

FYZIKÁLNO-CHEMICKÉ VLASTNOSTI TUHÝCH LÁTOK

Podľa druhu častíc zúčastňujúcich sa na stavbe tuhých látok rozdeľujeme **kryštály** na **atómové, molekulové a iónové**. Podľa povahy súdržných síl pôsobiacich medzi časticami delíme kryštály na **kovalentné, kovové, iónové a kryštály, ktorých stavebné častice sú pútané slabými medzimolekulovými interakciami**.

Iónové kryštály

v iónových kryštáloch sa **základná bunka skladá z iónov, ktoré sú viazané iónovou väzbou**. (Základná bunka je jednoduché zoskupenie častíc, ktoré sa pravidelne opakuje v celom kryštáli.) Vďaka silným elektrostatickým priťažlivým silám je v iónovom kryštáli každý ión obklopený čo najväčším počtom opačne nabitých iónov.

Pr.: NaCl – Na^+ je obklopený šiestimi iónmi Cl^- a každý ión Cl^- obklopuje šesť iónov Na^+ .

CaF_2 – každý kation Ca^{2+} obklopuje 8 aniónov F^- a každý anión F^- obklopujú 4 katióny Ca^{2+} .

Charakteristické vlastnosti iónových zlúčenín: **tuhé skupenstvo, vysoká T_f a T_v , dobrá rozpustnosť v polárnych rozpúšťadlách, taveniny a roztoky iónových zlúčenín dobre vedú elektrický prúd, pričom so zvýšením teploty sa elektrická vodivosť roztoku a taveniny zväčšuje, iónové látky sú krehké a štiepia sa pri mechanickom namáhaní**.

Príklady látok s iónovou kryštálovou štruktúrou

Iónové zlúčeniny tvoria najmä prvky I. a II.A skupiny (s^1 a s^2 prvky) s prvkami VII.A skupiny (fluór, chlór, bróm), s kyslíkom, prípadne dusíkom. Medzi iónové zlúčeniny môžeme zaradiť napr. **CsF , KCl , NaCl , KBr , CaF_2 , BaCl_2 , CaO** , atď.

Atómové kryštály

V atómových kryštáloch je **základná bunka tvorená atómami** toho istého prvku alebo rôznych prvkov, ktoré sú **viazané kovalentnými väzbami**. Štruktúru týchto kryštálov možno objasniť na základe priestorovej orientácie hybridných atómových orbitalov, ktoré sa podieľajú na tvorbe kovalentných väzieb v kryštáli.

Pr.: diamant – v ňom sa atóm uhlíka viaže s ďalšími 4 atómami uhlíka, čím vlastne vznikne jedna obrovská makromolekula – makrokryštál. Kryštál **kremeňa SiO_2** je budovaný z atómov kremíka a kyslíka.

Pre priestorové atómové makrokryštály je charakteristické, že všetky kovalentné väzby medzi atómami sú rovnako pevné a jednotlivé atómy sú v celom priestore pravidelne usporiadané. Preto sú pre tieto látky typické **vysoké T_f a T_v (nad 1000°C), veľká tvrdosť** (diamant je najtvrdšou prírodnou látkou), **atómové kryštály sú nerozpustné v bežných rozpúšťadlách, nevedú elektrický prúd**. Diamant je typický nevodič, lebo atómy uhlíka využívajú všetky valenčné elektróny na vytvorenie pevných kovalentných väzieb.

Príklady látok s atómovou kryštálovou štruktúrou

Patria sem také látky, v ktorých sú medzi atómami tvoriacimi zlúčeninu prevažne kovalentné väzby. Typickým predstaviteľom látky s atómovou kryštálovou štruktúrou je **diamant**, ďalej sem môžeme zaradiť napr. **BN , SiC , AgI , CuCl , CuI , ZnS** , atď.

