

# Obsah

<b>1 Úvod (I. Kratochvílová)</b>	1
1.1 Základy kvantové mechaniky	1
1.2 Stacionární a nestacionární řešení Schrödingerovy rovnice	5
1.2.1 Řešení Schrödingerovy rovnice pro elektron v potenciálovém poli	7
1.2.2 Variační metoda jako přibližné řešení Schrödingerovy rovnice	8
1.2.3 Poruchová metoda jako přibližné řešení Schrödingerovy rovnice	12
1.3 Symetrie a kvantová mechanika	15
1.3.1 Maticová reprezentace grup krystalu	17
1.4 Schrödingerova rovnice pro pevné látky	19
1.4.1 Adiabatická aproximace	20
1.4.2 Jednočásticové přiblížení	20
1.4.3 Vlastnosti jednoelektronového hamiltoniánu, Blochův teorém, translační operátory	21
1.4.4 Přímá a reciproká mřížka	22
1.4.5 Brillouinovy zóny, rovnice $k\hat{p}$ , kvazihybnost	23
1.4.6 Energetické pásy, symetrie pásů, efektivní hmotnost elektronu, střední hodnota rychlosti elektronu v krystalové mřížce	26
1.4.7 Elektron v krystalové mříži při dodatečném poli	30
1.4.8 Závislost energie elektronu v krystalové mříži na vlnovém vektoru	31
1.4.9 Vodiče, polovodiče, izolanty	32
<b>2 Vazbové síly v pevných látkách, kmity víceatomového systému (I. Kratochvílová)</b>	35
2.1 Obecné podmínky vzniku kondenzované fáze	35
2.1.1 Vodíkový atom a atomy vodíkového typu	35
2.1.2 Chemická vazba ve dvouatomových molekulách	37
2.2 Druhy vazeb	40
2.2.1 Vazba heteropolární (iontová)	40
2.2.2 Vazba homeopolární (kovalentní)	42
2.2.3 Van der Waalsova vazba	43
2.2.4 Vodíková vazba	45
2.2.5 Kovová vazba	45
2.3 Kmity víceatomového systému	46
2.3.1 Kmity na jednoatomových mřížkách	46
2.3.2 Mřížka se dvěma atomy v primitivní buňce	49
2.3.3 Kmity trojrozměrné mřížky v harmonické aproximaci	50
2.4 Charakteristika materiálu pomocí interakce záření s kmity atomů vzorku	53
2.4.1 Ramanova spektroskopie	53
2.4.2 Infračervená spektroskopie	54
2.5 Metody studia látky pomocí interakce povrchu se sondou – mikroskopie skenující sondou	54
2.5.1 Rastrovací tunelová mikroskopie	55
2.5.2 Mikroskopie atomových sil (AFM)	55
<b>3 Struktura a vlastnosti krystalů (I. Kraus)</b>	58
3.1 Makroskopická souměrnost krystalu	58
3.1.1 Makroskopické prvky souměrnosti	58
3.1.2 Bodové grupy	63
3.1.3 Krystalové soustavy	64
3.1.4 Krystalové tvary	65
3.2 Krystalová mřížka	65

3.3	Reciproká mřížka	73
3.4	Souměrnost krystalových struktur	75
3.5	Základní pojmy z fyziky a chemie krystalů	76
3.5.1	Atomové a iontové poloměry, koordinační čísla	76
3.5.2	Vybrané strukturní typy	79
3.5.3	Tuhé roztoky	81
3.5.4	Uspořádanost	83
3.5.5	Izomorfie a polymorfie	84
3.6	Kapalné krystaly	86
<b>4</b>	<b>Fyzika kovů a slitin (H. Frank)</b>	<b>88</b>
4.1	Klasická a kvantová teorie kovů	88
4.1.1	Model volných elektronů	88
4.1.2	Vlastnosti elektronového plynu při teplotě 0 K	91
4.1.3	Vlastnosti elektronového plynu při normálních teplotách	91
4.1.4	Měrné teplo elektronového plynu	92
4.2	Kovy jako reálné krystaly	93
4.2.1	Mřížka kovů	93
4.2.2	Mřížkové poruchy	94
4.2.3	Strukturní poruchy bodové	94
4.2.4	Bodové poruchy v jednoatomových krystalech	95
4.3	Difúze	97
4.3.1	Difúze jako makroskopický jev	97
4.3.2	Mikrofyzikální výklad difúze	98
4.4	Mechanické vlastnosti kovů	101
4.4.1	Elastické konstanty kovů	101
4.4.2	Plastická deformace kovů	102
4.4.3	Dislokace	103
4.4.4	Kovové slitiny	106
4.4.5	Elektronové slitiny	108
4.4.6	Superstruktury	108
4.5	Elektrické vlastnosti kovů	109
4.5.1	Elektrická vodivost	109
4.5.2	Hallův jev	112
4.5.3	Elektronová emise teplem, světlem a polem	113
4.6	Supravodivost	116
4.6.1	Supravodiče prvního a druhého druhu	116
4.6.2	Teorie supravodivosti	118
4.7	Magnetické vlastnosti kovů	120
4.7.1	Magnetické momenty	120
4.7.2	Dia-, para -a feromagnetismus	121
4.7.3	Technická magnetizační křivka	122
<b>5</b>	<b>Fyzika dielektrik (I. Kratochvílová)</b>	<b>126</b>
5.1	Úvod	126
5.2	Polarizace	127
5.2.1	Iontová polarizace	129
5.2.2	Orientační polarizace v plynech a kapalinách	130
5.2.3	Orientační polarizace v pevných látkách	132
5.3	Relaxace permitivity	134

