1. **Stavba atomu**
* **Historie atomu**
	+ V 5. st. Př. n. l. řečtí učenci Demokritos a Leukippos vyslovili názor, že látky jsou složené z atomů (nepatrných částeček), které nelze chemickými postupy dělit
	+ V 19. st. Britský chemik John Dalton – atomová teorie
		- Prvky jsou složeny z malých částic (atomů)
			* Atomy stejného prvku mají stejné vlastnosti
			* Atomy různých prvků mají různé vlastnosti
		- Při chemických reakcích dochází je spojování, oddělování a přeskupování atomů, ale atomy při nich nevznikají, nemizí ani se nemění na atomy jiných prvků
		- Sloučením 2 a více prvků vznikají sloučeniny
			* V určité sloučenině připadá na jeden atom jednoho prvku vždy stejný počet atomů jiného prvku
* **Atom**
	+ Základní stavební částice všech látek
	+ Je elektroneutrální
	+ Poloměr atomu – 10-10 m
	+ Jádro
		- Je složeno z protonů a neutronů (nukleonů) a má kladný náboj
		- Klidová hmotnost protonu a neutronu je stejná a elektrony jsou 1 840x lehčí
		- Poloměr jádra – 10-14 m až 10-15 m
		- Mezi nukleony v jádru působí ohromné síly s krátkým dosahem
		- Stabilita jádra je stav, kdy přitažlivé síly převyšují odpudivé
			* Závisí na poměru protonů a neutronů
	+ Elektronový obal
		- Je složen z elektronů a má záporný náboj
		- Hmotnost obalu je menší než 1 % hmotnosti celého atomu
			* Hmotnost atomu je soustředěna v jádře
		- Valenční elektrony
			* Jsou elektrony jsou v nejvzdálenější vrstvě obalu
			* Mají nejvyšší energii
			* Podílí se na vzniku chemických vazeb
			* Udělují sloučeninám atomů jejich vlastnosti
* **Náboje částic**
	+ náboj elektronu – -1,602 . 10-19 C (coulomb)
	+ náboj protonu – +1,602 . 10-19 C
	+ Náboj elektronu – 0 C
* **Protonové a nukleonové číslo**
	+ Počet protonů (Z) – protonové číslo – zároveň počet elektronů
	+ Počet částic v jádře (A) – nukleonové číslo (A=Z+N) – $$
	+ Počet neutronů (N) – neutronové číslo
* **Prvek** – chemicky čistá látka složená z atomů se stejným protonovým číslem
* **Nuklid** – látka složená z atomů se stejným nukleonovým číslem
* **Izotop** – různé nuklidy téhož prvku, např. soubor izotopů vodíku: $, , $
* **Stavba elektronového obalu**
	+ Elektronová hustota je hodnota pravděpodobnosti výskytu elektronu v daném místě
	+ Oblast nejhustšího výskytu elektronů v elektronovém obalu se nazývají orbitaly
	+ **Orbital**
		- je grafický vyjádřením vlnové funkce, kterou lze vypočítat pravděpodobnost výskytu elektronu v daném okamžiku v dané oblasti atomu; bývá 95-99 %
		- Kvantová čísla – se používají k popisu elektronového obalu a elektronů umístěných v orbitalech
		- Prostor kde se elektron stále pohybuje se značí tečkováním
		- **Hlavní kvantové číslo** – **značka: n** – **hodnota: 1-7** – určuje energii elektronu a určuje vzdálenost elektronu od jádra
			* Další označení vrstvy
		- **Vedlejší kvantové číslo** – **značka: l** – **hodnota: 0 až n-1** – určuje energii a tvar orbitalu
			* Typy orbitalů: l = 0 je orbital **s**; l = 1 je orbital **p**; l = 2 je orbital **d**; l = 3 je orbital **f**
		- **Magnetické kvantové číslo** – **značka: m** – **hodnota: - l, 0, + l** *(mínus el, přes nulu až k plus el)* – udává prostorovou orientaci orbitalu a počet daného orbitalu
		- **Spinové kvantové číslo** – **značka: s** – **hodnota: - ½, + ½** – určuje hybnost elektronu

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **n** | **l** | **m** | **Orbital** |
| 1 | 0 | 0 | 1s |
| 2 | 0 | 0 | 2s |
| 2 | 1 | -1, 0, 1 | 2p |
| 3 | 0 | 0 | 3s |
| 3 | 1 | -1, 0, 1 | 3p |
| 3 | 2 | -2, -1, 0, 1, 2 | 3d |
| 4 | 0 | 0 | 4s |
| 4 | 1 | -1, 0, 1 | 4p |
| 4 | 2 | -2, -1, 0, 1, 2 | 4d |
| 4 | 3 | -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3 | 4f |

