

1. stavba a popis atomu, Bohrov model a jeho význam

Základními stavebními částicemi jádra jsou elektricky kladně nabitě **protony** o hmotnosti $m_p = (1.67239 \pm 4) \cdot 10^{-27}$ kg a elektricky neutrální **neutrony** $m_n = (1.67470 \pm 4) \cdot 10^{-27}$ kg. Protony a neutrony jsou poutány v jádře silnými jadernými silami, které jsou však krátkého dosahu. Hmotnost jádra není přesně rovna součtu hmotností protonů a neutronů tvořících jádro, ale je menší o tzv. **hmotnostní defekt** $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$, kde E je energie uvolněná při vzniku jádra a c je rychlost světla ve vakuu. V prostoru kolem jádra se nacházejí elektrony, kterých je v elektroneutrálním atomu stejný počet jako protonů v jádře. Jsou nositeli záporného elektrického náboje, co do velikosti nejmenšího, který v přírodě známe, elementárního náboje $e = 1,60219 \cdot 10^{-19}$ C. Hmotnost elektronu je $m_e = 9.109 \cdot 10^{-31}$ kg. Celkový náboj jádra resp. elektronového obalu je Ze , kde Z je **protonové číslo**, které udává počet protonů v jádře daného atomu a současně počet elektronů v obalu. Celkový počet nukleonů udává **nukleonové (hmotnostní) číslo A** . Obecně tedy prvek X popíšeme ${}_Z^AX$. Atomy lišící se počtem neutronů v jádře (lišící se číslem A), při stejné hodnotě Z , se nazývají **izotopy**. **Izobary** jsou atomy různých prvků se stejným A . Atomy, kterým přebývá nebo chybí jeden nebo více elektronů v obalu, nesou elektrický náboj a nazývají se **ionty**.

Hmotnost mikročástic vyjadřujeme v atomových hmotnostních jednotkách, za kterou byla zvolena jedna dvanáctina hmotnosti atomu uhlíku, izotopu ${}^{12}_6\text{C}$. **Relativní atomová (molekulová) hmotnost** A_r (M_r) [mol] udává, kolikrát je hmotnost daného atomu větší, než $1/12$ hmotnosti atomu ${}^{12}_6\text{C}$. Je to bezrozměrová veličina. Relativní molekulová hmotnost je dána součtem relativních atomových hmotností jednotlivých atomů. Hodnota A_r je ovlivněna zastoupením jednotlivých izotopů v přírodě.

Protože v praxi pracujeme většinou se soubory velkého množství atomů nbo molekul, byla zavedena jednotka **látkového množství 1 mol**. Jeden mol je takové množství částic, které je shodné s počtem atomů ve 12g uhlíku ${}^{12}_6\text{C}$. Hmotnost jednoho molu nazýváme **molární hmotnost** a značíme ji M . Číselně počet částic v jednom molu udává **Avogadrova konstanta** $N_A = (6,02252 \pm 28) \cdot 10^{23}$ mol $^{-1}$.

Max Planck – záření je emitováno nebo absorbováno jen po určitých kvantech, fotonech, s energií $E = h \cdot f$, kde h je Planckova konstanta a f je frekvence záření.

Fotochemický zákon vyjadřuje, že každá fotochemická reakce je založena na absorpci jednoho fotonu a přeměně jednoho atomu nebo molekuly.

1913 Niels Bohr formuloval model atomu. Hlavním přínosem je zavedení kvantových podmínek do klasického Rutherfordova planetárního modelu. Z rovnice $E = h \cdot f$ je vidět, že rozměr Planckovy konstanty je stejný, jako rozměr momentu hybnosti, J_s .

Planckova konstanta představuje jednak energetické kvantum záření jednotkové frekvence, ale také elementární kvantum momentu hybnosti elektronu na kruhové dráze kolem jádra atomu. Model je možné popsat základními Bohrovými postuláty:

- 1) Elektrony se mohou pohybovat kolem jádra jen na určitých kruhových dráhách aniž by vyzařovaly energii.
- 2) Na těchto dráhách je jejich moment hybnosti roven celočíselnému násobku Planckovy konstanty vydělené 2π .
- 3) K energetickým změnám dochází pouze při přechodu z jedné dráhy na druhou. Absorbovaný nebo emitovaný foton má energii $hf = E_2 - E_1$.

Chemický ekvivalent – n -tý formální díl molekuly látky, kde číslo n je dáno úhrnným nábojem kationtů, které molekula látky při reakci přijme nebo odevzdá.

Relativní ekvivalentová hmotnost – kolikrát je chemický ekvivalent látky hmotnější, než 1/12 atomu C 6 12 [val].

Ekvivalentová (valární, valová) hmotnost – hmotnost jednoho valu M_v .

2. Atomové orbitály, jejich popis a vlastnosti

V atomech jsou elektrony poutány k jádru **Coulombovskou elektrostatickou interakcí**. Především zaznamenáváme pohyb jader (x teze než e). Není možno zaznamenávat pohyb všech e , proto vybereme 1 a zbytek nahradíme spojitě rozptýleným nábojem (jednoelektronové přiblížení). Vybrali jsme pouze fyzikálně možná řešení.

Atomové orbitály: Po zavedení okrajových podmínek do Shrödingerovy rovnice dostaneme diskrétní soubor fyzikálně možných řešení, které nazýváme atomové orbitály.

Hlavní kvantové číslo n rozhoduje o velikosti a kvantování energie E a nabývá hodnot celých kladných čísel

Vedlejší kvantové číslo l určuje velikost a kvantování momentu hybnosti b resp. Magnetického momentu a nabývá hodnot $l = \langle 0, n-1 \rangle$ $b = h \cdot \sqrt{l(l+1)}/2\pi$.

Magnetické kvantové číslo m určuje velikost a kvantování složky momentu hybnosti resp. Magnetického momentu do směru vnějšího magnetického pole (je-li přiloženo)

Kvantovými čísly n, l, m je popsána velikost a tvar orbitalů, ale není úplný. Elektron má ještě jednu vlastnost **spin** $\langle -1/2, 1/2 \rangle$

Orbitály s jsou kulově symetrické s různým průměrem (hlavní kvantové číslo).

Orbitály p jsou tvořeny 2 kapkami – jedna je pro vln fce $+$, druhá –

Pravidlo nejmenší energie – v přírodě se realizují nejčastěji stavy s nejmenší energií. Stav atomu který tomu odpovídá nazýváme základní stav

Pauliho princip – V atomu nemohou existovat dva elektrony které mají 4 kvantová čísla stejná

3. pravidla pro zaplňování energetických hladin elektrony

Kvantové čísla:

Hlavní kvantové číslo n rozhoduje především o velikosti a kvantování energie E a nabývá hodnot celých kladných čísel. Pro větší hodnotu n bude mít elektron větší energii a bude více vzdálen od jádra. Energie atomového orbitalu vodíkového atomu je dána valiněním elektronem a protonovým číslem Z je dána výrazem

$$E = Z^2 \cdot E_{\text{na4}} \cdot m_r / 8h^2 \cdot \epsilon_0 \cdot n^2$$

kde m_r je redukovaná hmotnost $m_r = (m_i \cdot m_e) / (m_i + m_e)$, kde m_i je hmotnost jádra

Vedlejší kvantové číslo l určuje velikost a kvantování momentu hybnosti b resp. magnetického momentu a nabývá hodnot nula a kladných celých čísel do $n-1$: $l = \langle 0, n-1 \rangle$. Energii je možno vyjádřit jako fci b a proto je-li omezena energie, nemůže ani moment hybnosti nabývat libovolných hodnot. Platí, že $b = h \cdot \sqrt{l(l+1)}/2\pi$

Magnetické kvantové číslo m určuje velikost a kvantování složky momentu hybnosti resp. magnetického momentu do směru vnějšího magnetického pole, je-li přiloženo. Vyjadřuje tedy prostorové uspořádání orbitalů. Nabývá hodnot celých čísel od $-l$ do l .

Kvantovými čísli n, l a m je popsána velikost a tvar orbitalu. Tvarem orbitalu rozumíme, podobně jako u elektronového mraku tvar jeho kontury. Kontura atomového orbitalu je uzavřená plocha, vně které je vlnová funkce už prakticky rovna nule. Může ohraničovat oblast kladných nebo záporných hodnot vlnové funkce. Teprve její kvadrát bude všude kladný a bude představovat hustotu pravděpodobnosti výskytu elektronu. Orbitály označujeme podle hodnoty l malým písmenem s, p, d, f, g, h , kterému předchází n .

