

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	1
2. A klasszikus fizika alapjai	5
2.1. Állapottér, mozgásegyenlet	5
2.2. Művelet, keverés, szelekció	6
2.3. A nemszelektív műveletek linearitása	7
2.4. Mérések	8
2.4.1. Projektív mérés	8
2.4.2. Nemprojektív mérés	9
2.4.3. Gyenge mérés, időben folytonos mérés	10
2.5. Összetett rendszerek	11
2.6. Kollektív rendszer	13
2.7. Kétállapotú rendszer (bit)	13
Problémák, gyakorlatok	14
3. Féligklasszikus – féligkvantum fizika	15
Problémák, gyakorlatok	16
4. A kvantumfizika alapjai	19
4.1. Állapottér, szuperpozíció, mozgásegyenlet	19
4.2. Művelet, keverés, szelekció	20
4.3. Nemszelektív műveletek linearitása	21
4.4. Mérések	22
4.4.1. Projektív mérés	23
4.4.2. Nemprojektív mérés	24
4.4.3. Gyenge mérés, időben folytonos mérés	25
4.4.4. Kompatibilis fizikai mennyiségek	27
4.4.5. Mérés tiszta állapotban	27
4.5. Összetett rendszerek	28
4.6. Kollektív rendszer	30
Problémák, gyakorlatok	30

5. Kétállapotú kvantumrendszer: qubit reprezentációk	33
5.1. Számítási reprezentáció	33
5.2. Pauli-reprezentáció	34
5.2.1. Állapottér	34
5.2.2. Forgatási invariancia	35
5.2.3. Sűrűségmátrix	36
5.2.4. Mozgásegyenlet	36
5.2.5. Fizikai mennyiségek, mérés	37
5.3. Ismeretlen qubit, Alice és Bob	38
5.4. Számítási és Pauli-reprezentáció kapcsolata	38
5.5. Fock-reprezentáció	39
Problémák, gyakorlatok	40
6. Egy-qubit eljárások	41
6.1. Egy-qubit műveletek	41
6.1.1. Logikai műveletek	41
6.1.2. Depolarizáció, repolarizáció, tükrözés	42
6.2. Állapotpreparáció, állapotmeghatározás	43
6.2.1. Ismert állapot preparációja, keverés	44
6.2.2. Ismeretlen állapot meghatározása sokaságon	45
6.2.3. Egyetlen állapot meghatározása: klónoozhatatlanság	46
6.2.4. Két állapot hűsége	46
6.2.5. Közelítő állapotmeghatározás és klónozás	47
6.3. Két nemortogonális állapot megkülönböztethetlensége	47
6.3.1. Megkülönböztetés projektív méréssel	48
6.3.2. Megkülönböztetés nemprojektív méréssel	48
6.4. A klónoozhatatlanság és megkülönböztethetlenség alkalmazásai	49
6.4.1. Kvantumbankjegy	49
6.4.2. Titkos kvantumkulcs, kvantumkriptográfia	50
Problémák, gyakorlatok	52
7. Összetett kvantumrendszer, tiszta állapot	55
7.1. Kétrészes összetett rendszerek	55
7.1.1. Schmidt-felbontás	55
7.1.2. Állapottisztítás	56
7.1.3. Összefonódásmérték	57
7.1.4. Összefonódás és lokális műveletek	58
7.1.5. Két-qubit tiszta állapot összefonódása	59
7.1.6. Maximális összefonódások átválthatósága	60
7.2. Kvantumkorrelációk története	61
7.2.1. EPR, Einstein-nemlokalitás 1935	61
7.2.2. Egy nemlétező lineáris művelet 1955	62
7.2.3. Bell-nemlokalitás 1964	64
7.3. Kvantumkorrelációk alkalmazása	66
7.3.1. Szupersűrű kódolás	66
7.3.2. Teleportáció	67
Problémák, gyakorlatok	68

	Tartalomjegyzék	ix
8. Általános kvantumműveletek		71
8.1. Teljesen pozitív leképezések		71
8.2. Redukált dinamikák		72
8.3. Közvetett mérés		73
8.4. Nemprojektív mérés közvetett mérésből		75
8.5. Összefonódás és LOCC		76
8.6. Nyitott kvantumrendszer: master-egyenlet		76
8.7. Kvantumsatornák		77
Problémák, gyakorlatok		77
9. Klasszikus információelmélet		79
9.1. Shannon-entrópia, matematikai tulajdonságok		79
9.2. Üzenetek		80
9.3. Adattömörítés		80
9.4. Kölcsönös információ		82
9.5. Csatornakapacitás		82
9.6. Optimális kódok		83
9.7. Kriptográfia és információelmélet		84
9.8. Entrópiкусan irreverzibilis műveletek		84
Problémák, gyakorlatok		85
10. Kvantuminformáció-elmélet		87
10.1. Von Neumann-entrópia, matematikai tulajdonságok		87
10.2. Üzenetek		88
10.3. Adattömörítés		89
10.4. Elérhető kvantuminformáció		91
10.5. Összefonódás: a kvantumkommunikáció erőforrása		92
10.6. Összefonódás koncentrációja (desztilláció)		93
10.7. Összefonódás hígítása		94
10.8. Entrópiкусan irreverzibilis műveletek		95
Problémák, gyakorlatok		96
11. Kvantumszámítógép		99
11.1. Párhuzamos kvantumszámítás		99
11.2. Aritmetikai függvény kiszámítása		100
11.3. Orákulumprobléma: az első kvantumalgoritmus		101
11.4. Keresési kvantumalgoritmus		103
11.5. Fourier-algoritmus		104
11.6. Perióduskereső kvantumalgoritmus		105
11.7. Hibajavítás		107
11.8. Kvantumkapuk, kvantumkörök		109
Problémák, gyakorlatok		111

x Tartalomjegyzék

12. Qubit-termodinamika	113
12.1. Termális qubit	113
12.2. Ideális qubitgáz	114
12.3. Informatikai és termodinamikai entrópiák	115
12.4. Kvantumtermalizáció	116
12.5. Kvantumhűtőgép	117
12.6. Termális qubit külső munkával	118
12.7. Kvantum-Carnot-körfolyamat	120
Problémák, gyakorlatok	121
Függelék	123
F.1. Bevezetés	123
F.2. A hőtartály, ütközések	124
F.3. Egy kecses irreverzibilis művelet	125
F.4. Új matematikai sejtés a relatív kvantumentrópiára	126
Feladatmegoldások	127
Irodalomjegyzék	143
Tárgymutató	145