Otázka: Stavba atomu

Předmět: Chemie

Přidal(a): emixka

Historické modely atomu

- Staré Řecko – Demokritos a Leukipos – atomisté, 5. stol. př. n. l.
- Tvrdí, že látky se skládají z částic = atomů, které jsou dále nedělitelné
- Konec 19. stol. – objev elektronu (1897, Thompson), objev radioaktivity (1896, Becquerel) – vyvrácena nedělitelnost atomu

Thomson (1904) – statický model (pudinkový)

- atom je složen z elektronů (nazývá je pouze částicemi) a „polévkou“ kladného náboje, hmota je rozložena v atomu rovnoměrně (pudink s rozinkami)

Rutherford (1911) – planetární model

- umístil kladně nabitou hmotu do středu atomu (velmi malé hmotné jádro), kolem obíhají elektrony (podobně jako planety) po drahách
- nedostatek – kroužící elektron by byl dostředivě urychlován, ztrácel energii, dopadl na jádro a zanikl by

Niels Bohr (1913) – Bohrův model atomu (H)

- popisuje stabilní atom, Bohr za něj dostal NC
- vysvětlil nedostatek Rutherfordova atomu pomocí kvantové teorie z r1900 (Max Planck)
- je postaven na třech postulátech
    - 1) elektrony se pohybují po kružnicových trajektoriích (orbitách, energetických hladinách)
    - 2) při přechodu z jedné hladiny na druhou elektron vyzáří/pohltí právě 1 foton
    - 3) jindy elmag záření nevyzařují ani nepohlcují

- dobře popisuje atomy s jedním elektronem v obalu (např. H, He^{+}, Li^{2+})
- kvantově mechanický model

Sommerfeld (1915) – Sommerfeldův model

- zpřesňuje Bohrův model
- elektrony se pohybují po elipsách (které se otáčí), každý elektron je charakterizován 4 kvantovými čísly
- poskytuje představu o stavbě atomu, ale neumí vysvětlit všechny vlastnosti

Kvantově mechanický model atomu (1926)

Vychází ze 2 principů:

1) dualismus hmoty – hmota má vlnový i částicový charakter

- Einstein – vysvětlil fotoelektrický jev – ohyb světla lze vysvětlit pouze vlnovou povahou světla -> světlo je vlnění i proud částic (=fotonů)
- De Broglie – má elektron vlnu? S pohybem částice je spojen pohyb vlnový (proud elektronů prochází krystalem stejně jako Roentgenovo záření)
- Elektrony jsou proud částic, kde se každá pohybuje po své vlně

2) princip neurčitosti

- Heisenberg – pro elektron nelze stanovit bod dráhy, kde se v daném čase nachází, pouze pravděpodobnost výskytu, když můžeme určit jednu z vlastností, nemůžeme určit tu druhou (čas a místo)
- Schrödinger – stav elektronu v atomu popisuje vlnovou funkcí = orbital atomový, stejně tak u molekuly = orbital molekulový

Popis atomu – jádra

- atom se skládá z jádra a elektronového obalu
- chemicky je nedělitelný
- elektrony se nachází v atomovém obalu, v jádře jsou protony a neutrony

Atomové jádro

- protony p^+ – kladný náboj, jejich počet udává protonové číslo Z, $m_r = 10^{-27}$ kg, $náboj_r$ = $1{,}602 \times 10^{-19}$ C
- neutrony n^0 – bez náboje, jejich počet udává neutronové číslo N, $m_r = 10^{-27}$ kg, $náboj_r$ = bez náboje
- protonové číslo Z, nukleonové (hmotnostní) číslo A, neutronové číslo N
- nukleony – neutrony a protony, jejich počet udává nukleonové číslo A, A = Z + N, A je horní index, Z je spodní index
- nuklidy = látky složené z atomů, jejichž jádra mají stejné Z a A
- izotopy = atomy se stejným Z, ale jiným N
- většina prvků se vyskytuje jako více izotopů, ale v přírodě převládá jeden z nich, izotopy se liší zejména fyzikálními vlastnostmi a mohou mít odlišný vliv na živé organismy
- jádra různých prvků – izobary = stejné A, izotony = stejné N

Způsoby vyjadřování m atomu

- do jádra je soustředěna m atomu
- teoreticky $m_{jádro} = m_p + m_n$, experimentálně – teoretická m je větší než skutečná
- hmotnostní schodek $\Delta m = m_{teor} - m_{skut}$