Spin – moment hybnosti elektronu, může nabývat dvou hodnot $\pm 1/2$. Absolutní hodnota spinu je rovna

Popisuje dva možné stavy elektronu v orbitalu.

Pravidlo nejmenší energie – V přírodě se nejčastěji realizují stavy s nejmenší energií. Stejně je to s Atomem, stav s nejnižší energií se nazývá **základní stav**. Všechny další možné stavy jsou **stavy vzbuzené (excitované)**.

Pauliho princip – Je druhou bezpodmínečně nutnou podmínkou je jednoznačnost přiřazení kvantových čísel elektronů. V atomu nemohou existovat elektrony se stejnými čtyřmi kvantovými čísly.

Při nezaplněném orbitalu, se doplňují elektrony tak, aby měli co největší součet spinů.

4. vznik a vlastnosti iontů

Ionizační energie je energie která je potřeba abychom vzdálili elektron od atomu do nekonečna – podle toho který e vzrůstá označujeme energii jako 1,2,3 atd..

Elektronová afinita je energie která se uvolní jestliže k neutrálnímu atomu elektron přidáme.

5. polarizácia atomov a iontov

Atom je bipolární soustava tvořená kladným nábojem v jádře a záporným nábojem obalu. Za normálních podmínek však těžiště kladného a záporného náboje splývají a proto žádnou bipolaritu nepozorujeme. Umístíme-li však atom do elektrického pole, posune se kladný náboj vůči zápornému tak, že jejich těžiště nesplývají. V atomu se vnějším polem indukují dipólový moment p [Cm], starší jednotkou je [D] (Debye), definovaný vztahem $p = Q \cdot l$, jestliže jsou dva náboje stejné velikosti Q opačné polarity ve vzdálenosti l . Dipólový moment je vektor směřující od záporného ke kladnému náboji.

Velikost takto indukovaného dipólového momentu v atomu nebo v molekule je přibližně přímo úměrná velikosti intenzity elektrického pole E podle rovnice $p = \alpha \cdot E$, kde konstanta α [Cm²/V] se nazývá **polarizovatelnost**. Jinými slovy, je to také dipólový moment atomu v elektrickém poli jednotkové intenzity. Posun náboje v atomu proběhne velmi rychle, v čase přibližně 10^{-15} s. Nejvíce se polarizují vzdálené valenční elektrony.

6. Magnetické vlastnosti

magnetický moment spinu resp orbitální kde g_s je orbitální g-faktor

Bobrov magneton jednotkou magn. Momentu je μ_B na druhou, ale v atom. fyzice a v chemii se dosud používá starší jednotka $\mu_B = 9,28 \times 10^{-24} \text{ Am}^2$

Atomy které mají nepárové e mají stálý magnetický moment. Označujeme je jako **paramagnetické** – mají tendenci se v magn. poli ustalovat v poloze s nejmenším odporem – zesilují magn. pole, **diamagnetika** jsou atomy se spárovanými elektrony (staví se kolmo na magn. pole)

Dipólový moment $p = Q \cdot l$ [Cm]

$p = E \cdot \alpha$ kde α je polarizovatelnost a představuje míru schopnosti atomu polarizovat se.

7. periodická tabulka prvků

Periodický zákon je jedním z nejdůležitějších přírodních zákonů, neboť v periodické tabulce jsou uvedeny nejen všechny známé prvky, ale je z ní možno vysledovat také vztahy mezi nimi a jejich základní vlastnosti. Prvky jsou řazeny podle rostoucího protonového čísla do sedmi řad (period) a devíti sloupců (skupin). Devátá je označována jako nultá.

První perioda obsahuje dva prvky H a He, Následují dvě krátké periody obsahují po 8 prvcích, 4. a 5. obsahují 18 prvků a nazývají se první a druhá dlouhá perioda. 6. perioda s 32 prvky se nazývá velká a 7, je neúplná.

Prvky ve skupinách vykazují určité podobnosti v chemických vlastnostech a některé mají své názvy. Prvky podskupiny Ia kromě vodíku jsou **alkalické kovy**. IIa tvoří alkalické zeminy.

VIIb je tvořena **halogeny** a nultá skupina inertními (netečnými) nebo **vzácnými plyny**.

Elektronový dublet – $1s^2$

Elektronový oktet – zaplněná slupka 8 elektrony

8. primární vazby iontové, kovalentní a donor akceptorové

Chemické vazby se obvykle rozlišují na primární (iontové, kovalentní, kovové) a sekundární.

Vznik chemické vazby – vazba se může vytvořit jen tehdy, přiblížíme-li 2 atomy do určité vzdálenosti, při které dojde k vzájemné interakci elektronových obalů (nejdříve valenční vrstva). Přestože se jedná o náboje se stejnou polaritou dojde k vzniku vazebných sil. Při určité l atomu dojde k rovnováze sil (minimum energie) – toto budeme def. jako délku vazby. energii potřebnou k přerušení vazby za vazebnou energii.

Koordinační číslo vyjadřuje počet chemických vazeb s okolními atomy

Vaznost daného atomu v určité molekule udává počet chemických vazeb, které atom tvoří s okolními atomy Chemicky se znázorňuje čárkami

Elektronegativita kde $XA = XH = 2,1$ nebo kde E_A je ionizační energie a E_{EA} je elektronová afinita

Oxidační číslo. Formální mocenství – energie kterou prevezme (odevzdá) atom při chemické reakci, je definována jako násobek eV $HCl \rightarrow HI + Cl-I$

Geometrický tvar molekuly - ovlivněn formálním mocenstvím - deformace orbitalů

Molekuly polární, nepolární – molekula s elektrickým dipólem – permanentní – polární

Iontová vazba – Při chemické reakci dojde k odevzdání val. elektronů druhému atomu. Tím dojde k ionizaci atomu, ale molekula drží pohromadě díky elektrostatickým silám. Uplatňuje se částečně u velkého souboru látek. Je velmi pevná (stovky kJ/mol). Ze všesměrovosti Coulombovské vazby vyplývá nenasytitelnost vazby, protože ovlivňuje i okolní molekuly. Iontová vazba je silně polární.

Kovalentní vazba je sdílení valenčních elektronů mezi atomy tak aby vznikly valenční elektronové páry. Je nasycitelná z důvodu omezeného počtu nepárových valenčních elektronů. Je velmi pevná (stovky kJ/mol), pokud není tvořena jen elektrony je také směrová.

Vazba donor akceptorová – obdobná jako kovalentní vazba až na to že valenční elektronový pár dodá do vazby jeden z atomů vstupujících do reakce. Je silně polární. Jako akceptory nejčastěji vystupují přechodné kovy které nemají zaplněnu hladinu d nebo jejich ionty.

9. van der Waalsovi vazby a vodíkové mostky

vodíková vazba – uplatňuje se ve sloučeninách kde je vodík vázán na nějaký silně elektronegativní atom. Potom je záporný náboj posunut k en. Atomu a kladný parc. Náboj je posunut na vodík, pak může elstat. působit na okolní dipóly nebo ionty

Van der Waalsovy vazby – vzájemná interakce dvou polárních molekul (dipólů). – jsou velmi slabé, vznikají za spec. Podmínek.

Orientační interakce – při vzájemném působení dvou dip. dochází k opačné vzájemné orientaci dipólu do stavu s min. energií.

Dipólová indukce – Nepolární molekula v blízkosti iontů nebo polárních molekul se polarizuje (vytváří se v ní dipólový moment)

Disperzní interakce – elektron v atomu se pohybuje rychle, tím se celé mění jeho dipól. Když se vyskytnou blízko sebe 2 atomy se stejným dipólem může vzniknout interakce projevující se synchronizací dipólových momentů.

10. Hybridizace atomu uhlíku a jeho možnosti chemické vazby

11. Polarita vazby, elektronegativita

viz 8)

12. Zakony ideálního plynu, plyny reálné, Van der Waalsova rovnice

Díky velkým vzdálenostem mezi atomy se pohybují prakticky volně a chaoticky a k silovému působení dochází pouze při přiblížení se (při srážkách). Srážkou zde nechápeme náraz dvou pevných koulí, ale silové působení při malých vzdálenostech s následným odchýlením od původní dráhy. Kvůli svým vzdálenostem se atomy ovlivňují pouze slabými mezimolekulovými van der Waalsovými silami.

