

---

## **1. ÚVOD** **5**

---

<b>1.1 ZÁKLADY KVANTOVÉ MECHANIKY</b>	<b>5</b>
<b>1.2. STACIONÁRNÍ A NESTACIONÁRNÍ ŘEŠENÍ SCHRÖDINGEROVY ROVNICE</b>	<b>9</b>
1.2.2. ŘEŠENÍ SCHRÖDINGEROVY ROVNICE PRO ELEKTRON V POTENCIÁLOVÉ KRABICI	11
1.2.3. VARIACNÍ METODA JAKO PŘIBLIŽNÉ ŘEŠENÍ SCHRÖDINGEROVY ROVNICE	12
1.2.4. PORUCHOVÁ METODA JAKO PŘIBLIŽNÉ ŘEŠENÍ SCHRÖDINGEROVY ROVNICE	16
<b>1.3. SYMETRIE A KVANTOVÁ MECHANIKA</b>	<b>19</b>
<b>1.3. MATICOVÁ REPREZENTACE GRUP SYMETRIE</b>	<b>21</b>
<b>1.4. SCHRÖDINGEROVA ROVNICE PRO PEVNÉ LÁTKY</b>	<b>23</b>
1.4.1. ADIABATICKÁ APROXIMACE	24
1.4.2. JEDNOČÁSTICOVÉ PŘIBLIŽENÍ	24
1.4.3. VLASTNOSTI JEDNOELEKTRONOVÉHO HAMILTONIÁNU, BLOCHŮV TEORÉM, TRANSLAČNÍ OPERÁTORY	25
1.4.4. PŘÍMÁ A RECIPROKÁ MŘÍŽ	26
1.4.5. BRILLOUINOVY ZÓNY, ROVNICE $k\hat{p}$ , KVAZIHYBNOST	27
1.4.6. ENERGETICKÉ PÁSY, SYMETRIE PÁSŮ, EFEKTIVNÍ HMOTNOST ELEKTRONU, STŘEDNÍ HODNOTA RYCHLOSTI ELEKTRONU V KRYSTALOVÉ MŘÍŽI	30
1.4.7. ELEKTRON V KRYSTALOVÉ MŘÍŽI PŘI DODATEČNÉM POLI	34
1.4.8. ZÁVISLOST ENERGIE ELEKTRONU V KRYSTALOVÉ MŘÍŽI NA VLNOVÉM VEKTORU	35
1.4.5. VODIČE, POLOVODIČE, IZOLANTY	36

## **2. VAZBOVÉ SÍLY V PEVNÝCH LÁTKÁCH, KMITY VÍCEATOMOVÉHO SYSTÉMU** **39**

---

<b>2.1. OBECNÉ PODMÍNKY VZNIKU KONDENZOVANÉ FÁZE</b>	<b>39</b>
2.1.2. VODÍKOVÝ ATOM A ATOMY VODÍKOVÉHO TYPU	39
2.1.2. CHEMICKÁ VAZBA VE DVOUATOMOVÝCH MOLEKULÁCH	41
<b>2.2. DRUHY VAZEB</b>	<b>44</b>
2.2.1. VAZBA HETEROPOLÁRNÍ (IONTOVÁ)	44
2.2.2. VAZBA HOMEOPOLÁRNÍ (KOVALENTNÍ)	46
2.2.3. VAN DER WAALSOVA VAZBA	47
2.2.4. VODÍKOVÁ VAZBA	49
2.2.5. KOVOVÁ VAZBA	49
<b>2.3. KMITY VÍCEATOMOVÉHO SYSTÉMU</b>	<b>50</b>
2.3.1. KMITY JEDNOATOMOVÝCH MŘÍŽEK	50
2.3.2. MŘÍŽKA SE DVĚMA ATOMY V PRIMITIVNÍ BUŇCE	53
2.3.3. KMITY TROJROZMĚRNÉ MŘÍŽKY V HARMONICKÉ APROXIMACI	55

