

Diósi Lajos féléves kollégium tervezete:

# Rövid Bevezetés a Kvantuminformáció Elméletbe, elméleti fizikai megközelítés

D.L. Springer-kiadónál megjelent angol nyelvű  
tankönyve alapján

January 11, 2007

Springer

Berlin Heidelberg New York  
Hong Kong London  
Milan Paris Tokyo



# Contents

<b>1</b>	<b>Bevezetés</b> .....	1
<b>2</b>	<b>A klasszikus fizika alapjai</b> .....	5
2.1	Állapottér .....	5
2.2	Keverés, szelekció, művelet .....	5
2.3	Mozgásegyenlet .....	6
2.4	Mérések .....	6
2.4.1	Projektív mérés .....	7
2.4.2	Nem-projektív mérés .....	8
2.5	Összetett rendszerek .....	9
2.6	Kollektív rendszer .....	11
2.7	Kétállapotú rendszer (bit) .....	11
	Problems .....	12
<b>3</b>	<b>Félklasszikus — félkvantum fizika</b> .....	15
	Problems .....	16
<b>4</b>	<b>A kvantumfizika alapjai</b> .....	19
4.1	Állapottér, szuperpozíció .....	19
4.2	Keverés, szelekció, művelet .....	20
4.3	Mozgásegyenlet .....	20
4.4	Mérések .....	21
4.4.1	Projektív mérés .....	22
4.4.2	Nem-projektív mérés .....	23
4.4.3	Folytonos mérés .....	24
4.4.4	Kompatibilis fizikai mennyiségek .....	25
4.4.5	Mérés tiszta állapotban .....	26
4.5	Összetett rendszerek .....	27
4.6	Kollektív rendszer .....	29
	Problems .....	29
<b>5</b>	<b>Kétállapotú kvantumrendszer: qubit reprezentációk</b> .....	31
5.1	Számítási reprezentáció .....	31
5.2	Pauli reprezentáció .....	32
5.2.1	Állapottér .....	32

5.2.2	Forgatási invariancia	33
5.2.3	Sűrűségmátrix	34
5.2.4	Mozgásegyenlet	35
5.2.5	Fizikai mennyiségek, mérés	35
5.3	Az ismeretlen qubit, Alice és Bob	36
5.4	A számítási és a Pauli reprezentációk kapcsolata	37
	Problems	37
<b>6</b>	<b>Egy-qubit eljárások</b>	<b>39</b>
6.1	Egy-qubit műveletek	39
6.1.1	Logikai műveletek	39
6.1.2	Depolarizáció, re-polarizáció, tükrözés	40
6.2	Állapot elkészítése, meghatározása	42
6.2.1	Ismert állapot elkészítése, keverés	42
6.2.2	Ismeretlen állapot meghatározása sokaságon	43
6.2.3	Egyetlen állapot meghatározása: klónozhatatlanság	44
6.2.4	Két állapot hűsége	44
6.2.5	Közelítő állapotmeghatározás és klónozás	45
6.3	Két nem-ortogonális állapot megkülönböztethetlensége	45
6.3.1	Megkülönböztetés projektív méréssel	46
6.3.2	Megkülönböztetés nem-projektív méréssel	46
6.4	A klónozhatatlanság és megkülönböztethetlenség alkalmazásai	47
6.4.1	Kvantum-bankjegy	47
6.4.2	Kvantumkulcs, kvantum-titkosírás	48
	Problems	50
<b>7</b>	<b>Összetett kvantumrendszer, tiszta állapot</b>	<b>53</b>
7.1	Kétrésű összetett rendszerek	53
7.1.1	Schmidt felbontás	53
7.1.2	Állapottisztítás	54
7.1.3	Az összefonódottság mértéke	55
7.1.4	Összefonódottság és lokális műveletek	56
7.1.5	Két-qubit tiszta állapotok összefonódottsága	57
7.1.6	Maximális összefonódottságok felcserélhetősége	58
7.2	A kvantumkorrelációk története	59
7.2.1	EPR, Einstein-nemlokalitás 1935	59
7.2.2	Egy nemlétező lineáris művelet 1955	60
7.2.3	Bell-nemlokalitás 1964	62
7.3	Kvantumkorrelációk alkalmazásai	64
7.3.1	Szupersűrű kódolás	64
7.3.2	Teleportáció	65
	Problems	67

<b>8</b>	<b>Általános kvantumműveletek</b> .....	69
	8.1 Teljesen pozitív leképezések .....	69
	8.2 Redukált dinamikák .....	70
	8.3 Indirekt mérés .....	71
	8.4 Nem-projektív mérés származtatása indirekt mérésből .....	73
	8.5 Összefonódottság és LOCC .....	74
	8.6 Nyitott kvantumrendszer: mászter egyenlet .....	75
	8.7 Kvantumcsatornák .....	75
	Problems .....	76
<b>9</b>	<b>Klasszikus információelmélet</b> .....	79
	9.1 Shannon entrópia, matematikai tulajdonságok .....	79
	9.2 Üzenetek .....	80
	9.3 Adattömörítés .....	80
	9.4 Kölcsönös információ .....	82
	9.5 Csatornkapacitás .....	83
	9.6 Optimális kódok .....	83
	9.7 Titkosírás és információelmélet .....	84
	9.8 Entrópiusan irreverzibilis műveletek .....	84
	Problems .....	85
<b>10</b>	<b>Kvantuminformáció elmélet</b> .....	87
	10.1 Neumann entrópia, matematikai tulajdonságok .....	87
	10.2 Üzenetek .....	88
	10.3 Adattömörítés .....	89
	10.4 Elérhető kvantuminformáció .....	91
	10.5 Összefonódottság: a kvantumkommunikáció erőforrása .....	91
	10.6 Az összefonódottság koncentrációja (desztilláció) .....	93
	10.7 Az összefonódottság hígítása .....	94
	10.8 Entrópiusan irreverzibilis műveletek .....	95
	Problems .....	96
<b>11</b>	<b>Kvantumszámítógép</b> .....	99
	11.1 Párhuzamos kvantumszámítás .....	99
	11.2 Aritmetikai függvények kiértékelése .....	100
	11.3 Orákulumprobléma: az első kvantumalgoritmus .....	101
	11.4 Kereső kvantumalgoritmus .....	103
	11.5 Fourier algoritmus .....	104
	11.6 Kvantumkapuk, kvantumkörök .....	105
	Problems .....	106