovania energie pohybovať okolo jadra len po orbitáloch, energia elektrónu je kvantovaná (nado búda určité hodnoty) v závislosti od polomeru kružnice, po ktorej sa pohybujú
- 2. 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, Werner Heisenberg, Max Born, Erwin Schrödinger (1924-1926)

- Kvantovo(vlnová) mechanický model atómu
- elektrón má dvojaký(duálny) charakter- správa sa ako častica aj ako vlnenie
 1. Vlnový charakter- vyskytuje sa iba v určitom energetickom stave, pri prechode do iného stavu pohltí alebo vyžiarí určitú hodnotu energiu (kvantum)
 2. Časticový (korpuskulárny) charakter
 - presnú polohu výskytu a rýchlosť elektrónu nemožno určiť- Heisenbergov princip 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 častic

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

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- elektrón , mión, tau, tri neutrína
<ul style="list-style-type: none"> častice tvoriace protóny a neutróny So zlomkovým nábojom (<i>menší ako elementárny</i>) Každý má svoj antičasticu-antikvark (opačný náboj) 	Každý má svoju antičasticu (elektrón- pozitron)

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

2.....protón(*ddu*)= $2x$ kvark *u*, $1x$ kvark *d*..... $2x 2/3 + 1x-1/3 =$ náboj 1

Atómový polomer(atómový rádius)

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

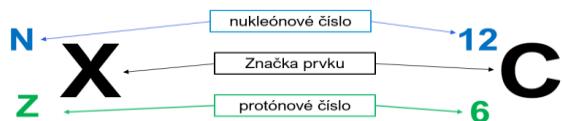
Iónový polomer(iónový rádius)

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

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

$$N + Z = A$$

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

Izotypy (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 zmesi izotopov (jeden výrazne zastúpenejší)- urán, uhlík, vodík (*hliník mononuklidický*)
- zastúpenie izotopov v prvku je stále (Ar rôzna)

^1_1H -prótium	^2_1H -deutérium	^3_1H -trítium
99,98% vodíka	<ul style="list-style-type: none"> • nie je rádioaktívny • spektroskopia a pri jadrových fúziach • tvorba ľažkej vody (<i>chladic reaktorov a moderátor neutrónov, pre nižšie organizmy jedovatá, pre cicavce menej</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • rádioaktívny, • vznik pri kozmickej činnosti, pri jadrových výbuchoch • s kyslíkom vytvára superľažkú vodu

Izobary- nuklidy rozličných prvkov rovnaké nukleónové číslo, odlišné protónové

Izotony- nuklidy rozličných prvkov, s odlišným nukleónovým a protónovým číslom, rovnaké neutrónové číslo(*majú 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	tvar 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 tvar 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)

- **tvar 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
Tvar	guľa	osmička	rôzne	zložitý
Počet priestorových orientácií	1	3	5	7
Maximálny počet elektrónov	2	6	10	14
Obsadzovanie od vrstvy	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 $s=\pm\frac{1}{2}$ (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)...px, py, pz

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

3p¹

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

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

1-počet elektrónov v orbitály p

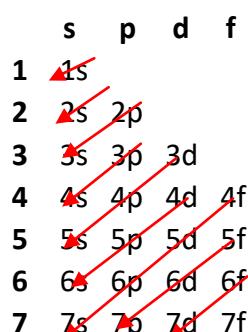
Pravidlá (princípy) obsadzovania orbitálov elektrónmi

1. Výstavbový princíp (princíp minimálnej energie)

- Elektróny obsadzujú jednotlivé hladiny podľa vzrástajúcej energie
- Orbitály s nižšou energiou sa zapĺňajú 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 lísiť 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 zapĺňajú 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 kolko 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 podielajú 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 elektroneutrálному 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 jadru)
- 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 väzový elektrónový pár**
- $X = \text{konšt} (I+A)$
- Bezrozmerné číslo
- V PSP smerom hore a napravo stúpa