## **3. STRUKTURA A VLASTNOSTI KRYSTALŮ** **57**

---

<b>3.1 MAKROSKOPICKÁ SOUMĚRNOST KRYSTALŮ</b>	<b>57</b>
3.1.1 MAKROSKOPICKÉ PRVKY SOUMĚRNOSTI	57
3.1.2 BODOVÉ GRUPY	63
3.1.3 KRYSTALOVÉ SOUSTAVY	65
3.1.4 KRYSTALOVÉ TVARY	66

<b>3.2 KRYSTALOVÁ MŘÍŽKA</b>	<b>66</b>
<b>3.3 RECIPROKÁ MŘÍŽKA</b>	<b>78</b>
<b>3.4 SOUMĚRNOST KRYSTALOVÝCH STRUKTUR</b>	<b>79</b>
<b>3.5 ZÁKLADNÍ POJMY Z FYZIKY A CHEMIE KRYSTALŮ</b>	<b>81</b>
3.5.1 ATOMOVÉ A IONTOVÉ POLOMĚRY, KOORDINAČNÍ ČÍSLA	81
3.5.2 VYBRANÉ STRUKTURNÍ TYPY	85
3.5.4 TUHÉ ROZTOKY	89
3.5.5 USPOŘÁDANOST	90
5.10.2 PARAMETRY USPOŘÁDÁNÍ NA DLOUHOU A NA KRÁTKOU VZDÁLENOST	92
3.5.6 IZOMORFIE A POLYMORFIE	92
<b>3.6 KAPALNÉ KRYSTALY</b>	<b>94</b>
<hr/>	
<b>4. FYZIKA KOVŮ A SLITIN</b>	<b>97</b>
<hr/>	
<b>4.1. KLASICKÁ A KVANTOVÁ TEORIE KOVŮ</b>	<b>97</b>
4.1.1 MODEL VOLNÝCH ELEKTRONŮ	97
4.1.2 VLASTNOSTI ELEKTRONOVÉHO PLYNU PŘI TEPLOTĚ $T = 0$	100
4.1.3 VLASTNOSTI ELEKTRONOVÉHO PLYNU PŘI NORMÁLNÍCH TEPLOTÁCH	101
4.1.4 MĚRNÉ TEPLO ELEKTRONOVÉHO PLYNU	101
<b>4.2 KOVY JAKO REÁLNÉ KRYSTALY</b>	<b>102</b>
4.2.1 MŘÍŽKA KOVŮ	102
4.2.2 MŘÍŽKOVÉ PORUCHY	103
4.2.3 STRUKTURNÍ PORUCHY BODOVÉ	103
4.2.4 BODOVÉ PORUCHY V JEDNOATOMOVÝCH KRYSTALECH	104
<b>4.2 DIFÚZE</b>	<b>106</b>
<b>4.4 MECHANICKÉ VLASTNOSTI KOVŮ</b>	<b>110</b>
4.4.1 ELASTICKÉ KONSTANTY KOVŮ	110
4.4.2 PLASTICKÁ DEFORMACE KOVŮ	111
4.4.3 DISLOKACE	112
4.4.4 KOVOVÉ SLITINY	115
4.4.5 ELEKTRONOVÉ SLITINY	117
4.4.6 SUPERSTRUKTURY	117
<b>4.5 ELEKTRICKÉ VLASTNOSTI KOVŮ</b>	<b>118</b>
4.5.1 ELEKTRICKÁ VODIVOST	118
4.5.2 HALLŮV JEV	121
4.5.3 ELEKTRONOVÁ EMISE TEPEM, SVĚTLEM A POLEM	122
<b>4.6 SUPRAVODIVOST</b>	<b>125</b>
4.6.1 SUPRAVODIČE PRVNÍHO A DRUHÉHO DRUHU	125
4.6.2 TEORIE SUPRAVODIVOSTI	127
<b>4.7 MAGNETICKÉ VLASTNOSTI KOVŮ</b>	<b>129</b>
4.7.1 MAGNETICKÉ MOMENTY	129
4.7.2 DIA-, PARA- A FEROMAGNETISMUS	130
4.7.3 TECHNICKÁ MAGNETIZAČNÍ KŘIVKA	131
<hr/>	
<b>5. FYZIKA DIELEKTRIK</b>	<b>135</b>
<hr/>	
<b>5.1 ÚVOD</b>	<b>135</b>
<b>5.2. POLARIZACE</b>	<b>136</b>
5.2.1 IONTOVÁ POLARIZACE	138