Molekulové kryštály

Molekulové kryštály majú základnú bunku budovanú z **jednotlivých molekúl látky**, ktoré sú navzájom pútané slabými silami – **van der Waalsovými silami** alebo **vodíkovými väzbami**. Sú to napr. kryštály O_2 , I_2 , H_2O , CH_4 , atď. Väčšina molekulových kryštálov existuje len pri pomerne nízkych teplotách (prípadne vysokých tlakoch) na rozdiel od iónových a atómových kryštálov, ktoré existujú pri bežných podmienkach (20°C , 101,3 kPa) v tuhom skupenstve. **Charakteristickými vlastnosťami molekulových kryštálov sú nízke teploty topenia a varu**. Pri topení alebo pri vare týchto látok sa narušujú slabé medzimolekulové väzby. Niektoré z týchto látok prechádzajú už pri bežných podmienkach z tuhého skupenstva priamo do plynného – sublimujú (napr. jód, NH_4Cl). Látky, ktoré tvoria molekulové kryštály, sú väčšinou nepolárne, a preto sú veľmi málo rozpustné vo vode. Rozpustnejšie sú v nepolárnych rozpúšťadlách (napr. benzén, tetrachlórmetán, sírouhlík, alkohol atď.). Možno sem zaradiť aj kryštály vzácnych plynov, ktoré existujú len pri veľmi nízkych teplotách (napr. T_f hélia – 271°C , argónu – 189°C). Kryštály sú tvorené atómami, medzi ktorými pôsobia van der Waalove sily, pretože ich valenčná sféra je plne obsadená (pri héliu sú to 2 elektróny, pri ostatných vzácnych plynách 8 elektrónov). Preto nie sú schopné viazať sa kovalentnými väzbami, ktoré sú typické pre atómové kryštály. (Preto hovoríme, že vzácne plyny sa vyskytujú v podobe jednoatómových molekúl).

Príklady látok s molekulovou kryštálovou štruktúrou

I_2 , P_4 , S_8 – majú pri bežných podmienkach molekulovú kryštálovú štruktúru. Látky, ktoré vytvárajú molekulové kryštálové štruktúry pri nízkych teplotách, poznáme pri bežných podmienkach

v plynnom skupenstve ($\text{H}_2, \text{N}_2, \text{O}_2, \text{F}_2, \text{Cl}_2, \text{CO}_2, \text{CH}_4$, vzácne plyny, atď.) alebo v kvapalnom skupenstve ($\text{Br}_2, \text{H}_2\text{O}$).

Vrstevnaté kryštály

– tvoria určitý prechod medzi iónovými, atómovými a molekulovými kryštálmi. **Vrstevnatá štruktúra je zložená z častíc (atómov, iónov), ktoré sú pravidelne usporiadané do jednotlivých vrstiev a sú pre ňu charakteristické rozdielne väzbové sily vo vrstve a medzi vrstvami.** Typickým príkladom vrstevnatej kryštálovej štruktúry je **grafit**. V jednotlivých vrstvách sú atómy uhlíka viazané kovalentnými väzbami do šesťuholníkov, v ktorých je vzdialenosť medzi atómami uhlíka 0,142 nm. Medzi jednotlivými vrstvami pôsobia slabé van der Waalsove sily, pričom vzdialenosť medzi atómami uhlíka je podstatne väčšia, 0,341 nm. Slabé sily medzi vrstvami spôsobujú, že grafit je mäkký, ľahko sa otiera, a preto sa používa na výrobu ceruziek, túh na písanie a maľovanie atď. Iným príkladom je CdI_2 . Medzi kationmi Cd^{2+} a aniónmi I^- vo vnútri vrstiev pôsobia príťažlivé elektrostatické sily, medzi vrstvami pôsobia slabé van der Waalsove sily, preto je jodid kademnatý pozdĺž vrstiev dobre štiepatelný.

Kovové kryštály

Za základnú stavebnú bunku môžeme považovať bunku tvorenú atómami daného kovu, medzi ktorými sa nenachádzajú kovalentné väzby, lebo v kove sa nachádzajú **voľne pohyblivé elektróny**. Preto sa vlastnosťami a väzbovými interakciami kovové kryštály úplne líšia od atómových kryštálov. **Pre všetky prvky s kovovou kryštálovou štruktúrou (t.j. všetky kovy) je charakteristická dobrá elektrická a tepelná vodivosť, kovový lesk, kujnosť a ťažnosť.**

Niektoré fyzikálne vlastnosti kovov sú však veľmi rozdielne, napr. T_f a T_v (okrem ortuti sú všetky tuhého skupenstva), tvrdosť a hustota. Elektrická vodivosť kovov sa mení v závislosti od teploty – **kovy sú lepšie vodiče pri nižších teplotách**. Pri zahriatí kovu narastá počet zrážok medzi časticami a tým sa sťažuje plynulý tok elektrónov v kove. Striebristý lesk kovov je výsledkom ich dokonalej odrazivosti všetkých vlnových dĺžok svetla. Dobrá tepelná vodivosť kovov je spôsobená rýchlym putovaním voľných elektrónov v kove z miesta teplejšieho na miesto chladnejšie. Pevnosť, kujnosť a ťažnosť kovov je možná práve vďaka existencii silnej kovovej väzby. Kov sa pri mechanickom namáhaní len deformuje. Pre tieto svoje vlastnosti majú kovy už oddávna veľmi dobré využitie v rôznych oblastiach ľudskej činnosti, napr. ako vodiče elektriny a tepla, ako materiál na výrobu šperkov, strojov, zbraní, pracovných náradí atď.

