

Anyagi halmazok jellemzői

5. előadás

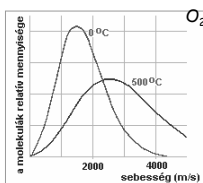
	gáz	folyadék	szilárd
alak	nem határozott alakú, a tárolóedényét veszi fel		határozott, saját alak
térfogat	kitölti az edényt	határozott, saját térfogat	
részecskék helye	rendezetlen, távoli	rendezetlen, közeli	rögzített, nagyon közeli
részecskék kölcsönhatása	gyakorlatilag nincs	erős	nagyon erős
részecskék mozgása	nagyon gyors	közepes	nagyon lassú

Kinetikus gázelmélet-ideális gázok

- a molekulák között nincs vonzó és taszító hatás
- saját térfogatuk elhanyagolható a rendelkezésre álló tér mellett
- a molekulák állandó rendezetlen mozgásban vannak
- ütközéseik rugalmasak
- átlagos sebességük hőmérséklettől függő
- sebességeloszlás: Maxwell-Boltzmann-féle

Kinetikus gázelmélet-ideális gázok

- A gázmolekulák kinetikus energiája – mozgó test kinetikus energiája



$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad E_k = \frac{3}{2} R \cdot T$$

- A gázok mozgásának átlagos sebessége függ a moláris tömegüktől

$$v_{\text{átlag}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

R egyetemes gázállandó
R = 8,314 J/K·mol

Gáztörvények-ideális gázok

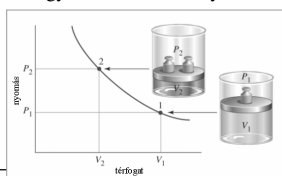
Nyomás – térfogat összefüggés (áll. hőmérsékleten):

Boyle 1662

$$p \cdot V = \text{konstans}$$

- A gázok térfogata tehát fordítottan arányos a nyomással
- Ha csökken a gáz térfogata, a molekulák kinetikus energiája nem változik, viszont többször ütköznek egymással és az edény falával
- nő a nyomás

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$



Gáztörvények-ideális gázok

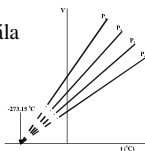
Térfogat – hőmérséklet összefüggés (áll. nyomáson):

Charles 1787, Gay-Lussac 1802

$$V = k \cdot T$$

- gázok térfogata egyenesen arányos a hőmérséklettel
- a hőmérséklet emelkedése növeli a molekulák kinetikus energiáját, ütközésük növelné a nyomást, kitágul a gáz – nő a térfogat
- Kelvin – abszolút hőmérsékleti skála
- $T = t + 273,15$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$



Gáztörvények-ideális gázok

Vegyülő gázok térfogatának viszonyai

- Gay-Lussac 1808: a gázok kis térfogatai kis egész számok arányában reagálnak
- Avogadro 1811: gázok egyenlő térfogataiban egyenlő a molekulák száma (p, T= állandó)

$$V = k \cdot n$$

Ideális gáztörvény

- Boyle, Charles, Avogadro törvényének egyesítésével:

$$V = R \cdot \frac{n \cdot T}{p}$$

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad \text{általános gáztörvény}$$

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{n_1 \cdot T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{n_2 \cdot T_2}$$

Gáz halmazállapot

- gázok moláris tömege

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot V}$$

- gázok sűrűsége

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{p \cdot M}{R \cdot T}$$

- két gáz relatív sűrűsége

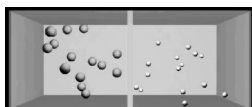
$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2}$$

Gáz halmazállapot

- Diffúzió – elkeveredés
- Graham törvénye: a diffúzió sebessége fordítottan arányos a gázok sűrűségének négyzetgyökével

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{\rho_2}}{\sqrt{\rho_1}}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{M_2}}{\sqrt{M_1}}$$



xenon és neon

a molekulák sebessége fordítottan arányos a moláris tömegük négyzetgyökével

Gázelegyek

- Dalton törvénye: a gázkeverék nyomása a komponensek parciális nyomásainak összege – anyagi minőségtől független