<b>5.3. RELAXACE PERMITIVITY</b>	<b>143</b>
<b>5.4. ELEKTRONOVÁ POLARIZACE</b>	<b>146</b>
5.4.1. OPTICKÉ VLASTNOSTI DIELEKTRICKÝCH KRYSTALŮ	149
<b>5.5. TERMODYNAMIKA DIELEKTRICKÉHO KRYSTALU</b>	<b>151</b>
<b>5.6. FÁZOVÉ PŘECHODY A JEJICH KLASIFIKACE, FEROELEKTRIKA</b>	<b>153</b>
5.6.1. FEROELEKTRIKA	154
<b>5.7. TERMODYNAMICKÁ TEORIE FEROELEKTRICKÝCH FÁZOVÝCH PŘECHODŮ</b>	<b>155</b>
5.7.1. TEPLOTA PŘECHODU $T_c$ , VOLBA $G_1$	156
5.7.2. FÁZOVÉ PŘECHODY 2. DRUHU	157
5.7.3. FÁZOVÉ PŘECHODY 1. DRUHU	158
<b>6. FYZIKA POLOVODIČŮ</b>	<b>161</b>
<b>6.1 PÁSOVÁ STRUKTURA REÁLNÝCH POLOVODIČŮ</b>	<b>161</b>
<b>6.2 VLASTNÍ POLOVODIČ</b>	<b>165</b>
<b>6.3 PŘÍMĚSOVÝ POLOVODIČ</b>	<b>167</b>
6.3.1 DONORY A AKCEPTORY	167
6.3.2 AKTIVAČNÍ ENERGIE PŘÍMĚSÍ	169
6.4 POHYB NOSIČŮ PROUDU V POLOVODIČÍCH	169
6.4.1 OHMŮV ZÁKON	170
6.4.2 ROZPTYL NOSIČŮ PROUDU	171
6.4.3 HALLŮV JEV	173
6.4.4 VLIV SILOVÝCH POLÍ	173
<b>6.5 TRANSPORT NOSIČŮ PROUDU</b>	<b>175</b>
6.5.1 ZÁKLADNÍ TRANSPORTNÍ ROVNICE	175
6.5.2 ODCHYLKY OD ROVNOVÁŽNÉ KONCENTRACE NÁBOJŮ	177
<b>6.6 PŘECHOD PN</b>	<b>180</b>
6.6.1 MÍSTNĚ NEHOMOGENNÍ POLOVODIČ	180
6.6.2 SLABĚ NEHOMOGENNÍ POLOVODIČ	180
6.6.3 STRMÝ PŘECHOD PN	182
6.6.4 VOLT-AMPÉROVÁ CHARAKTERISTIKA PŘECHODU PN	182
6.6.5 KAPACITA PŘECHODU PN	184
6.6.7 SPECIÁLNÍ DIODY	187
<b>6.7 FOTOELEKTRICKÉ VLASTNOSTI POLOVODIČŮ</b>	<b>187</b>
6.7.1 VNITŘNÍ FOTOELEKTRICKÝ JEV	187
6.7.2 FOTOELEKTRICKÉ ODPORY	188
6.7.2 FOTOELEKTRICKÝ JEV NA PŘECHODU PN	188
6.7.4 LED A POLOVODIČOVÉ LASERY	189
6.7.5 POLOVODIČOVÉ DETEKTORY JADERNÉHO ZÁŘENÍ	190
<b>6.8 POVRCHOVÉ VLASTNOSTI POLOVODIČŮ</b>	<b>190</b>
6.8.1 POVRCHOVÝ POTENCIÁL	190
6.8.2 STRUKTURA MOS	191
<b>6.9 BIPOLÁRNÍ A UNIPOLÁRNÍ TRANZISTORY</b>	<b>191</b>
6.9.1 BIPOLÁRNÍ TRANZISTOR	191
6.9.2 UNIPOLÁRNÍ TRANZISTORY	192
<b>7. EXPERIMENTÁLNÍ METODY STUDIA PEVNÝCH LÁTEK</b>	<b>194</b>