- Δm způsoben uvolněním energie při vzniku jádra, čím více E se uvolní, tím je jádro stabilnější -> Δm je mírou stability jádra
- atomová hmotnostní jednotka – m_u = 1,66 x 10^{-27} kg (1/12 atomu $^{12}_{6}C$)
- Ar (relativní atomová hmotnost) = m/m_u
- Mr (relativní molekulová hmotnost) = ∑Ar
- molární m – hmotnost jednoho molu – M = Ar nebo Mr (číselně je to to samý) g/mol
- Jakákoliv změna energie je spojena se změnou hmotnosti

Stabilita jádra

- nejstabilnější prvky jsou ty s největší E_j (prvky střední části tabulky)
- málo stabilní jsou prvky lehké (krom He, C, O), které se slučují na těžší (termonukleární reakce) a těžké – rozpadají se na lehčí (radioaktivita)
- existuje hranice, za kterou neutrony nejsou schopny zajistit existenci stabilního jádra
- Čím více je v jádře nukleonů, tím je jádro stabilnější (protože má větší vazebnou energii která drží to jádro pohromadě)
- jádro je stabilnější než nukleony o samotě, také je lehčí

Vazebná energie jádra

- E_j je vazebná energie připadající na 1 nukleon
- každá částice je někam vázána, pokud ji chceme ze systému oddělit, musíme jí dodat větší sílu, než kterou je vázána
- E, která se uvolní při vzniku jádra (nebo E, kterou je nutno dodat k jeho rozštěpení na jednotlivé nukleony)
- je závislá na počtu nukleonů v jádře (A) tj čím větší A, tím větší E_j a tím větší je stabilita jádra
- jádro o klidové hmotnosti: $E_j = (Zm_p + Nm_n - m_j) \times c^2$ (m_j = klidová m, m_p = klidová m protonu, m_n = klidová m neutronu, c = rychlost světla ve vakuu)
- Fe má nejstabilnější jádro, protože má nejvyšší vazebnou energii

Radioaktivita

- samovolný rozpad jader jednoho prvku na jádra jiného prvku za současného vyzařování neviditelného radioaktivního záření (energie)
- poločas rozpadu – doba, za kterou se z výchozího počtu atomů přemění právě ½
- malý – Po = 3 x 10^{-7}s, Rn = 4 dny
- velký – Ra = 1590 let, U = 14,5 x 10^{9} let, C = 5730 let
- přirozená radioaktivita – samovolný rozpad v přírodě se vyskytujících radionuklidů (je jich cca 50)

3 typy záření:

Záření α

- proud rychle letících atomů He – $^{4}_{2}He$
- silné ionizační účinky
- velmi hmotné částice, pomalé a málo pronikavé
- v el. poli se odchylují k – pólu
- nově vzniklý prvek má N o 4 menší a Z o 2 menší (to je ten atom He)

Záření β

- proud elektronů e^{-} ($^{0}_{-1}\beta$) nebo pozitronů e^{+} ($^{0}_{1}\beta^{+}$)
- menší ionizační účinky než α
- lehké, rychlé, pronikavé částice
- v el. poli se odchylují k + (případně -) pólu
- nově vzniklý prvek má Z o 1 větší

Záření γ

- elmag vlnění podobné světlu, malá vlnová délka ($^{0}_{0}\gamma$)
- nejpronikavější jaderné záření, obvykle doprovází α nebo β
- vzniká v jádře
- fotony – žádný náboj žádná hmotnost

4 druhy radioaktivních přeměn

1) Přeměna α

- nastává u velmi těžkých jader
- vyzářením částice α se m prvku sníží a nový prvek se pohne o 2 místa v PSP vlevo
- $^{226}_{88}Ra$ -> $^{4}_{2}\alpha$ ($^{4}_{2}He$, $^{4}_{2}He^{2+}$) + $^{222}_{86}Rn$

2a) Přeměna β^-

- u jader, kde je víc protonů než neutronů, rozpad neutronu
- pouze u jader uměle vyrobených, ne v přírodě
- neutron vyzáří elektron a antineutrino, změní se na proton
- Z se o 1 zvýší, nový prvek bude o 1 místo vpravo
- $^{32}_{15}P$ -> $^{0}_{-1}\beta$ ($^{0}_{-1}e$) + $^{32}_{16}S$