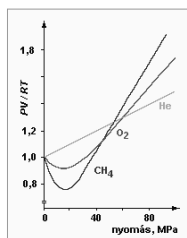
$$p = p_a + p_b + p_c + \dots = \sum p_i$$

$$p_i V = n_i R T$$

parciális nyomás az a nyomás amit a gázkeverék adott összetevője kifejtene, ha önállóan töltené be a teret

Reális gázok

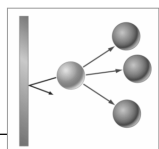
- Van der Waals egyenlet



$$\left(p + \frac{n^2 a}{V^2}\right) \cdot (V - nb) = n \cdot R \cdot T$$

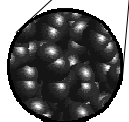
↑
intermolekuláris
kölcsönhatás

↑
a gázmolekulák
saját térfogata



Folyadék halmazállapot

- megjelenési formájuk átmenet a gázok és a szilárd testek között
- kondenzált fázis: a molekulákat összetartó erő – kohéziós erő
- hasonlítanak
 - a gázokhoz
 - nincs állandósult alakjuk
 - a részecskék állandó, rendezetlen mozgásban vannak
 - a szilárd anyagokhoz
 - nagy a sűrűségük



Folyadék halmazállapotban

- a részecskék között számottevő vonzóerők hatnak - kohézió és adhézió
- a részecskék egymástól megfelelő távolságra
 - egyensúly a vonzó és taszítóerők között
- a részecskék kinetikus energiája az abszolút hőmérséklettel arányos
- térfogat viszonylag állandó
 - nagy erőbehatásra is csak kismértékű változás
- jellemző: diffúzió, párolgás, alakváltozás

Folyadékok típusai

típusok	részecskék	vonzóerők
nemesgázok pl. Ne, He	egyedi atomok	London-féle erők
molekulák pl. CCl ₄ , C ₆ H ₆ ,	egyedi molekulák	London-féle erők
molekulák H-kötéssel pl. H ₂ O, C ₂ H ₅ OH	molekula asszociátumok	hidrogénkötés
sóolvadékok pl. NaCl, Na ₃ [AlF ₆]	ionok	elektrosztatikus kölcsönhatás
fémolvadékok és Hg	atomok	fémes kötés

Folyadékok tulajdonságai

- viszkozitás: a folyadékrétegek közötti belső súrlódás - a külső alakváltoztató erővel szembeni ellenállás - jele: η , mértékegysége Pa·s
- meghatározó a kohéziós erők nagysága
- A viszkozitás és a sűrűség különbözősége!

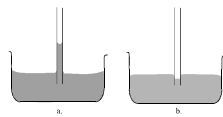
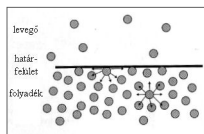
	sűrűség	viszkozitás
víz	0,998 g/cm ³	1,005 mPas
glicerin	1,260 g/cm ³	1,5 Pas
higany	13,546 g/cm ³	1,6 mPas

Folyadékok tulajdonságai

- felületi feszültség: a folyadékok felületét csökkenteni igyekeznek → a felület növeléséhez energiát kell befektetni

1 m² új felület létrehozásához szükséges munka

jele: γ , mértékegysége: N/m

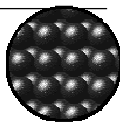


Folyadék → szilárd halmazállapot

- A hőmérséklet csökkenésének hatására a részecskék mozgása lelassul, szilárd halmazállapotban rögzülnek
 - kristálygócok kialakulása - a részecskék rendezett elhelyezkedése valósul meg
 - amorf anyag keletkezése - a folyadék viszkozitása olyan nagy, hogy a rendeződés nem tud teljes mértékben végbemenni

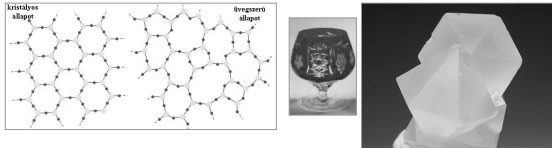
Szilárd halmazállapot

- A szilárd testekben az alkotó részecskéket nagy erők tartják össze - állandó térfogat és állandó alak
- szerkezetük szerint lehetnek
 - kristályos anyagok - a felépítő részecskék a test egészében szabályosan, rendezetten helyezkednek el
 - amorf anyagok - a felépítő részecskék csak kis körzetekben helyezkednek el rendezett módon (üveg, műanyag)