Ideální plyn. Molekuly ideálního plynu jsou zanedbatelných rozměrů a nepůsobí (kromě srážek) na sebe žádnými silami -> energie částic je rovna pouze kinetické energii, tedy závisí pouze na teplotě.

$$pV=nRT$$

R – univerzální plynová konstanta $R=8,31433 \text{ J/molK}$

Molární objem ideálního plynu při normálních podmínkách ($T=273 \text{ K}$, $p=101325 \text{ Pa}$) je $22,4 \text{ l}$.

Kritické veličiny – koexistence kapaliny a plynu

Van der Waalsova rovnice

13. vlastnosti kapalin, tenze par, povrchové napětí, viskozita

Těsnější uspořádání molekul vzhledem k plynům, mezimolekulové síly ovlivňují okolní molekuly. Vznikají kondenzační par. Důsledkem Van der Waalsových sil vznikají v kapalinách určité pevnější uspořádání molekul tzv. **klastry** - ty se neustále mění v důsledku pohybu

molekul..Mezimolekulové vazby nedosahují takových úrovní aby mohli vytvořit pevnou strukturu ve velkém měřítku, z čehož vyplívají vlastnosti kapalin = tečení,viskozita atp.

Tlak nasycených par – síly působící na povrchové molekuly zabraňují opustit kapalinu,.ovšem některé mají dostatek energie na vyvázání z dosahu a opustí kapalinu do plynu. Proto je nad povrchem kapaliny její plyn,který je char. Svým tlakem. Je – li kapalina v uzavřené nádobě zaplní se prostor nad hladinou plynem. Za dané teploty je přechod molekul v rovnováze (z kap.=: plynu; tlak nasycených par. – Tlak páry nad kapalinou je závislý na teplotě.

Povrchové napětí kapalin – $\gamma = F/l$ kde F je síla a l je vzdálenost od kapaliny.

Mísitelnost – závisí na velikost přitažlivých sil v kapalinách a mezi kapalinami– molekuly se snaží zaujmout nejméně energeticky náročný stav – zakulacení

Smáčivost – závisí na velikosti sil v kapalině a sil působících mezi molekulami pevné látky a kapaliny – kontaktní úhel - >90 – kapalina nesmáčí <90 – kapalina smáčí

Viskozita – závisí na velikosti sil mezi molekulami – větší síla = větší viskozita

Vnitřní tření – vzájemným posunem desek v kapalině vzniká tření

Dynamická viskozita – $\tau = (\eta \cdot \frac{dv}{dy}) \cdot \eta$

Kinematická viskozita – dynamická viskozita přepočtena na hustotu $\nu = \eta / \rho$

Kapalina s nulovou viskozitou se nazývá ideální kapalina

14. pevné látky krystalické, amorfne, teplotna zavislost objemu a tepla, vliv rychlosti ochlazovani, prechladzene kvapaliny

V pevných látkách je vzdálenost atomů dostatečně malá, že umožňuje mezi nimi vznik pevných chemických vazeb. Proto se pevné skupenství vykazuje stálostí tvaru. Pevnost chemických vazeb v pevných látkách určuje také jejich některé vlastnosti jako je pevnost, tvrdost, teplota tání. Stálost vnějšího tvaru je podmíněna ovšem také stálostí vnitřního uspořádání částic.

Amorfní pevné látky. Struktura připomíná spíše ztuhlou kapalinu, nebo jinak řečeno, kapalinu s extrémně velkou viskozitou. Obsahují částice se stálou strukturou, ale tyto jsou v prostoru nepravidelně rozloženy. V amorfních látkách existuje uspořádání na krátké vzdálenosti, ale na rozdíl od kapalin je toto uspořádání stálejší a podléhá změnám většinou až po dlouhé době. Rychlost změn je ovlivněna teplotou. Mezi sebou můžou, ale nemusí mít pevné chemické vazby. Podstatnou roli hrají van der Waalsovy síly.

Krystalicko amorfní látky. Krystalické oblasti oddělené od sebe amorfní částí. Postupné meknutí a tání krystalů při stejné teplotě.

Krystalické látky. Částice krystalických pevných látek jsou pravidelně rozmístěny v prostoru, tak, že mají stejné okolí. Každá je obklopená stejným počtem částic ve stejných směrech a vzdálenostech. Částice se nemohou pohybovat translačním pohybem, ale kmitají kolem svých poloh. Při dosažení tání taje celý krystal najednou.

15. symetrie, primitivní a elementární buňka, mřížkové parametry, krystalografické systémy

elementární buňka – vektory a,b,c definují rovnostěnný jehoz postupnou translací lze vyplnit celý prostor bez mezer nazýváme elementární buňkou

Primitivní buňka – nejmenší elementární buňka – obsahuje ‘body’ mřížky jen v rozích a to jen částečně.

Symetrie – krystalová mřížka neobsahuje jen translační symetrii ale i symetrii osovou,zrcadlení,inverzi okolo bodu či kombinace.

Krystalografické soustavy - v prostoru kombinujeme prvky bodové symetrie s translacemi, které jsou na sobě závislé. Tzn. nelze je libovolně kombinovat. Těchto soustav je 7 (vzhledem k násobnosti je jich 14)

16. Anizotropie krystalu, Millerovi indexy

Anizotropie – různé mřížky se vyznačují v různých rovinách směrech různou koncentrací bodů. Pro vlastnosti skutečného krystalu je podstatné, jak hustě jsou v něm atomy uloženy. Krystal má potom různé vlastnosti v různých směrech.

Millerovy indexy – k popisu anizotropie krystalů se používá speciální symboliky pro vyjádření směrů a rovin – Millerových indexů.

Indexy směrů – souřadnice volného vektoru vyjádřené v násobcích mřížových parametrů a, b, c . Zapisujeme je do []

$a[100]$

$b[010]$

$d[111]$

$c[001]$

$e[11'0]$

Ekvivalentní směry zapisujeme do lomených závorek.

$\langle 100 \rangle$ odpovídá $[100], [010], [001], [1'00], [01'0], [001']$

Záporné znaménko značíme čárkou, nebo pruhem nad číslicí.

Indexy rovin – souřadnice normálového vektoru a zapisujeme do kulatých závorek.

Ekvivalentní roviny – $\{100\}$ odpovídá $(100), (010), (001), (1'00), (01'0), (001')$

17. Soustava homogenní a heterogenní, vlastnosti roztoků, koncentrace, nasycenost, rozpustnost

18. Rovnovaha v jednosložkové soustavě a počet stupňů volnosti v ní, PV a PT diagram

$v = k - f + 2$ v – počet stupňů volnosti

k – počet složek

f – počet fází

19. rovnováha ve dvousložkové soustavě, izobarické rovnovážné diagramy dvou látek podle vzájemné mísitelnosti v tuhém stavu

20. Iontové rovnováhy v roztocích slabých elektrolytů, iontový součin vody, PH

21. princip nezávislosti vodivosti iontu, molární merná vodivost, koncentrační závislost

Vodiče 2. třídy obsahují kladně a záporně nabití ionty, vzniklé disociací. Uvažujme iontovou sloučeninu $K^+ A^-$ a o koncentraci c a stupni disociace α

Stupeň disociace α je dán jako podíl počtu disoc. ND a všech molekul N

$$\alpha = n_d / N$$

Tato látka je umístěna mezi dvě elektrody. Po přiložení stejnosměrného el. Napětí začne záporná elektroda přitahovat kationty a kladná elektroda anionty. Pohyb iontů v el. Poli je charakterizován rychlostí kationtů a aniontů které mají opačná znaménka a mohou se lišit i velikostí a pro které platí: $v_d = bE$

b - pohyblivost nosice (rychlost nosice c el. poli o jednotkové intenzitě)

Proudová hustota nosiců s pohyblivostí b je dána jako součin počtu nosiců v jednotce objemu N , násobený nábojem, přeneseným jednou částicí q sloužkou rychlosti v , kolmou k ploše, ve které hustotu počítáme:

$$J = Nqnv$$

$$J = NqbE$$

Množství nosiců v jednotce objemu [$\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$]

Pro kationty

pro anionty

F - Faradayův náboj

je proudová hustota:

$$j_x = c\alpha n_+ - b k E$$

Obdobně pro J

celková proudová hustota je dána jako součet příspěvků kationtů a aniontů

Molární konduktivita λ , která eliminuje primy vliv koncentrace na konduktivitu:

$$\lambda = \sigma / c$$

Koncentrace však ovlivňuje α i pohyblivost kationtů a aniontů. Změny pohyblivosti jsou dány interakcemi kationtů a aniontů s dipol, molekul rozpouštědla.