2b) Přeměna β^+

- u jader, kde je víc protonů než neutronů
- pouze u jader uměle vyrobených, ne v přírodě
- proton se mění na neutron, vyzáří pozitron a neutrino
- prvek se posouvá o jedno místo doleva
- $^{30}_{15}P \rightarrow {}^{0}_{1}\beta$ ($^{0}_{1}e$) + $^{30}_{14}Si$

3) Záchyt elektronů

- u jader, kde je víc protonů než neutronů
- vzniká jádro v PSP o jedno nalevo
- na prázdné místo po elektronu přijde elektron z vyšší slupky (o vyšší energii) a přebytečná E se vyzáří jako Roentgenovo záření (to vzniká v el.obalu)
- jádro si zachytí elektron ze svého elektronového obalu
- $^{7}_{4}Be + {}^{0}_{-1}e \rightarrow {}^{7}_{3}Li$ + Roentgenovo záření

4) Přeměna γ

- když produkt rozpadu není ve svém základním stavu a má přebytek E, která vyjde jako záření γ
- Využití: radiouhlíkové datování – podle obsahu radionuklidu C lze určit stáří organismů

(po smrti dochází k jeho rozpadu), značení látek radioizotopy (lékařství, stavba látek), ozařování tkání s rakovinou

Jaderné reakce

- Reakce atomů/atom. jader s jinými atomy/atom. jádry, dochází k jejich změně
- jádro je odstřelováno urychlenou částicí (projektilem)
- 2 výchozí látky

Umělá radioaktivita

- z neradioaktivního nuklidu působením jiné částice vytvoříme nuklid radioaktivní
- 1934, Iréne a F. Joliot-Curieovými, při bombardování Al částicemi α
- $^{27}_{13}Al + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{30}_{15}P^{*} + n$
- ${}^{30}_{15}P \rightarrow {}^{30}_{14}Si + e^{+} (+ v)$
- použití: výroba nových radioizotopů, v lékařství (diagnostika, terapie a léčení rakoviny), markery/značky – informace o ukládání látek v lidském těle nebo v rostlinách

Transmutace prvků/jader

- určitý nuklid se účinkem částice mění na jiný, neradioaktivní
- provádí se bombardováním protony, neutrony, deuterony či fotony
- vzniká neradioaktivní nuklid
- 1919 provedl Rutherford, objevil proton
- ${}^{4}_{2}He + {}^{14}_{7}N \rightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}H$
- 1932 provedl Chadwick, objevil neutron
- ${}^{4}_{2}He + {}^{9}_{4}Be \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n$

Štěpení jader

- u těžkých jader působením částice o velké energii, jádro se rozpadá na 2 lehčí jádra cca o stejné m
- poprvé pozorováno u ^{235}U, ty 3 n při dostatku U jsou příčinou řetězové reakce
- ${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{93}_{36}Kr + {}^{140}_{56}Ba + 3{}^{1}_{0}n$
- neřízená řetězová reakce – reagují všechny 3 n, reakce končí výbuchem atomové bomby (Little Boy – Hirošima, Fat Man – Nagasaki)

- řízená řetězová reakce – nechá se reagovat jen jeden neutron, využití v jaderných elektrárnách (problémy s radioaktivním odpadem)

Termojaderné reakce – jaderné fúze

- syntéza lehkých jader za vzniku těžšího, současné uvolnění obrovské E
- potřebují vysoké teploty nebo velké rychlosti reagujících částic
- nevyčerpatelný zdroj E pro lidstvo – až překonáme technické problémy pro lidstvo
- zneužití – vodíková bomba ${}^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{3}_{2}He + {}^{1}_{0}n$
- Rozpadem atom. jádra nemusí vznikat stabilní prvek, ale zase radioaktivní, který se dále rozpadá -> rozpadová řada
    - Uranová, Aktinouranová, Thoriová (ty tři přírodní), Neptuniová (umělá)
    - poločas rozpadu
    - $T = \ln 2/\lambda$
    - čas za který se rozpadne polovina jader

1. Stavba atomu – maturitní otázka
2. Vývoj představ o složení atomu – otázka z chemie
3. Vývoj představ o struktuře atomu – otázka z chemie