Amorf anyagok

- részleges rendezettség – megszilárdult folyadékoknak tekinthetők
- nincs éles olvadáspontjuk (melegítéskor fokozatosan meglágyulnak)
- izotropok – a szerkezetben található szabálytalanságok miatt fizikai tulajdonságaik iránytól függetlenek



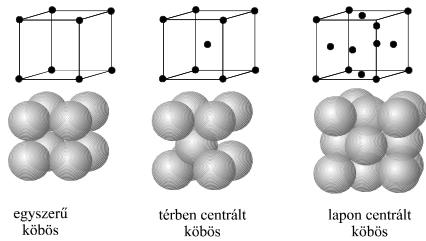
Kristályos anyagok

- jellemzői
 - meghatározott olvadáspont
 - meghatározott olvadáshő
 - meghatározott kristályszerkezet - a felépítő részecskék szabályos elrendeződése - kimutatása röntgen-diffrakcióval
 - anizotrop sajátságok: a fizikai tulajdonságok iránytól függően változhatnak - a növekedés sebessége nem azonos
 - pl. fénytörés, elektromos vezetőképesség...

Kristályrácsok típusai

Kristályrács típusa	Részecskék a rácspontokban	Kölcsönhatás a részecskék között	Példa
Fémrács	atomok	fémes kötés	fémek és ötvözetek
Ionrács	pozitív és negatív ionok	ionkötés	sók, oxidok, szulfidok
Atomrács	atomok	kovalens kötés	gyémánt, grafit, kvarc
Molekularács	molekulák	hidrogénkötés London-féle erők	jég, CO ₂ kristálycukor

Elemi cellák néhány típusa



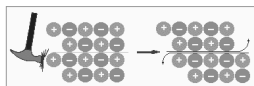
Fémes kötésű kristályok

- a fémes jelleg:
 - fémfény – delokalizált elektronok
 - olvadáspont tág határok között
 - puha, nyújtható, jól megmunkálható
 - vagy kemény, rideg
 - jó hő- és elektromos vezetés
 - vízben és közönséges oldószerekben nem oldható
- Fémrácsban azonos méretű atomok - gömbilleszkedés

} szerkezetből

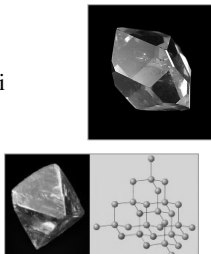
Ionos kötésű kristályok jellemzői

- elektrosztatikus összetartó erő – rács-pontokban váltakozva pozitív és negatív töltésű ionok
- jellemző:
 - magas olvadáspont
 - nagy keménység
 - kristályaik könnyen hasadnak
 - jól oldódnak poláris oldószerekben (vízben)
 - elektromos vezetés csak olvadékban vagy oldatban



Kovalens hálózat – atomrácsos kristályok

- kovalens kötéssel kapcsolódó atomok három dimenziós hálózata
- a kötések térben irányítottak
- a közvetlen szomszédok száma kicsi
- C - gyémánt, Si, Ge, SiO₂
- jellemző:
 - nagyon magas olvadáspont
 - nagy keménység
 - nincs fizikai oldószerük
 - elektromos szigetelő vagy félvezető tulajdonság



Molekularácsos kristályok

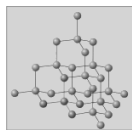
- másodlagos kötésekkel kapcsolódó molekulák - gyenge kölcsönhatás
- jellemző:
 - alacsony olvadáspont - szublimáció
 - kis keménység
 - nem vezeték az elektromos áramot
 - jól oldódnak hasonló sajátságú oldószerben
 - vizes oldatban a poláris kötésű molekulák elektrolitikus disszociációra hajlamosak

Polimorfia - Allotrópia

- Polimorfia: az a jelenség, amikor egy anyag két- vagy több különböző kristályrendszerben kristályosodik
- Allotrópia: a kémiai elemek azon tulajdonsága, hogy különböző kristályszerkezetű vagy molekulatömegű módosulatban fordulnak elő
 - szén: grafit, gyémánt, fullerén
 - foszfor: fehér, vörös és fekete
 - oxigén: O₂, O₃