Molární konduktivita silných elektrolytů klesá lineárně s 2 nebo 3 odmocninou c

A, b – empirické konstanty, λ_0 – limitní velikost λ , když $c \rightarrow 0$.

U slabých elektrolytů – se mění měrná molární vodivost v širších mezích

Kohlrauschův zákon nezávislého pohybu iontů:

Závislost Λ na teplotě:

22. Poruchy krystalových mřížek a jejich vliv na vlastnosti materialu

23. kovová vazba

Řadí se k vazbám silným. Kovy tvoří více jak 1/3 prvků periodické tabulky. Ve valenčních orbitalech mají málo elektronů a měli by tedy tvořit odpovídající počet vazeb. Přesto v krystalech mají 8 i 12 sousedních atomů. Kovová vazba musí být proto založena na poněkud odlišném principu. Od jádra vzdálené valenční elektrony jsou slaběji vázány k jádru a proto se snadno uvolňují. Se sousedními atomy však tvoří kovalentní vazbu, ale jsou delokalizovány po celém krystalu. Kovový krystal si pak můžeme představit jako krystalickou mřížku kationtů prostoupenou elektronovým oblakem všech valenčních elektronů společných všem jádrům.

Krystal tedy představuje jakousi makromolekuli. Jestliže je elektron společný všem jádrům, může přenášet náboj na velké vzdálenosti.

Drudeho model elektronového plynu v krystalové mříži nevede ke stabilitě krystalu.

Soudržnost atomů kovů vyplynula až z kvantově mechanických výpočtů. Vlnová fce, která popisuje periodicky seřazené atomy v krystalu nemá tvar jako u malých molekul, ale je periodická s periodou vzdálenosti kationtů v celém krystalu. Proto je všesměrová a nenasytitelná. Pevnost kovové vazby posuzujeme proto posuzujeme molární energii potřebnou pro převedení tuhého krystalu do kapalného stavu, ve kterém však atomy nejsou vzdáleny do nekonečna a působí na sebe i nadále přitažlivými silami. Takto definovaná energie kovové vazby je však menší, než ostatní silné vazby.

24. kovové, kovalentní a iontové krystaly, jejich struktura a vlastnosti

25. makromolekulární látky jejich struktura a vlastnosti

26. kapalně krystaly, jejich struktura a vlastnosti

27. mechanismus elektronové vodivosti v kovech, Fermiho energie, koncentrace elektronu, ohmův zákon, diferenciální tvar

30. polovodiče vlastní, nevlastní, pásový diagram, koncentrace nosičů náboje a její teplotní závislost

anorganické – krystalické (monokrystal, polykrystal)

- amorfní

organické

vlastní (intrinzeční) – T vlnka 0K – izolant T>0K – $n_e = n_p = n_i$

nevlastní – jsou tam cizí atomy. Pokud e nadbývá – donor, opačně akceptor
majoritní nosiče e

nevlastní polovodič typu N

32. Hallův jev, termoelektrické jevy, fotovodivost

B kolmo na I

termoelekt. jevy

– Seebeckův jev

$U_r = T \cdot \alpha$, α – termoelekt. součinitel mat.

používá se ke stanovení typu vodivosti – generace termoelektrického napětí v obvodu tvořeném dvěma různými polovodiči nebo kovy mezi jejichž spoji existuje teplotní gradient

- Peltierův jev

představuje generaci popř. absorpci tepla ve spoji dvou různých materiálů kterými protéká proud.

Optické jevy

Energie fotonu = $\nu \cdot h$

Při dopadu fotonu

– reflexe R – kvantifikuje část odraženého světla. Tok

– absorpce α - char. zeslabení intenzity světla. Signálu v závislosti na hloubce průniku

při absorpci –

- vnitřní fotoel. jev - $\nu \cdot h \geq W_g \Rightarrow n \uparrow \Rightarrow \sigma \uparrow$ - absorpce valenč. elektrony
- vnější fotoel. jev $\nu \cdot h \geq W_g \Rightarrow$ emise (W_g je výstupní práce)
- fotovoltaický jev
- interakce svět. Záření která vede ke vzniku volných nosičů náboje
- elektroluminiscence – opakem fotovolt. Jevu, je způsobena přechodem e z vyšších E hladin na nižší v důsledku rekombinace $\eta = \Delta W / h$

33. elementární polovodiče Si, Ge, jejich struktura, vlastnosti a použití

Kremík krystalizuje v diamantové mřížce, počet atomů připadajících na elementární bunku je 8 a jeho koordinací číslo je 4. Jeho elektronová konfigurace je $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$. Má nepřímou pasovou strukturu. Šířka teplotního pásu se s teplotou nepatrně zmenšuje. A v oblasti nad 250 K lze tuto teplotní závislost popsat $E_g(T) = 1.205 - 2.084 \cdot 10^{-4} T$ na -4T, kde se teplota dosazuje v K a energie v eV. Dostatečná šířka zakázaného pásu umožňuje užití Si v teplotním intervalu do 400 K. Z hlediska optických vlastností je transparentní pro elmg záření s $\lambda > 1.1 \mu m$, fotodetektory vyrobené na bázi Si vykazují maximum fotovodivosti při $\lambda = 0.85 \mu m$. Základem těchto součástek je PN přechod. Jako příměsi při výrobě těchto přechodů jsou užívány prvky III (akceptory) a V (donory) skupiny, které vytvářejí v zakázaném pásu Si malé hladiny (P, As, Sb, Li, In, B, Ga, Al); Kremík je v přírodě velmi rozšířen ve formě sloučenin (zejména oxidu), ale v čisté formě se téměř nevyskytuje. Vyrobit se z křemíciho písku. Oblast aplikace Si je velmi široká. Germanium má, stejně jako Si, krystalovou mřížku diamantu, s větším mřížkovým parametrem \rightarrow nižší koncentrace atomů. Vzhledem k jeho atomové hmotnosti je jeho hustota asi 2.3x větší. Elektronová konfigurace Ge je $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$. Má nepřímou pasovou strukturu se šířkou zakázaného pásu 0.66 eV (při 300 K), která se s teplotou zmenšuje, při teplotách nad 200 K lze tuto závislost popsat vztahem $E_g = 0.728 - 3.9 \cdot 10^{-4} T$ na -4T

Čisté germanium má prah fotovodivosti při $\lambda = 1.8 \mu m$ a pro delší vlnové délky je průhledné.

Jako příměsi jsou užívány prvky III (akceptory) a V (donory) skupiny, které vytvářejí v zakázaném pásu Si malé hladiny (P, As, Sb, Li, In, B, Ga, Al). Vzhledem k nízkým aktivacím energiím těchto příměsí dochází k jejich ionizaci již při teplotách kolem 90 K a koncentrace volných nosičů je při pokojové teplotě dána koncentrací příměsí. V závislosti na koncentraci příměsí se vlastní vodivost uplatní již při teplotách 50 stupňů C, což podstatným způsobem negativně ovlivňuje horní hranici pracovních teplot Ge součástek. V současné době se používá v menší míře k výrobě spec. vf detekčních diod, tranzistorů. Hallových detektorů, tunelových diod. Historicky nejstarší polovodič. Pro technické aplikace byla užívána hexagonální modifikace s šířkou zak. pásu 1.8 eV. Má vodivost P a přechod PN je vytvářen pomocí dotaci Cd (sleneid kademnaty) \rightarrow vodivost N

34. vodivost plyných, kvapalných a pevných dielektrik

při vložení do el. Pole

polarizace proud I_{pol} – pohyb (nátáčení) vázaných nábojů, časová proměnná

vodivostní proud I_{vod} – pohyb volných nosičů, časově nezávislý

- plyn

- pod vlivem ionizačních mechanismů dochází k uvolnění elektronů z neutrálního atomu – vznik volných nosičů náboje – pod působením E se nosiče náboje pohybují volně
- k ionizaci dochází po požití atomem dostatečné energie
- koncentrace volných nosičů (generace, rekombinace v rovnováze)
 - generace
 - nárazová ionizace srážka neutrální částice s el. či iontem
 - fotoionizace – absorpce fotonu neutrálním atomem či iontem
 - rekombinace
 - vznik neutrální částice po srážce $+$ a $-$
 - neutralizace na elektrodách
- teplota – s teplotou roste stupeň ionizace a tím spojená vodivost
- vliv intenzity pole E (např. vzduch)

