

# Teorie kondensovaného stavu II

## Nerovnovážná kvantová statistika

### Obsah

<b>1</b>	<b>Úvodem</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Klasický popis transportních jevů</b>	<b>4</b>
2.1	Hustota částic ve fázovém prostoru . . . . .	5
2.2	Volný pohyb částic . . . . .	6
2.3	Boltzmannova rovnice . . . . .	7
2.4	Rovnice kontinuity . . . . .	9
2.5	$H$ -teorém . . . . .	10
2.6	Lokálně rovnovážné rozdělení a přiblížení relaxačního času . . . . .	11
2.7	Tlak . . . . .	12
2.8	Viskozita . . . . .	13
<b>3</b>	<b>Vylepšená Boltzmannova rovnice</b>	<b>14</b>
3.1	Střední pole – Vlasovova rovnice . . . . .	14
3.1.1	Klasická lineární odezva . . . . .	15
3.1.2	Dvousvazková nestabilita . . . . .	16
3.2	Efektivní hmotnost – Landauův koncept kvazičástic . . . . .	17
3.2.1	Příklad – Tlak pro konstantní potenciál . . . . .	20
<b>4</b>	<b>Kvantové modifikace Boltzmannovy rovnice</b>	<b>23</b>
4.1	Kvantové srážky – Fermiho Zlaté pravidlo . . . . .	24
4.2	Pauliho vylučovací princip . . . . .	24
4.3	Matice hustoty . . . . .	26
4.3.1	Homogenní systém . . . . .	28
4.3.2	Wignerova distribuční funkce neinteragujících částic v rovnováze . . . . .	28
4.4	Časový vývoj matice hustoty neinteragujících částic . . . . .	30
4.4.1	Příklad – Lineární odezva . . . . .	31
4.5	Stínění při nulové teplotě – Linhardtův vzorec . . . . .	32
4.5.1	Statické kvantové stínění . . . . .	33
4.5.2	Plasmové kmity . . . . .	34
<b>5</b>	<b>Přiblížení relaxační doby</b>	<b>34</b>
5.1	Zákony zachování při rozptylech . . . . .	35
5.2	Lokálně rovnovážné rozdělení . . . . .	36
5.3	Merminův vzorec . . . . .	37
5.3.1	Příklad – Vztah mezi vodivostí a stíněním – Drudeho vzorec . . . . .	38

<b>6</b>	<b>Dvoučasové funkce</b>	<b>39</b>
6.1	Dvoučasové korelační funkce . . . . .	41
6.2	Retardovaná a advancovaná Greenova funkce . . . . .	41
6.2.1	Rozklad $\delta$ funkce . . . . .	42
6.2.2	Časové uspořádání . . . . .	43
<b>7</b>	<b>Greenovy funkce základního stavu</b>	<b>44</b>
7.1	Adiabatický teorém . . . . .	44
7.2	Dysonův operátor časového uspořádání . . . . .	45
7.3	Pozorovatelné . . . . .	46
7.4	Diracova interakční reprezentace . . . . .	47
7.5	Neporušená Greenova funkce . . . . .	48
7.6	Wickův teorém . . . . .	49
7.7	Feynmanovy diagramy . . . . .	51
7.8	Selfenergie . . . . .	53
7.9	Hartree-Fockovo přiblížení . . . . .	54
7.10	Stíněný Coulombický potenciál . . . . .	56
<b>8</b>	<b>Rovnovážné systémy</b>	<b>58</b>
8.1	Imaginární časy . . . . .	58
8.2	Matsubarovy funkce . . . . .	60
<b>9</b>	<b>Systémy mimo rovnováhu</b>	<b>62</b>
9.1	Analytické prodloužení pro fermionové operátory . . . . .	62
9.2	Propagátory . . . . .	66
9.3	Stíněný potenciál . . . . .	67
9.3.1	Příklad – Polarizace v rovnováze . . . . .	68
9.4	Pohybová rovnice pro korelační funkci . . . . .	69
9.5	Shrnutí postupu . . . . .	70
<b>10</b>	<b>Krátkočasový rozvoj</b>	<b>70</b>
10.1	Časová diagonála . . . . .	71
10.2	Konstrukce korelační funkce z matice hustoty . . . . .	72
<b>11</b>	<b>Kvaziklasický rozvoj</b>	<b>73</b>
11.1	Pohybová rovnice . . . . .	74
11.2	Propagátory . . . . .	75
11.2.1	Kvazičásticová energie . . . . .	76
11.2.2	Kvazičástice v rovnováze . . . . .	76
11.3	Kvazičásticové přiblížení . . . . .	77
11.3.1	Příklad – Elektron-elektronové srážky . . . . .	78
11.3.2	Příklad – párové srážky silným potenciálem . . . . .	79
<b>12</b>	<b>Závěr</b>	<b>79</b>