<b>7.1 INTERAKCE RENTGENOVÉHO, ELEKTRONOVÉHO A NEUTRONOVÉHO ZÁŘENÍ S PEVNOU LÁTKOU</b>	<b>194</b>
7.1.1 ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI RENTGENOVÉHO ZÁŘENÍ	194
7.1.2 BRAGGOVA ROVNICE A JEJÍ GEOMETRICKÉ VYJÁDRĚNÍ	199
7.1.3 ZDROJE ELEKTRONŮ A NEUTRONŮ PRO DIFRAKČNÍ EXPERIMENTY	203
<b>7.2 METODIKA DIFRAKČNÍHO VÝZKUMU POLYKRystalických Látek</b>	<b>205</b>
7.2.1 FOTOGRAFICKÉ METODY	205
7.2.2 DIFRAKTOMETRICKÁ TECHNIKA	209
7.2.3 HLAVNÍ CHARAKTERISTIKY DIFRAKČNÍCH LINIÍ	210
7.2.4 POJEM HLOUBKY VNIKÁNÍ RENTGENOVÉHO ZÁŘENÍ	216
<b>7.3 PŘÍKLADY APLIKACÍ DIFRAKČNÍCH METOD</b>	<b>216</b>
7.3.1 PŘESNÉ MĚŘENÍ MŘÍŽKOVÝCH PARAMETRŮ POLYKRystalických Látek	216
7.3.2 PRINCIP KVALITATIVNÍ A KVANTITATIVNÍ DIFRAKČNÍ FÁZOVÉ ANALÝZY	217
7.3.3 DIFRAKČNÍ MĚŘENÍ MECHANICKÝCH NAPĚTÍ	218
7.3.4 MĚŘENÍ VELIKOSTI MIKROSKOPICKÝCH NAPĚTÍ A ROZMĚRŮ OBLASTÍ KOHERENTNÍHO ROZPTYLU MENŠÍCH NEŽ $10^{-3}$ MM	221
7.3.5 MĚŘENÍ VELIKOSTI KOHERENTNÍCH OBLASTÍ VĚTŠÍCH NEŽ $10^{-3}$ MM	223
7.3.6 PRINCIP RENTGENOGRAFICKÉHO STUDIA TEXTUR	224
7.3.7 PŘÍKLADY APLIKACÍ ELEKTRONOVÉ A NEUTRONOVÉ DIFRAKČNÍ ANALÝZY	227
<b>7.4 DIAGNOSTICKÉ METODY POVRCHOVÝCH VRSTEV</b>	<b>229</b>
7.4.1 PŘEHLED METOD	229
7.4.2 TRANSMISNÍ ELEKTRONOVÝ MIKROSKOP	230
7.4.3 RASTROVACÍ (ŘÁDKOVACÍ) ELEKTRONOVÝ MIKROSKOP	231
7.4.4 AUGEROVA ELEKTRONOVÁ SPEKTROSKOPIE	231
7.4.5 RENTGENOVÁ SPEKTRÁLNÍ MIKROANALÝZA	232
7.4.6 SPEKTROSKOPIE AUGEROVÝCH ELEKTRONŮ BUZENÝCH IONTY	233
7.4.7 RUTHERFORDŮV ZPĚTNÝ ROZPTYL	233
7.4.8 HMOTNOSTNÍ SPEKTROSKOPIE SEKUNDÁRNÍCH IONTŮ	234
7.4.9 LASEROVÁ MIKROSONDA	234
7.4.10 SPEKTROSKOPIE ODRAŽENÝCH POMALÝCH IONTŮ	235
7.4.11 ANALÝZA CHARAKTERISTICKÉHO ZÁŘENÍ BUZENÉHO ENERGETICKÝMI IONTY	235
7.4.12 FOTOELEKTRICKÁ SPEKTROSKOPIE	235
7.4.13 RENTGENOVÁ FLUORESCENČNÍ ANALÝZA	236
7.4.14 AUTOEMISNÍ ELEKTRONOVÁ MIKROSKOPIE	236
7.4.15 AUTOEMISNÍ IONTOVÁ MIKROSKOPIE	237