- kapalina

- menší vzdálenost než u plynů, větší interakce částic
- volné nosiče „n“
 - ionty
 - disociace vlastních molekul
 - ionizace – záření
 - nečistoty
 - koloidní částice s el. nábojem – elektroforetická vodivost
- elektrony
 - T stoupá – tepelná excitace
 - E stoupá – emise elektronů z katody

-pevná látka

- iontové krystaly – elektrodifuze
- amorfní
- keramika
- organ. látky

E se nerovná 0- pohyb iontů (vlastní ionty, nečistoty) difúzí – iontová

vodivost $\sigma =$

35. Polarizace a permitivita dielektrik

42. Ztráty v dielektriku, komplexní permitivita, ztrátový činitel

dielektrické ztráty ($E \neq 0$)

- vodivostní ztráty
- polarizační ztráty
- nehomogenity
- el. výboje v dutinách
- P_Z – ztrátový výkon[W]: - měrné el. ztráty

- ss. pole – vodivostní ztráty – Jouleovo teplo

komplexní permitivita

- ve st. poli vždy

ztátový činitel; I_r – činný proud; I_c – kapacitní proud;

43. Elektrická pevnost, mechanismy prurazu, tepelný pruraz

E_p - podíl napětí U_p při kterém dojde za daných podmínek k průrazu

závisí na :

- vlastnosti materiálu
- tvar a velikost vzorku
- prostředí (teplota, vlhkost ...)
- SS/ST pole, rázy
- doba působení pole

E_p v plynech působí nárazovou ionizací, E stoupá – lavinová ionizace, při rekombinaci el. Se uvolňují fotony a ty mohou ionizovat další neutr. Částice

Pevné látky – vlastní elektrický

- nevlastní tepelný

Tepelný průraz – v diel. Vznikne nerovnováha v důsledku diel. ztrát, teplota prudce stoupá, pokud není dostatečný tep. odvod dojde k průrazu

44. Rozdělení, vlastnosti a použití dielektrik

45. Speciální dielektrika, ich vlastnosti a použití

46. Základní magnetické veličiny, ich definice a jednotky

Magnetický moment

$$m_A = I \cdot S$$

Magnetický moment pohybující se ho elektronu

$$M_d = (v \cdot r \cdot e)$$

v - rychlost elektronu

e – náboj

r – poloměr dráhy

H [Am] – mg intenzita

B [T] – mg indukce

40. Látky diamagnetické a paramagnetické, a ich chování v magnet. Poli

Magnetické vlastnosti sloučenin a kondenzovaných fází jsou ovlivněny nejen atomy, ale i valencními elektrony, které v různé formě zajišťují meziatomární vazbu a polem krystalové mřížky. Souvislost mezi magnetickým momentem částic a makroskopicky měřitelnými veličinami mg pole udává definici rovnice vektoru magnetizace M :

$$M = m_A / V$$

V – objem magnetika

m_A – magnetické momenty částic přispívající k celkovému mg momentu magnetika

$$M = \kappa \cdot m \cdot H$$

Pokud je konstanta κ (magnetická susceptibilita) je menší než nula, je látka diamagnetická. Pokud je větší než nula, nazývá se látka paramagnetická.

V kovalentní vazbě mohou elektrony přispívat jak paramagneticky, tak i diamagneticky. Např. vodík H je paramagnetický, tak H_2 je v důsledku vykompenzovaných spinů diamagnetický.

Tuhy látky jsou paramagnetické tehdy, jestliže atomy nebo ionty nemají zcela zaplněné vnitřní orbitály (např. Ti , V). Dále materiály, u kterých převládá paramagnetický příspěvek vodivostních elektronů nad diamagnetismem iontů atomu mřížky. (např. Na , K , Al).

Velikost kapa m se pohybuje mezi 10 na -4 10 na -5

Ve vnejsim mg poli se mg momenty paramg atomu nataceji do jeho smeru. Proti usmernujicimu vlivu mg pole pusobi tepelny pohyb atomu mrizky.

Vliv teploty a H na magnetizaci M paramg, odvozeny na zaklade Fermiho statistiky, udava Langevinova fce $L(a) = \coth(a) - 1/a$, ketra se s rostoucim a blizi k 1. Parametr a [$a = (\text{mikro } 0\text{mAH}) / (hT)$] vystihuje vliv vnejsiho mg pole a teploty.

Magnetizace je dana:

$$M = M_s * L(a) = M_s * [\coth(a) - 1/a],$$

M_s – sytna magnetizace

$$M_s = c * m_a$$

Curieruv zákon

$$\text{Kapam} = C/T$$

Diamagneticka: NaCl, KBr, organicke latky, plasty, Au, Ag, Cu

Paramagnetika: Pd, Al, CaO, O₂

41. Latky feromagnetické, ich magnetovanie, hysterezná slucka

Domeny – oblasti krystalu, kde mají atomy stejné mg momenty

Nektere latky vykazují nenulovou magnetizaci i bez pritomnosti vnejsiho mg pole. Tato magnetizace je dana spontanim usporadanim mg momentu, domen. Proti tomuto usporadani pusobi tepelny pohyb. Pokud teplota je vetsi, nez Curieova teplota T_c, je toto usporadani zruseno a latka prejde do paramg stavu.

Fero	Antifero-	Feri-	Para-	Dia-
Usporadani mg momentu				

Postatou vzniku interakce je existence neuplne obsazeného orbitu a vhodná struktura, která dava možnost interakce spinu těchto orbitu.

Charakteristickým rysem fero a feri mg stavu je možnost paralelního usporadani mg momentu všech atomu a tudiz i vznik M_s (Nasycené magnetizace). Mg momenty feromagnetik jsou usporadany antiparalelné, ale jejich velikost je různá. Vlastnosti technických magnetik se nejcastěji popisují hodnotami nasycené magnetické polarizace J_s , nebo indukce B_s

mikro 0 – permeabilita vakua = $4\pi \cdot 10^{-7} \text{H/m}$

mikro r – relativní permeabilita

$$\text{kapa } m = \text{mikro } r - 1$$

Velikosti J_s , B_s a M_s jsou dany: velikosti mg momentu iontatomu, paralelní či antiparalelním usporadanim, teplotou. Maximalní hodnotu spontální magnetizace mají materialy při teplotě 0K.

Stav nasyceni není dosahovan spontanne, ale az vnejsim mg polem. Diky domenove strukture jsou mg silicary uvnitr magnetika uzavreny. Domeny jsou oddeleny oblastmi, nazvanymi Blochovy steny, ve kterych mg momenty atomu postupne meni svoji orientaci.

Při magnetovani vychazime z predstavy o domenove strukture usporadane tak, ze vysledna magnetizace je nulova. Vnejsi mg pole je pricinou dvou zakladnich dejů: pohybu domenovych sten a natacení vektoru spontanni magnetizace domen. Z uvedenych mechanismu se uskutecnuje ten, který je energeticky méně narocny. U mensich poli se pohybují steny a u silnejsich se nataci vektory.

Magnetizace je popisovana fcemi $B=f(H)$, $J=f(H)$, $M=f(H)$.

Krivka prvotního magnetovani: - je dana vratnym pohybem sten (část 0a)

Při dalsim zvyšovani H dochazi k nevratnemu pohybu sten, při kterem jsou pekonavany bariery, braničí jejich pohyb(cizi castice), hranice zrn, apod). Část křivky ab není hladka, alesklada se z nevratnych posuvu probihajících při konstatnim H a z vratnych posuvu realizovanych při rostoucim H . Za bodem b se indukce zvetsuje pouze natacenim vektoru magnetizace domen. K mg nasyceni dojde v bodu c, při H_s . Při poklesu intenzity pole z H_s na nulu, se vektory magnetizace vrati do bodu b a indukce klesne a na hodnotu remanenti indukce (bod d) B_r . Demagnetovani intenzitou opacneho smeru je provazeno tvorbou zarodku domen opacne orientace a pohybem sten těchto domen. Useky de a eg. Intenzita pole odpovidající nulove indukci, se nazývá **koercivita**. Usek gh odpovida natacení vektoru magnetizace pod vnejsim polem.

V tech praxi se pouziva hysterezni smyčka o souradnich $B-H$, jejichz plocha je umerna energii ztracene v $1m^3$.