5.4 Elektronová polarizace	137
5.4.1 Optické vlastnosti dielektrických krystalů	140
5.5 Termodynamika dielektrického krystalu	142
5.6 Fázové přechody a jejich klasifikace, feroelektrika	144
5.6.1 Feroelektrika	145
5.7 Termodynamická teorie feroelektrických fázových přechodů	146
5.7.1 Teplota přechodu $T_c$ , volba $G_1$	147
5.7.2 Fázové přechody 2. druhu	148
5.7.2 Fázové přechody 1. druhu	149
<b>6 Fyzika polovodičů (H. Frank)</b>	<b>152</b>
6.1 Pásová struktura reálných polovodičů	152
6.2 Vlastní polovodič	156
6.3 Příměsový polovodič	158
6.3.1 Donory a akceptory	158
6.3.2 Aktivační energie příměsí	160
6.4 Pohyb nosičů proudu v polovodičích	160
6.4.1 Ohmův zákon	161
6.4.2 Rozptyl nosičů proudu	162
6.4.3 Hallův jev	164
6.4.4 Vliv silových polí	164
6.5 Transport nosičů proudu	166
6.5.1 Základní transportní rovnice	166
6.5.2 Odchytky od rovnovážné koncentrace nábojů	168
6.6 Přechod PN	171
6.6.1 Místně nehomogenní polovodič	171
6.6.2 Slabě nehomogenní polovodič	171
6.6.3 Strmý přechod PN	173
6.6.4 Volt-ampérová charakteristika přechodu PN	173
6.6.5 Kapacita přechodu PN	175
6.6.6 Kontakt kov-polovodič	177
6.6.7 Speciální diody	179
6.7 Fotoelektrické vlastnosti polovodičů	179
6.7.1 Vnitřní fotoelektrický jev	179
6.7.2 Fotoelektrické odpory	180
6.7.3 Fotoelektrický jev na přechodu PN	180
6.7.4 Elektroluminiscenční diody a polovodičové lasery	181
6.7.5 Polovodičové detektory jaderného záření	182
6.8 Povrchové vlastnosti polovodičů	182
6.8.1 Povrchový potenciál	182
6.8.2 Struktura MOS	183
6.9 Bipolární a unipolární tranzistory	183
6.9.1 Bipolární tranzistor	183
6.9.2 Unipolární tranzistory	184
<b>7 Experimentální metody studia pevných látek (I. Kraus)</b>	<b>186</b>
7.1 Rentgenografická difrakční analýza polykrystalických materiálů	186
7.1.1 Zdroje rentgenového záření	186
7.1.2 Interakce rentgenového záření s krystalovou mřížkou	190
7.1.3 Detektory záření používané ve strukturní rentgenografii	196

7.1.4	Základní typy uspořádání difrakčního experimentu	200
7.1.5	Hlavní charakteristiky difrakčních linií	203
7.1.6	Příklady aplikací rentgenografických difrakčních metod	207
7.2	Rentgenová tomografie – princip a možnosti aplikací	220
7.3	Elektronová a neutronová difrakční analýza	222
7.3.1	Elektronografie	222
7.3.2	Neutronografie	224
7.4	Diagnostické metody povrchových vrstev	224
7.4.1	Přehled metod	224
7.4.2	Transmisní elektronový mikroskop	226
7.4.3	Rastrovací (řádkovací) elektronový mikroskop	226
7.4.4	Augerova elektronová spektroskopie	227
7.4.5	Rentgenová spektrální mikroanalýza	228
7.4.6	Spektroskopie Augerových elektronů buzených atomy	229
7.4.7	Rutherfordův zpětný rozptyl	229
7.4.8	Hmotnostní spektroskopie sekundárních iontů	230
7.4.9	Laserová mikrosonda	230
7.4.10	Spektroskopie odražených pomalých iontů	230
7.4.11	Analýza charakteristického rentgenového záření buzeného energetickými ionty	231
7.4.12	Fotoelektronová spektroskopie	231
7.4.13	Rentgenová fluorescenční analýza	232
7.4.14	Autoemisní elektronová mikroskopie	232
7.4.15	Autoemisní iontová mikroskopie	233