A szén allotróp módosulatai

a szénatomok között kovalens kötések

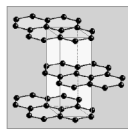


gyémánt

kapcsolódás tetraéderes elrendeződésű

atomrács - kovalens hálózat a tér 3 irányába

nagy keménység, nem vezető



grafit

az atomok síkbeli kapcsolódása kovalens kötéssel, delokalizált elektronok

a rétegek között másodlagos (diszperziós) kötés

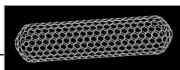
puha, a rétegek elcsúsznak, elektromos vezető



fullerén

az atomok síkbeli kapcsolódása kovalens kötéssel, delokalizált elektronok a molekulán belül

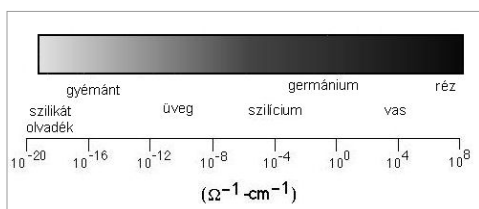
a molekulák között másodlagos (diszperziós) kötés



Szilárd anyagok elektromos vezetése

■ Elektron vezetés – elsőfajú vezetés

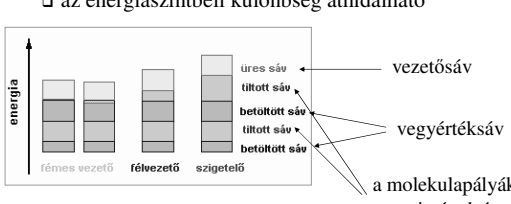
□ vezetők, félvezetők, szigetelők



Szilárd anyagok elektromos vezetése

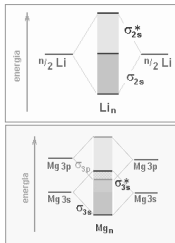
■ vezetés – ha a vegyértéksávból az elektronok át tudnak lépni a vezető sávba

□ az energiaszintbeli különbség áthidalható



Szilárd anyagok elektromos vezetése

- fémes vezeték – az elektronok igen kis energiával gerjeszthetők



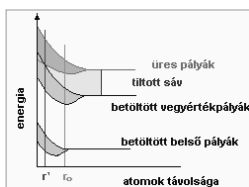
- a teljesen betöltött kötő- és az üres lazító pályák energiája folytonos átmenetet képez pl. alkálifémek
- a kötő és lazító pályák teljesen betöltöttek, de van olyan üres pálya, amelynek energiája átfedi a lazító pályák energiasávját pl. alkáliföldfémek

Szilárd anyagok elektromos vezetése

- fémes vezeték
 - a gerjesztett elektronok helyén lyuk marad
 - a gerjesztett elektronok igen kis feszültség hatására elmozdulnak – a lyuk visszafelé vándorol
 - hőmérséklet növelésével csökken (az atomtörzsek nagyobb amplitúdóval rezegnek)
 - kellően alacsony hőmérsékleten – szupravezető állapot – ellenállás nulla (Pb, In, Nb; InBi, Nb₃Sn; kerámiák: YBa₂Cu₃O₇)

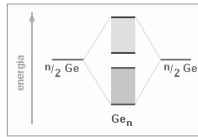
Szilárd anyagok elektromos vezetése

- szigetelők - fajlagos vezeték: 10⁻¹⁰-10⁻²⁰ S/cm
 - az utolsó betöltött sáv után széles tiltott sáv
 - kritikus térerő – mekkora elektromos térerő szükséges, hogy áttűrés következzen be (gyémánt: 5·10⁶ V/cm)
 - nagy nyomáson az atomok távolsága kisebb, vezetővé



Szilárd anyagok elektromos vezetése

- félvezetők
 - a betöltött és az üres sáv energiaszintje közelebb
 - az elektronok hő- vagy fény hatására megfelelő energia szintre gerjesztődnek – vezetővé
- szennyezéses félvezetők
 - a szennyező anyag újabb energiaszinteket tesz lehetővé
- piezoelektromosság
 - kis nyomás hatására vezetővé



Plazma állapotban az anyag

- olyan túlhevített gáz, amelyben ionokra bomlott atomok (molekulák) és elektronok olyan arányban vannak, hogy átlagosan az egész rendszer semleges
 - pár tízezer és millió fok hőmérséklet
 - jól vezeti az elektromos áramot és jól mágnesezhető
 - fúziós folyamatokban