42. Doprovodne javy při magnetovani,

Magnetostricke: interakce elektronovych spinu feromagnetika s vnejsim magnetickym polem meni rovnovazne vzdalenosti atomu v mřížce. Naopak při pružne deformaci dochazi ke zmenam magnetizace. Oba jevy sou recipročni, a vždy jsou spojeny se spotrebou určitého mnozství energie nutne k prekonani pritazlivych sil a tím nepriznive ovlivnuji ztraty při stridavem magnetovanim. Při nizkych intenzitach mg pole, priblizne do nasyceni dochazi k deformaci a tím k prodlouzeni nebo zkraceni krystalu, zatimco jeho objem zustava konstatni. Je to magnetostricke Jouleova(tvarova) a hodnoti se soucinitelem tvarove magnetostricke $\lambda = l_m - l_0/l_0$

kde l_m je delka odpovidající určitému poli a l_0 je delka nemagnetovana. Soucinitel muze byt kladny i zaporny. Tvarove magnetostricke se vyuziva pro premenu energie mechanicke na magnetickou a naopak.

Objemova magnetostricke, která je pozorovana při vysokych intenzitach mg pole a nejvetsich zmen objemu je dosazeno v blízkosti Curieovy teploty, je charakterizovana soucinitelem objemove magnetostricke:

Kde V_m a V_0 jsou objemy zmagnetovane a odmagnetovane latky. Prakticke vyuziti objemove magnetostricke je u slitim 62%Fe+38%Ni s obchodnimi nazvy Invar, Elinvar. Tyto slitiny vykazují zapornou objemovou magnetostricki, schopnou kompenzovat teplotni roztaznost.

Magnetická anizotropie : Ve feromagnetických tělesech mohou existovat směry, ve kterých proběhne magnetování snadněji, než ve směrech jiných. energii nutnou k zmagnetování v určitém směru do nasyceného stavu můžeme nazvat energií anizotropie. Hustota této energie w_a [Jm na -3] je dána vztahem:

Kde H_a je pole anizotropie, které je dalším měřítkem anizotropie. Velikost anizotropie je významná pro koerzivitu, permeabilitu a pro energetickou náročnost magnetování. Indukci v nasycení neovlivňuje.

Příčiny anizotropie:

Krystalová – různá vzdálenost atomů v odlišných směrech mřížky. To vyvolává různé velké spotřeby energie pro natočení spinových momentů do směru vnějšího pole.

Tvarová – Jakákoliv mezera a nehomogenita v magnetickém obvodu mění magnetizační charakteristiku feromagnetika. Příčinou je demagnetizující vliv polí vznikajících v takovém místě. Významná je zvláště tehdy, jestliže feromagnetikum se skládá z částic, jejichž jeden rozměr je značně větší než ostatní. (příklad: jednodomenová částice Fe ve tvaru tyčinek zpracované lisováním a slitinováním tak, aby podélné osy byly rovnoběžné.)

Napětová – Je-li feromagnetikum vystaveno mechanickému napětí σ , vzniká v něm pružná deformace. Pružná deformace má vliv na magnetizační křivku, která se stává plosší a koerzivita se zvyšuje.

43. ztráty v magnetiku

Ztráty při střídavé magnetizaci, vyvolávají oteplení magnetického obvodu, se vyjadřují ztrátovým výkonem P . Můžeme je rozdělit na několik složek:

Ztráty vířivými proudy P_e :

d je tloušťka vzorku, V jeho objem, f je frekvence přemagnetování, ρ je rezistivita materiálu, B je pracovní indukce.

Ztráty zbytkové, jsou dány rozdílem mezi stánkami celkovými a součtem $P_e + P_h$, Jejich příčinou je zejména: existence doménových stěn a jejich nevratný nesinusový pohyb, vznik doménových struktur, vznik a zánik doménových stěn, nerovnoměrné rozložení B při magnetizaci a interakce stěn s poruchami struktury. Při průmyslových frekvencích znamenají 50% ztrát, při vyšších frekvencích je jejich vliv zanedbatelný.

Pro celkové ztráty P vyplývá:

V technické praxi se používají měrné ztráty $p_{B/f}$, které se vyjadřují ve W/kg

$$p = P/V\sigma$$

V je objem magnetika a ρ je hustota. Měrné ztráty se doplňují údajem o pracovní indukci a frekvenci.

44. Rozdělení magnet. materiálů, jejich složení a použití

Magnetické materiály se dělí podle použití a velikosti koerzivity na materiály magneticky měkké ($H_c < 1000$ A/m), tvrdé ($H_c > 10000$ A/m), polotvrdé (1000 A/m $< H_c < 10000$ A/m) a materiály pro magnetické záznamy, které patří do tvrdých magnetů, a mají další vlastnosti.

Magneticky mekke materialy:

Vysoke pocatecni hodnoty a maximalni permeability, mala koercivita, velka induxe nasyceni. Pouzivaji se v obvodech se stridavou magnetizaci -> nizky ztraty vykon -> vysoka rezistivita. Pouzivame proto latky s malou magnetickou anizotropií, nebo magnetovani probiha ve smerech snadne magnetizace. Vyzadujeme maly soucinitel tvarove magnetostricke a co nejdokonaléjsi strukturu s velkými krystalovými zrny bez poruch, které brání pohybu sten při magnetizaci.

Pouzivane materialy: Zelezo a nizekohlikove oceli – magneticke obvody transformatoru, elektrickych motoru s malym vykonem, malými nároky na ucinost a malou zivotnost.

Kladen velký důraz na nizky obsah prvku zvyšujících koercivitu a merne ztraty.

Nizekohlikove oceli jsou ve forme pasu nebo plechu (které jsou valcovány za tepla i za studena) střiženy a skladány do mg obvodu el zařízení.

Slitiny Fe-Si – Si je reaktivní a vytváří s nečistotami stabilní sloučeniny s malou hustotou, které mohou přecházet do strusky, dále zvyšuje rezistivitu a tím snižuje ztráty vířivými proudy, snižuje anizotropii a tím koercivitu a ztráty, přičemž μ roste. S rostoucím obsahem nahrazuje atomu Fe v uzlových polohách a tím snižuje velikost B_s , dále rostoucí tvarová magnetostricke. Vyšší obsah Si má též nepříznivý vliv na mech vlastnosti, materiál se stává tvrdý a křehký, špatně se tvaruje a strižuje (podobně se chová Al). Optimum obsahu Si je 6,5%. Slitiny Fe-Si se dělí na : izotropní (vlastnosti stejné ve všech směrech valcování) a orientované (existují snadné směry magnetování, které se užívají).

Slitiny FeNi – dokonale rozpustitelná soustava v tekuté i tuhé fázi. Jejich atomi se mohou libovolně nahrazovat v uzlových polohách krystalové mřížky.

30%Ni – Curieova teplota mezi 40-200 stupňů C, jejich mikro v této oblasti s rostoucí teplotou klesá a používají se pro teplotní kompenzace obvodu permanentních magnetů..

35-40%Ni - mikro nezávislé na H až do velkých intenzit. Pulsní trafá a rele

45-50%Ni – Největší B_s (1.6T), Vhodným termomechanickým či –magnetickým zpracováním se dá vyvolat pravouhlá úzká hyster. Smyčka se sklonem až 8kA/m

50-65%Ni - po vhodném zpracování jako materiály s pravouhlou smyčkou nebo materiály s malou koercivitou a vysokou pulzní μ

70-81%Ni – (permaloy) – často se legují dalšími prvky (Mo, Mn, Cu, Nb, Ti) tak, aby anizotropie a tvarová magnetostricke byly současně nulové. Je to tedy ideální mag. mekký mat. Přenos signálu s malou amplitudou v transformátorech a cívkách. Magnetofonové hlavy, a mg měřicí systémy.

Rezistivita mezi 40 – 60 $\cdot 10^{-8}$ ohm m. Dodávají se ve formě tenkých pásek o tloušťce 0.05 až 0.15 mm. Jsou tvarové a jejich mg vlastnosti citlivé na mech zpracování.

Slitiny FeCo – přidáním Co roste magnetizace v nasycení a maximum dosahuje při 35%Co ($B_s=2.43T$). Energie krystalové anizotropie má minimum při 35%Co. Tato slitina obtížně tvaritelná. Mají vysokou T_c . Nejpoužívanější slitina 49Co49Fe2V – vanad zvyšuje rezistivitu a zlepšuje tvárnost

Magnetická kovová skla – Vlivem neuspořádané struktury (struktury přechlazené kapaliny) mají kovová skla oproti krystalickým mg. mekkým mat. určité přednosti: vyšší rezistivita, 0 magnetokrystalová anizotropie, vysoká mech pevnost, značná necitlivost k mech vlivům.