* + - **Degenerované orbitaly**
			* Jsou orbitaly, jejichž hlavní a vedlejší číslo je stejné a liší se pouze v čísle magnetickém
			* Odpovídající počet rámečků pro jednotlivé orbitaly se značí spojením rámečků v jeden celek
	+ **Elektronová konfigurace**
		- Ukazuje obsazení atomových orbitalů elektrony
		- K jejímu znázornění se používá rámečkových diagramu a elektrony se značí šipkami
			* Opačný směr šipek značí, že elektrony mají opačný spin
		- Nezkrácený zápis elektronové konfigurace – 20Ca: 1s22s2 2p6 3s23p64s2
		- Zkrácený zápis elektronové konfigurace – 20Ca: [18Ar]4s2
	+ **Pauliho princip výlučnosti**
		- V jednom orbitalu mohou být maximálně 2 elektrony, lišící se hodnotou spinového kvantového čísla
		- V atomu nemohou existovat 2 elektrony, které by měli všechna 4 kvantová čísla stejná
	+ **Hundovo pravidlo**
		- V degenerovaných orbitalech vznikají elektronové páry, teprve po zaplnění každého orbitalu jedním elektronem
		- Všechny nespárované elektrony mají stejný spin.
	+ **Výstavbový princip**
		- Orbitaly s nižší energií se zaplňují dřív než orbitaly s vyšší energií
		- **Pravidlo n + l**
			* nejdříve se zaplňují orbitaly s menším součtem *n* + *l*, v případě rovnosti s menším *n*
				+ Tomu odpovídá pořadí: 1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p
	+ Uvedená pravidla platí pro elektronovou konfiguraci atomů v základním stavu, tzn. stavu s nejnižší energií
	+ **Excitace**
		- Je proces kdy dodáním energie přejde atom do excitovaného stavu a jeden nebo více valenčních elektronů přejde do vyšší energetické hladiny
		- Atom v excitovaném stavu se značí hvězdičkou
	+ **Ionizace**
		- Je proces, při kterém se dodáním dostatečně velké energie odtrhne jeden nebo postupně více elektronů od atomu a z atomu se stává kation
		- Ionizační energie je energie nutná k odtržení elektronu od atomu v plynném stavu
		- Elektrony se po odtržení můžou spojit s jinou elektroneutrální částicí a vytvořit tak anion
		- Elektronová afinita je energie uvolněná při vzniku aniontu z atomu v plynném stavu
	+ **Modely atomu**
		- Thomsonův (pudinkový) model (1904)
			* Elektrony jako rozinky v pudinku, kde atom je homogenní koule kladně nabité hmoty, v níž jsou ponořeny právě elektrony
			* Elektron objeven v roce 1897
			* Počítá s tím, že α záření proniká bez odporu skrze atom a nemění svůj směr
		- Rutherfordův (planetární) model (1911)
			* Kolem kladně nabitého jádra obíhají elektrony
			* Jádro je 10 000x-100 000x menší než celý atom a veškerá hmotnost je soustředěna v jádře (hmotnost jádra je 2 000-5 000x vyšší než hmotnost obalu)
			* Nedostatek – z pohledu klasické fyziky nabitá částice pohybující se po kruhové dráze emituje energii
				+ Emitováním energie by se snižoval poloměr dráhy a ta by se přiblížila spirále
				+ Vlivem vyzařování energie by tak elektron záhy spadl na jádro a zanikl v něm
				+ Nutnost kvantování
		- Bohrův model (1913)
			* První kvantový model
			* Elektrony se pohybují po kružnicích – hladinách, na nichž nevyzařují žádné elektromagnetické záření
			* Při přechodu z jedné hladiny na druhou elektron vyzáří (pohltí) právě jeden foton
			* Jsou dovoleny takové dráhy, kde moment hybnosti L elektronu činí nħ, kde n = 1, 2, 3, … a ħ je redukovaná Planckova konstanta
			* Model je nevhodný pro látky s více elektrony
		- Smomderfeldův model
			* Elektrony se pohybují kolem jádra nejen po kruhových, ale i elepitických drahách
			* Každý elektron je charakterizován 4 kvantovými čísly
		- Vlnově-mechanický model
			* Vychází z dualistického charakteru elektronu a Schrödingerovy rovnice
* **Radioaktivita**
	+ je schopnost některých jader atomu se přeměňovat na jiná jádra atomu a vyzařovat záření – tyto atomy jsou označené jako nestabilní (radioaktivní)
	+ Stabilita atomů
		- Důležitým faktorem je poměr počtu neutronů N k počtu protonů Z
		- U prvků s protonovým číslem Z $\leq $ 20, je stabilní podíl N : Z roven 1
		- Se zvyšujícím protonovým číslem poměr N : Z pro stabilní nuklidy postupně roste až do hodnoty 1,5
	+ Druhy radioaktivity
		- Přirozená – vyskytují se v přírodě a samovolně se rozpadají a přeměňují se
		- Umělá – je rozpad jader, předem připravených umělých prvků
	+ **Jaderná záření**
		- Záření α
			* Je tvořeno částicemi α, což jsou kladně nabitá jádra helia: $$
			* Záření má velmi malý dosah a zachytí ho i papír nebo tenká hliníková fólie
			* Dosahuje 10 % rychlosti světla
			* Má největší ionizační účinky
		- Záření β
			* Záření β-
				+ je tvořeno proudem záporně nabitých elektronů $$
				+ je pronikavější než záření α
				+ dosahuje 99 % rychlosti světla
				+ má menší ionizační účinky
			* Záření β+
				+ Je tvořeno proudem kladně nabitých pozitronů $$
		- Záření γ
			* Je elektromagnetické vlnění s velmi krátkou vlnovou délkou a vysokou energií
				+ Energie je nepřímo úměrná vlnové délce
			* Vlastnostmi se podobá rentgenovému záření a často se používá k podobným účelům
			* Je nejpronikavější
	+ **Radioaktivní rozpady**
		- Rozpad α
			* Typický pro jádra těžkých prvků
			* Z jádra je vymrštěna částice $$ a vzniká jádro prvku s A 4 jednotky nižším a Z o 2 jednotky nižší
				+ Vzniklý nuklid je v periodické tabulce posunut oproti původnímu jádru o dvě místa vlevo
				+ $\rightarrow +$
		- Rozpad β-
			* Je typický pro jádra nuklidů, která vybočují z řeky stability
			* V tomto případě se může některý z neutronů přeměnit na proton a elektron
				+ $\rightarrow +$
			* Jádro vzniklé rozpadem β- má o jeden proton více
				+ Vzniklý nuklid je v periodické tabulce o jedno místo vpravo
				+ $\rightarrow +$
		- Rozpad β+
			* Některé uměle připravené nuklidy mají nadbytek protonů
			* V tomto případě může dojít k přeměně některého protonu na neutron a pozitron
				+ $\rightarrow +$
			* Pozitron opouští jádro a velmi rychle zaniká rekombinací s elektronem za vzniků fotonů
			* Při rozpadu β+ vzniká nuklid, který je v periodické tabulce umístěn o jedno místo vlevo
				+ $\rightarrow +$
		- Elektronový záchyt
			* Přebytek protonů může být odstraněn i tak, že proton, který je součástí jádra zachytí některý elektron z obalu a vzniká neutron
				+ $\rightarrow $
			* Elektronovým záchytem vzniká nuklid, který je v periodické tabulce, vzhledem k původnímu prvku, posunut o jedno místo vlevo
				+ $→$
	+ **Poločas rozpadu - τ ½**
		- Je doba, za kterou se rozpadne polovina přítomných jader radioaktivního nuklidu
		- Je to charakteristická vlastnost každého prvku – nedá se změnit na základě vnějších vlivů (zvýšení teploty), závisí pouze na daném nuklidu, je pro něj konstantní veličinou
			* Přeměnová konstantapro každý radioaktivní nuklid – **N = N0e-λt**
	+ **Typy radioaktivních reakcí:**
		- Jednoduchá jaderná reakce
			* Interakce nějakého jádra s jiným jádrem nebo mikročásticí, kdy vzniká jedno nebo více jader a jedna nebo více mikročástic
				+ První umělá reakce byla provedena v roce 1919, kdy ozářením atomu dusíku zářením α vznikl kyslík a proton

