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 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
    - 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
      * Jádro vzniklé rozpadem β- má o jeden proton více
        + Vzniklý nuklid je v periodické tabulce o jedno místo vpravo
    - Rozpad β+
      * Některé uměle připravené nuklidy mají nadbytek protonů
      * V tomto případě může dojít k přeměně některého protonu na neutron a pozitron
      * 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
    - Elektronový záchyt
      * Přebytek protonů může být odstraněn i tak, že proton, který je součástí jádra zachytí některý elektron z obalu a vzniká neutron
      * 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