Nekrystalická struktura vyvolána rychlým ochlazením a přidáním asi 20% polokovu (Si, B, C), které potlačují sklon ke krystalizaci. MG vlastnosti jsou dány stupněm a typem uspořádání paramag momentu jednotlivých atomů a nepřítomností hranic zrn. Použití: Výkonové transformátory do 500kW, o 1/4 menší ztráty jak FeSi

Skla na bázi: Fe – $B_s=1.6-1.8 T$, nahrazují orientované FeSi slitiny a některé se dají použít do 100kHz místo FeNi

Ni – vysoká mikro, ale nízká B_s

Co – nulová magnetostrikce, malá koercivita, velká μ a nízké ztráty při vysokých f , užiti limitováno cenou Co.

Pro palivace se používá páska o tloušťkách 25, 15 mikrom a šířce až 150 mm. Ztráty v desetinných W/kg. Citlivost na dlouhodobé zvýšení pracovní teploty \rightarrow přechod do krystalického stavu.

Nanokrystalická mat. – radíme ke sklu, ale jejich monokrystaly jsou řádově 10 nm uloženy v amorfni matrici. Vzdálenost mezi krystalky 0.7 – 1 nm. Vykazují větší B_s než skla.

Magneticky měkké materiály pro vysoké f – konstrukce mg obvodu v oblasti počáteční μ za vysokých frekvencí ($f > 10 \text{ kHz}$). Potlačení ztrát vyřivými proudy. Projevuje se skin efekt. Mezi kmitocet f_h je kmitocet, při kterém poklesne μ na 2/3 počáteční μ i měřené staticky

kde ρ je rezistivita.

Užívá se mm s malou konduktivitou ve formě tenkých pásek, vrstev, nebo drobných částic. Slitiny FeNi (pásky tenké 10 – 50 mikrom), a pásky z amorfních nebo nanokrystalických mat.

Magneticky měkké ferity spinelového typu – $\text{MeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, kde Me znamená dvojmocný kov (Ni, Zn, Mn, Mg, Co, Cd). Velice stabilní iontové sloučeniny s vysokou rezistivitou. Struktura feritu je odvozena ze struktury spinelu. Feritové součástky se vyrábějí slinováním směsi oxidu a pojiva. Jsou křehké, tvrdé a prakticky neobrobitelné. Součástky v technice. Nikelnatý spinelový ferit s přísadou Co nebo Cu se používá jako magnetostrikční menic ($\lambda_s = -27 \cdot 10^{-6}$).

Pro mikrovlnnou techniku se užívá granátových feritů – $\text{R}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$, kde R je trimocný prvek ze skupiny vzácných zemin. Příklad – $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ ferit yttria až do frekvencí 60 GHz.

Kovové prasky – tam kde příliš nezáleží na velikosti μ , ale je důležité snížit ztráty vyřivými proudy. (lisování nebo slinování z kovových prasků). Částečky mají průměr do 100 μm a připravují se buď drcením a mletím, nebo chemicky. Zpracovávají se zlihaním ve vodíkové atmosféře k odstranění vnitřního pnutí. Jednotlivé částice odděleny (většinou anorganickou) izolací. Užívají se prasky na bázi čistého Fe, permaloy (dolegovaný Mo ($76\text{Ni}2\text{MoFe}$) pro zvýšení rezistivity) slitiny 50Fe50Ni a Sendusta ($10\text{Si}5\text{AlFe}$), který je křehký a lacinější než prasky s vysokým obsahem Ni. Počáteční μ se pohybuje v rozsahu 50-500.

Magneticky tvrdé materiály

Materiály, jejichž koercivita $> 10 \text{ kA/m}$, těžko se odmagnetovávají. Používají se tam, kde je třeba stacionární mg pole. Energeticky součin $B \cdot H$ je měřítkem akumulované energie a závisí na H_c a B_c a poloze pracovního bodu. Je snadou volit pracovní bod tak, aby tento součin byl maximální. Materiály se vyznačují velkou energetickou náročností na přemagnetizaci. Zásahem do struktury a složení se snáze demagnetizační děje omezit na natažení vektoru mg momentu domén do směru vnějšího pole a vyloučit pohyb domén. sten i nukleaci inverzních domén. Materiály s velkou mg anizotropií. Jsou citlivé na teplotní vlivy a nejsou dlouhodobě stabilní. (při stárnutí se jejich vlastnosti zhoršují).

Nejpoužívanější Ferity, Magnety ze vzácných zemin, alnico slitiny

MG tvrdé ferity – Hexaferity $\text{MO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ kde M je dvojmocný prvek (nejčastěji Ba, Sr). Krystalová struktura složitá, střídají se sekce spinelová a sesterena. Jsou tvrdé a křehké. Vyrábějí se v jednoduchých tvarech metodami praskové metalurgie. Pokud se prasek spojuje plastem, pak jsou ohebné. Použije-li se při lisování mg pole, jsou získané ferity anizotropní s nejlepšími vlastnostmi ve směru magnetování. Ve srovnání s alnico mají větší H_c (200-300 kA/m) ale malou B_r (0.42 T), jejich $(BH)_{\text{max}}$ je relativně malý (2-30 kJ/m³). Laciné, stabilní, odolávají

korozí, vysoká rezistivita, velkoobjemové, křehké. Reproductory, motory, generatory.
Mechanické držáky.

Tvrdá magnetika na bázi vzácných zemin – nejkvalitnější, ale rozšíření brání cena. V aplikacích se používá metody praskové metalurgie s lisováním v mg poli. Vysoké hodnoty BH a koercivity dány velkou magnetokrystalovou anizotropií a vhodnou mikrostrukturou, která blokuje pohyb doménových stěn. Narocně miniaturní zařízení. Sloučeniny RC0 a R2Co17, kde R je prvek ze skupiny vzácných zemin (Sm), SmCo5 vysoká hodnota krystalové anizotropie (17,2 MJ/m³) a $M_s=0.97T$. R2Fe14B, kde R se nejčastěji užívá Nd.

Slitiny alnico – slitiny na bázi Fe, které obsahují Al, Ni, Co a okolo 3% Cu. Vysoké hodnoty tvarové anizotropie vyvolané dvoudávkovou strukturou. Částice silně feromagnetické odděleny fází slabě feromagnetickou. Vhodně zvoleným zpracováním se dosahuje protaženého tvaru částic, vysoké anizotropie a tím i požadovaných demagnetizačních křivek. Užívají se mat orientované.

Ostatní typy MTM – Slitiny FeCrCo – podobné alnico, ale mají stejné parametry při nižším obsahu Co.

- slitiny VCoFe- nízká energie anizotropie, větší tvárnost

ESD (elongate single domain) – připravené elektrolitickým vyloučením jednoosé protažených částic Fe-Co a následným paralelním uspořádáním. Vysoké BH okolo 30 kJ/m³. Tam kde vyžadován přesný tvar magnetu.

Slitiny Pt-Co – Vysoká H_c a BH – drahé, postupně nahrazují magnety ze vzácných zemin.

Martenzitické oceli – nejstarší MTM, málo množství Co, W, Cr, kalení, velká mechanická tvrdost, vysoké vnitřní napětí, BH okolo 10 kJ/m³

Materialy pro magnetický záznam.

- dvě magnetizační úrovně, trvale uložení záznamu.
- Záznamové materiály jsou fero a feri magnetika, jejichž koercivita dosahuje 20-100 kA/m
- Užívají se ve formě drobných částec v organickém materialu, nebo jako tenké vrstvy
- Připraveny metodami chemickými

Mat pro pásky a disky

Požadavky- velká indukce nasycení, velká koercivita, co největší pravouhlost hyst. smyčky, velká rezistivita,

Praskové mat – jednodoménové tyčinky submikronových rozměrů. Spolu s pojídkem z plastu tvoří tenkou vrstvu na pásce z plastu nebo na ohebném či tuhém disku (Al). Částice tvoří až 40% objemu.

Tenké vrstvy – nanášené na nemagnetický podklad v tloušťkách <1 mikrom. polykrystalický charakter. Domény větší než zrna. Mají větší hustotu feromagnetika než prasky -? Větší indukce nasycení. Vysoká cena a složitá technologie přípravy. (vakuové naparování nebo naprasování) používají se vrstvy ze základních feromg kovů a jejich slitin a slitiny se vzácnými zeminami a vrstvy z feromg oxidu.