Otázky a úlohy

- Určte väzbovosť atómu: a) chlóru v molekule Cl_2 b) síry v molekule H_2S
c) uhlíka v molekule CO_2 d) fosforu v molekule PF_5
- Ktoré orbitály sa prekrývajú pri vzniku väzby v molekule HCl ?
- Z látok vyberte tie, v ktorých sú atómy prvkov viazané nepolárnou kovalentnou väzbou:
 $\text{HBr}, \text{Br}_2, \text{CO}_2, \text{KH}, \text{O}_2, \text{H}_2, \text{MgO}, \text{CaF}_2$.
- Z látok vyberte tie, v ktorých sú atómy prvkov viazané polárnou kovalentnou väzbou:
 $\text{LiF}, \text{Cl}_2, \text{H}_2\text{O}, \text{KCl}, \text{BaF}_2, \text{NH}_3, \text{I}_2, \text{CaO}$.
- Z látok vyberte tie, v ktorých sú atómy prvkov viazané iónovou väzbou:
 $\text{TiC}, \text{H}_2\text{O}, \text{HBr}, \text{BN}, \text{N}_2, \text{KF}, \text{SiO}_2, \text{CO}, \text{CaO}$.
- Ktoré z týchto molekúl sú lineárne: $\text{HI}, \text{H}_2\text{O}, \text{Cl}_2, \text{BeCl}_2, \text{CO}, \text{NH}_3, \text{CO}_2$?
- Ktoré z týchto molekúl majú lomený tvar: $\text{H}_2\text{S}, \text{CO}_2, \text{O}_3, \text{HF}, \text{O}_2$?
- Ktoré z týchto molekúl sú polárne: $\text{HCl}, \text{N}_2, \text{NaH}, \text{CHCl}_3, \text{CCl}_4, \text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$?
- Ktoré z týchto molekúl sú nepolárne: $\text{I}_2, \text{HBr}, \text{CO}, \text{NH}_3, \text{O}_2$?
- Bez použitia PTP určte v každej z nasledujúcich skupín látok najpolárnejšiu väzbu medzi atómami prvkov: a) $\text{H}-\text{Cl}, \text{H}-\text{F}, \text{H}-\text{I}$ b) $\text{Na}-\text{Cl}, \text{Cs}-\text{Cl}, \text{K}-\text{Cl}$ c) $\text{C}-\text{F}, \text{Si}-\text{F}, \text{Pb}-\text{F}$
d) $\text{P}-\text{Cl}, \text{S}-\text{Cl}$ e) $\text{S}-\text{Cl}, \text{S}-\text{F}, \text{S}-\text{Br}$
- Vodíková väzba sa vyskytuje v zlúčeninách vodíka s: a) uhlíkom b) draslíkom c) fluórom
d) dusíkom e) kyslíkom f) fosforom
- Určte, ktorá zo zlúčenín $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ alebo $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$ má vyššiu teplotu varu. Odpoveď zdôvodnite.
- Zlúčeniny: $\text{NaCl}, \text{NaBr}, \text{NaF}, \text{NaI}$ zoradte podľa klesajúceho iónového charakteru väzby.
- Ktorá z týchto zlúčenín fluóru: $\text{HFO}_4, \text{SF}_6, \text{OF}_2, \text{CF}_4, \text{HFO}_3, \text{IF}_7, \text{ClF}$ neexistuje ?
- Ktoré z uvedených látok $\text{PH}_3, \text{Na}, \text{KCl}, \text{SiC}, \text{Ne}, \text{BN}, \text{CaO}$ majú iónovú kryštálovú štruktúru?
- Ktoré z uvedených látok $\text{Si}, \text{Ca}, \text{KBr}, \text{H}_2\text{S}, \text{SiC}, \text{I}_2, \text{Ne}, \text{P}_4$ vytvárajú molekulové kryštály?
- Ktoré z uvedených látok $\text{Al}, \text{Si}, \text{NaF}, \text{TiC}, \text{He}, \text{BN}, \text{N}_2, \text{Br}_2, \text{NH}_3, \text{SiO}_2$ vytvárajú atómové kryštály?
- Aké stavebné častice sú v kryštálových štruktúrach týchto látok ?
a) jód b) diamant c) ľad d) chlorid draselný e) hydrid sodný f) hliník
- Aké typy väzieb existujú v kryštáloch týchto látok?
a) kremík b) chlorid cézny c) zinok d) bróm e) diamant f) grafit
- Porovnajte rozpustnosť I_2 a KI vo vode. Čím je spôsobený rozdiel v ich rozpustnosti ?

[Spracoval: M. Kozák]