

# Obsah

Předmluva	9
<b>1 Vznik kvantové mechaniky</b>	<b>11</b>
1.1 Historický přehled . . . . .	11
1.2 Měření a pravděpodobnosti . . . . .	17
1.3 Rozptyl na dvojštěrbíně . . . . .	17
1.4 Kvantování . . . . .	19
1.5 Nástin zavedení nečasové Schrödingerovy rovnice . . . . .	20
<b>2 Postuláty kvantové mechaniky</b>	<b>22</b>
2.1 Postulát o vlnové funkci . . . . .	22
2.2 Postulát o operátorech . . . . .	25
2.3 Postulát o kvantování . . . . .	28
2.4 Postulát o redukci vlnové funkce . . . . .	30
2.5 Postulát o časové Schrödingerově rovnici . . . . .	31
<b>3 Nečasová Schrödingerova rovnice</b>	<b>33</b>
3.1 Odvození nečasové Schrödingerovy rovnice . . . . .	33
3.2 Stacionární stavy a jejich vlastnosti . . . . .	34
<b>4 Volná částice</b>	<b>36</b>
4.1 Stacionární stavy . . . . .	36
4.2 Normování na konečný objem . . . . .	38
4.3 Normování na Diracovu $\delta$ -funkci . . . . .	38
4.4 Obecné řešení časové Schrödingerovy rovnice . . . . .	39
4.5 Řešení časové Schrödingerovy rovnice ve tvaru vlnového klubka . . . . .	39
<b>5 Částice v nekonečně hluboké potenciálové jámě</b>	<b>42</b>
5.1 Jednorozměrná potenciálová jáma . . . . .	42
5.1.1 Stacionární stavy . . . . .	42
5.1.2 Obecné řešení časové Schrödingerovy rovnice . . . . .	45
5.2 Třírozměrná potenciálová jáma . . . . .	47

<b>6</b>	<b>Rovnice kontinuity</b>	<b>49</b>
6.1	Normování vlnové funkce . . . . .	49
6.2	Rovnice kontinuity . . . . .	50
<b>7</b>	<b>Relace neurčitosti</b>	<b>52</b>
7.1	Úvod k relacím neurčitosti . . . . .	52
7.2	Odvození relací neurčitosti . . . . .	53
7.3	Heisenbergovy relace neurčitosti . . . . .	55
7.4	Důsledky relací neurčitosti . . . . .	56
<b>8</b>	<b>Lineární harmonický oscilátor v souřadnicové reprezentaci</b>	<b>58</b>
8.1	Stacionární stavy . . . . .	59
8.2	Řešení časové Schrödingerovy rovnice ve tvaru gaussovského klubka	67
<b>9</b>	<b>Energetické spektrum Schrödingerovy rovnice</b>	<b>70</b>
<b>10</b>	<b>Základy teorie reprezentací*</b>	<b>73</b>
10.1	Impulzová reprezentace . . . . .	73
10.2	Energetická reprezentace . . . . .	75
10.3	Diracova symbolika . . . . .	75
10.4	Relace ortonormality a úplnosti . . . . .	76
<b>11</b>	<b>Lineární harmonický oscilátor ve Fockově reprezentaci*</b>	<b>80</b>
11.1	Anihilační a kreační operátory . . . . .	80
11.2	Vlastní čísla operátoru počtu částic . . . . .	81
11.3	Vlnové funkce . . . . .	84
<b>12</b>	<b>Souvislost kvantové a klasické mechaniky</b>	<b>85</b>
12.1	Hamiltonova–Jacobiho rovnice* . . . . .	85
12.2	Bohrova kvantovací podmínka* . . . . .	87
12.3	Operátory časové derivace . . . . .	88
12.4	Ehrenfestovy rovnice . . . . .	90
<b>13</b>	<b>Integrály pohybu</b>	<b>93</b>
13.1	Časově nezávislá veličina . . . . .	93
13.2	Volná částice . . . . .	94
13.3	Zákon zachování energie . . . . .	95
13.4	Pohyb v centrálním poli . . . . .	95
<b>14</b>	<b>Potenciálová jáma konečné hloubky a potenciálový val</b>	<b>97</b>
14.1	Potenciálová jáma konečné hloubky . . . . .	97
14.1.1	Diskrétní spektrum . . . . .	98
14.1.2	Spojité spektrum . . . . .	102
14.2	Potenciálový val . . . . .	106