Podobnými reakcemi byli připraveny všechny transurany

* + - Štěpná rozpadová reakce
			* Využívá se v jaderných reaktorech
			* Palivem nejčastěji bývá: 235U, 239Pu
			* Jádro je ostřelováno štěpným neutronem, následně se jádro rozpadne na zhruba dvě stejně velké části, které jsou stabilnější a zpravidla vznikají další 2 až 3 neutrony a uvolňuje se energie
			* Štěpný neutron
				+ Je neutron, který se pohybuje dostatečně pomalu

Pokud by se pohyboval příliš rychle, dojde k jeho pohlcení jádrem a ke štěpení jádro nedojde

* + - * Regulační tyče
				+ Nejčastěji vyrobeny z kadmia nebo karbidu bóru
				+ Neustále regulují a odchytávají přebytečné neutrony
			* Havarijní tyče
				+ při problému by se měli spustit celé a měli by pochytat všechny neutrony
			* Moderátor
				+ Nejčastěji grafit, těžká voda
				+ Nepohlcuje, pouze zpomaluje neutrony
		- Termonukleární
			* Probíhá za vysokých teplot a tlaku
			* Spojování lehkých jader v jádra těžší
			* Reakce ve hvězdách nebo termonukleárních zbraních
	+ **Radioaktivní rozpadové řady**
		- Thoriová – přirozená – začíná 232Th a končí 206Pb
		- Uran-radiová – přirozená – začíná 238U a končí 207Pb
		- Uran-aktiniová – přirozená – začíná 235U a končí 208Pb
		- Neptuniová – umělá – začíná 237Np a končí 209Bi
	+ Využití radioaktivity:
		- Lékařství – léčba rakoviny štítné žlázy radioaktivním jódem
		- Archeologie – radiouhlíková metoda 14C – poločas rozpadu 5 730 let
			* Jestliže organismus odumře, počet rozpadů ve stejném vzorku klesá
		- Strojírenství, zemědělství, kouřové detektory, jaderné zbraně, energie