Materialy pro magneto optický záznam.

- při záznamu se užívá ohřevu na T_c , kdy poklesne koercivita H_c na méně, než jednu desetinu hodnoty zjištěné při 20 stupni C. Přemagnetování je pak snadné a nevyžaduje velkých polí. Při čtení se zjišťuje rozdíl úhlu natočení polarizovaného světla odraženého od různě magnetovaných oblastí (Kerrův jev).

Amorfni slitiny vzacnych zemin a feromg prechodovych kovu, granaty, slitiny CoRt, CoCa.
Katodove naprasovani.

Materialy pro zaznamove a snimaci hlavy – velke B_s , velke μ , mala H_c , mala anizotropie, mala magnetostrickce, velka rezistivita, odolnost proti opotrebeni, tepelna stalost -mg mekke ferity, Permaloy, Sendust a amorfni slitiny.

klasicka elektronová teorie

všechny volné atomy mají stejnou energii W_0

$E=0$; pohyb elektronů je tepelný, neuspořádaný

$E \neq 0$; $F = |e^A| * E$

Na vedení proudu se podílejí pouze volné elektrony

$T \uparrow \Rightarrow \sigma \uparrow$ - roste teplota, roste rezistivita (častější srážky e s atomy)

N (čistota) růstem zvyšuje rezistivitu – přidáním Ag do Cu se nezvyší vodivost

Kvantová elektronová teorie

- Valenční elektron má vlnový charakter

$$\lambda = \frac{h}{m_0 v}; h - \text{Planckova konstanta}, m_0 - \text{klidová hmotnost e}; v - \text{rychlost e}$$

e

- Elektrony mohou měnit energii pouze po kvantech

$$\Delta W = h * \nu; \nu - \text{frekvence vlnění}$$

- Pauliho vylučovací princip – na jedné energet. hladině existují 2e s opačným

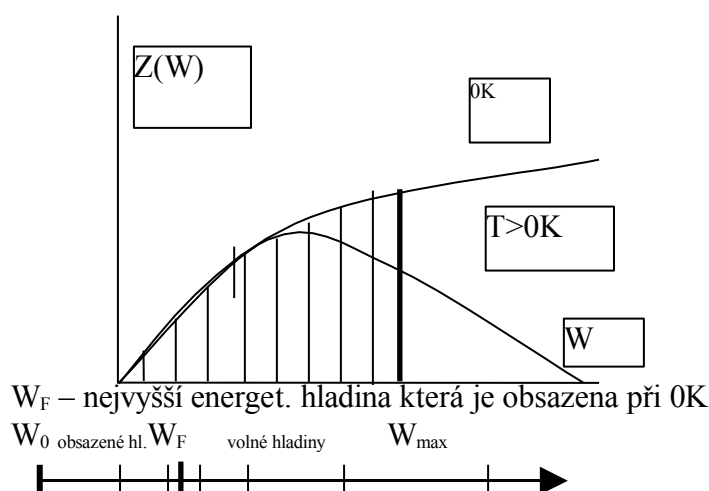
s.

- Hustota energet. stavů

$$Z(W) = c * W^{\frac{1}{2}}; c - \text{velikost krystalu (počet energet. hladin / jednotku energie)}$$

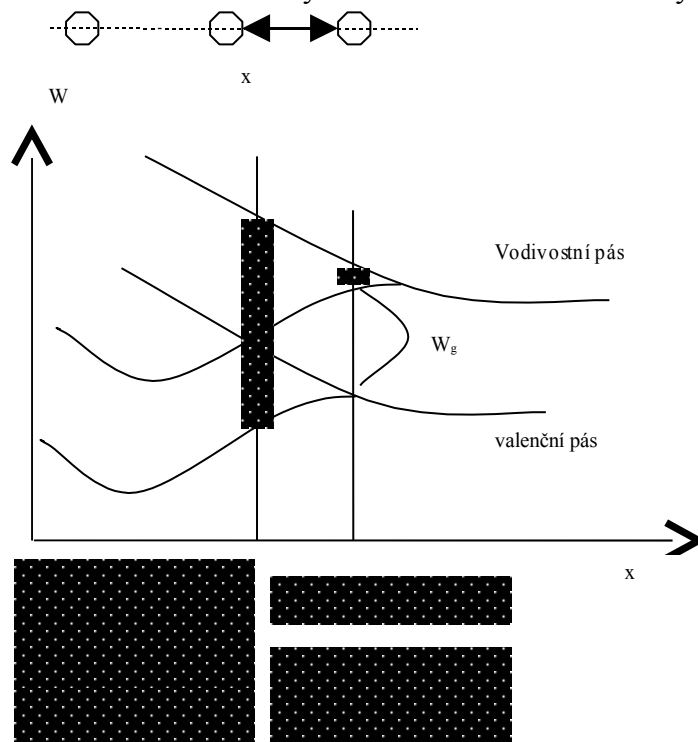
- Hustota obsazených energetických stavů

$$N(W) = Z(W) * f(W); f(W)$$



Pouze elektrony s blízkou energií fermiho energie mohou vést proud. Čím je vyšší teplota tím je vyšší obsazenost volných stavů – vodivost klesá; čím více nečistot tím je nižší vodivost

Pásová elektronová teorie – vychází z lineárního modelu krystalu



W_g – energie zakázaného pásu

38. Sloučeninové polovodice, hlavní charakteristiky a použití

Polovodivé sloučeniny typu $A^{III}B^V$ – podle prvku V skupiny je nazýváme nitridy, fosfidy, arsenidy. S výjimkou nitridu krystalizují ve sfaleritové mřížce, která je složena ze dvou rovinně středených podmřížek, obsazených rozdílnými typy atomů. Mezi těmito atomy existuje kovalentní ale i částečně iontová vazba. S výjimkou dvou sloučenin (GaP, AlSb) mají přímou pásovou strukturu. Pro dosažení vodivosti typu P, se užívají prvky II skupiny, které nahrazují prvek III skupiny. A analogicky prvky VI nahrazují V. Největší význam má GaAs – relativně velká šířka zakázaného pásu umožňuje činnost součástek při teplotách do 400°C. Vyskyt vedlejších minim ve vodivost pásu umožňuje vznik Gunnova jevu. Aplikace v optoelektronice. A na přípravu diod, řízených tranzistorů, μ vlných IO, s vyšší pracovní f , než Si. InAs a InSb – malá šířka zakázaného pásu \rightarrow vyšší pohyblivost nosičů – uplatnění při výrobě magnetorezistorů a součástek užívajících Hallův jev.

Polovodivé sloučeniny typu $A^{II}B^{VI}$ – přímá pásová struktura, nelze vytvořit opačný typ vodivosti pro přechod PN, je to způsobeno výskytem vakancí v podmřížce toho prvku, který má vysokou tenzi par v průběhu krystalizačního procesu. Používá se setuhy roztoků sloučenin HgTe a CdTe pro konstrukci laserů a detektorů záření IR oblasti.

Tuhy roztoky polovodivých sloučenin – rozšiřují soubor fyzikálních parametrů, určujících vlastnosti konkrétních polovodivých součástek. Tuhy roztoky sloučenin typu $A^{III}B^V$ jsou substitucionální roztoky, to znamená, že dochází k částečné záměně dvou prvků se shodnou valencí v jedné z podmřížek v případě ternárních roztoků nebo v obou u kvartérních roztoků.

Ostatní polovodivé sloučeniny –v optoelektronice zejména $A^{IV}B^{VI}$ – mrizka NaCl – vazby mají iontový charakter. Nestechiometrie těchto sloučenin vyvolá vodivost N, v případě vakanci na místě VI skupiny, nebo P na místě IV skupiny. Teplotní závislost zakázaného pásma má rostoucí průběh. Vysoká fotovodivost v oblasti ir.

$A^{IV}B^{IV}$ – SiC – dvacet modifikací, kovalentní polovodiv s širokým zakázaným pásmem $E_g=2.35$ až 3.3 eV. Mimoradně tepelně odolný a vlastní vodivost až nad teploty 1400°C , příměsy jako u elementárních polovodiv. Užíván na výrobu varistorů. LED jsou schopny emitovat viditelné spektrum.

$A_2^VB_3^V$ – Bi_2Te_3 a Bi_2Se_3 – mála široká zakázaného pásma s vysokou konduktivitou, vysokým termoelektrickým součinitelem a malou tepelnou vodivostí. – termoelektrické články.