<b>15</b>	<b>Moment hybnosti</b>	<b>108</b>
15.1	Vlastnosti momentu hybnosti . . . . .	108
15.2	Kvantování momentu hybnosti v centrálním poli . . . . .	108
<b>16</b>	<b>Vodíku podobný atom</b>	<b>114</b>
16.1	Diskrétní spektrum . . . . .	115
16.2	Spojité spektrum . . . . .	127
16.3	Magnetický moment a moment hybnosti* . . . . .	128
16.4	Spin elektronu* . . . . .	129
<b>17</b>	<b>Základy relativistické kvantové mechaniky*</b>	<b>132</b>
17.1	Kleinova–Gordonova rovnice . . . . .	133
17.1.1	Volná částice . . . . .	134
17.1.2	Částice v elektromagnetickém poli . . . . .	135
17.1.3	Přechod k časové Schrödingerově rovnici . . . . .	135
17.2	Diracova rovnice . . . . .	137
17.2.1	Volná částice . . . . .	139
<b>18</b>	<b>Pravděpodobnostní interpretace kvantové mechaniky*</b>	<b>143</b>
18.1	Příklad. Házení kostkou . . . . .	143
18.2	Deterministický popis klasické mechaniky . . . . .	144
18.3	Nezbytnost pravděpodobnostního popisu . . . . .	144
18.4	Význam vlnové funkce . . . . .	146
<b>19</b>	<b>Otázky spojené s interpretací kvantové mechaniky*</b>	<b>148</b>
19.1	Standardní interpretace . . . . .	148
19.2	Redukce vlnové funkce . . . . .	148
19.3	Schrödingerova kočka a Wignerův přítel . . . . .	149
19.4	Dekoherence . . . . .	150
19.5	Indeterminismus . . . . .	151
19.6	Nelokálnost . . . . .	151
19.7	Některé neortodoxní formulace kvantové mechaniky . . . . .	152
<b>20</b>	<b>Zajímavé aplikace kvantové mechaniky*</b>	<b>154</b>
20.1	Kvantová kryptografie . . . . .	154
20.2	Teleportace . . . . .	155
20.3	Kvantové počítače . . . . .	156
<b>21</b>	<b>Řešené příklady</b>	<b>157</b>
21.1	Úvodní příklady . . . . .	157
21.2	Bohrův model . . . . .	161
21.3	Operátory . . . . .	168
21.4	Měření . . . . .	183
21.5	Vlnové funkce . . . . .	185
21.6	Vlastní čísla a vlastní funkce . . . . .	190
21.7	Volná částice . . . . .	195

21.8	Potenciálová jáma . . . . .	202
21.9	Relace neurčitosti . . . . .	206
21.10	Lineární harmonický oscilátor . . . . .	208
21.11	Potenciálové bariéry . . . . .	217
21.12	Další jednorozměrné problémy . . . . .	227
21.13	Moment hybnosti . . . . .	233
21.14	Rotátor . . . . .	237
21.15	Atom vodíku . . . . .	238
21.16	Další vícerozměrné problémy . . . . .	242
21.17	Pohyb v elektromagnetickém poli . . . . .	247
21.18	Časová Schrödingerova rovnice . . . . .	252
<b>Dodatky</b>		<b>259</b>
D.1	Odvození nečasové Schrödingerovy rovnice . . . . .	259
D.2	Lineární vektorové prostory . . . . .	260
D.3	Hermitovské operátory . . . . .	261
D.4	Diracova $\delta$ -funkce . . . . .	263
D.5	Důkaz Schwarzovy nerovnosti . . . . .	264
D.6	Alternativní odvození relací neurčitosti . . . . .	264
D.7	Unitární operátory a unitární transformace . . . . .	265
D.8	Křivočaré souřadnice . . . . .	266
D.9	Ortogonální polynomy . . . . .	268
<b>Fyzikální konstanty</b>		<b>271</b>
<b>Literatura</b>		<b>272</b>
<b>Rejstřík</b>		<b>277</b>