

Cuprins

1	Introducere	9
1.1	Termeni și unități de măsură în fizica nucleară	10
1.2	Energia și lungimea de undă de Broglie	11
1.3	Structura subatomică a materiei	12
1.4	Structura nucleonilor	14
1.4.1	Quarcuri și leptoni	14
1.5	Forța nucleară	16
2	Proprietățile generale ale nucleelor	18
2.1	Nuclee stabile și nuclee instabile	18
2.2	Energia nucleară de legătură	21
2.3	Raza și densitatea nucleară	24
2.4	Forma nucleului	25
2.5	Momentul cinetic nuclear	27
2.6	Momentul dipolar magnetic	30
2.7	Paritatea	32
2.8	Densitatea stărilor excitate	34
3	Reacții nucleare	36
3.1	Tipuri și exemple de reacții nucleare	37
3.2	Secțiunea eficace de reacție	39
3.3	Legi de conservare pentru reacțiile nucleare	40
3.3.1	Conservarea energiei	41
3.3.2	Conservarea impulsului	41
3.3.3	Conservarea momentului cinetic	42
3.3.4	Conservarea parității	43
3.3.5	Conservarea sarcinii electrice	44
3.3.6	Conservarea numărului de masă	44
3.3.7	Conservarea izospinului	45
3.3.8	Conservarea numărului de leptoni	47
4	Modele nucleare	49
4.1	Modelul gaz Fermi	49
4.1.1	Gazul fermionic degenerat	49
4.1.2	Energia de asimetrie nucleară în modelul gaz Fermi	52
4.1.3	Presiunea gazului Fermi degenerat	53

4.2	Modelul nuclear în pături	53
4.2.1	Evidențe experimentale pentru structura nucleară în pături	54
4.2.2	Ecuția Schrodinger tridimensională pentru mișcarea în câmp central	56
4.2.3	Problema de valori proprii a energiei pentru stările legate	59
4.2.4	Cuplajul spin-orbită: descrierea nucleelor reale	61
4.2.5	Interacția nucleară dipolar magnetică. Despicarea Zeeman	62
4.3	Modelul nuclear picătură de lichid	64
4.3.1	Formula semiempirică a masei	65
4.3.2	Stabilitatea nucleară: suprafața de masă și linia de stabilitate	73
4.4	Aplicație în astrofizică: Stele pitice albe	78
5	Radioactivitatea nucleară	81
5.1	Scurt istoric	81
5.2	Radioactivitatea naturală. Familii radioactive	82
5.3	Proprietăți generale ale dezintegrării radioactive	86
5.4	Producerea și dezintegrarea elementelor radioactive	89
5.5	Lanțuri generale de dezintegrare	90
5.5.1	Formulare matematica	90
5.6	Aplicații ale radioactivității	94
5.6.1	Poluarea radioactivă cu radon	94
5.6.2	Poluarea radioactivă din dezastre nucleare	96
5.6.3	Efecte adverse ale radioactivității la începutul studierii radiațiilor	97
5.6.4	Metode radioactive de datare	98
6	Dezintegrarea α	102
6.1	Rezultate experimentale fundamentale și particularități ale dezintegrării α	102
6.2	Dinamica procesului de dezintegrare α	108
6.2.1	Emisia particulei α prin bariera de potențial Coulombian	108
6.2.2	O abordare staționară a dezintegrării α	110
6.2.3	Penetrarea prin bariera Coulombiană	114
7	Dezintegrarea β	118
7.1	Energia de reacție Q în dezintegrările β	119
7.1.1	Energia de reacție pentru dezintegrarea β^-	119
7.1.2	Energia de reacție pentru dezintegrarea β^+	120
7.1.3	Energia de reacție pentru captura electronică	122
7.2	Neutrino	123
7.3	Teoria Fermi a dezintegrării β	125
7.3.1	Teoria perturbativă a tranziției dependentă de timp	126
7.3.2	Rata parțială de dezintegrare β^-	128
7.3.3	Influența masei neutrinului asupra formei spectrului β	131
7.3.4	Rata totală de dezintegrare β	133
7.4	Regulile de selecție ale momentului cinetic și parității în dezintegrarea β	134
7.4.1	Model non-relativist fără spin al interacției slabe	134
7.4.2	Introducând spinul intrinsec	138
7.4.3	Tranzițiile β permise de tip Fermi și Gamow-Teller	139

7.4.4	Tranziții interzise	140
7.5	Captura electronică	142
7.6	Alte procese legate de dezintegrarea β	143
7.6.1	Dezintegrarea β inversă	143
7.6.2	Dezintegrarea β dublă	145
7.7	Dezintegrarea β în fizica particulelor elementare	146
8	Dezintegrarea γ	147
8.1	Energetica dezintegrărilor γ	147
8.2	Conversia internă	149
8.3	Rezonanța nucleară și efectul Mössbauer	149
8.3.1	Aplicații ale efectului Mössbauer	153
9	Interacția radiațiilor cu materia	155
9.1	Secțiunea eficace și drumul liber mediu	155
9.2	Pierderea de energie a unei particule masive cu sarcină într-un mediu material	156
9.2.1	Energia transferată la ciocnirea cu un electron	157
9.2.2	Pierderea de energie în mediu material datorată interacției cu electronii	159
9.2.3	Curba Bragg	162
9.3	Descrierea interacției radiației beta cu materia	163
9.3.1	Ciocniri inelastice cu electronii atomici	163
9.3.2	Pierderea radiativă de energie a electronilor și pozitronilor	165
9.3.3	Radiația Cerenkov	168
9.3.4	Interacția de anihilare	170
9.4	Procese de interacție a fotonilor cu materia	171
9.4.1	Legea fundamentală a atenuării radiației gamma	171
9.4.2	Împrăștierea coerentă	174
9.4.3	Efectul fotoelectric	175
9.4.4	Efectul Auger	178
9.4.5	Împrăștierea Compton	178
9.4.6	Producerea de perechi	184
9.4.7	Împrăștierea și absorbția nucleară a fotonilor	186
9.4.8	Coeficienți de atenuare	187
9.5	Aplicații în analiza nedistructivă	190
9.5.1	Filtre	190
9.5.2	Ecranarea	191
9.6	Aplicații în fizica medicală	192
9.6.1	Tomografia computerizată cu emisie de fotoni monoenergetici (SPECT)	192
9.6.2	Tomografia cu emisie de pozitroni (PET)	193
9.6.3	Imagistica prin rezonanță magnetică (IRM)	194
9.6.4	Terapia tumorilor cu particule	196
9.6.5	Brahiterapia	198

10 Fisiunea nucleară	200
10.1 Fisiunea privită în modelul picătură de lichid	201
10.2 Corecții prin modelul în pături	204
10.3 Fisiunea spontană	205
10.4 Fisiunea Uraniului	206
10.5 Produsele de fisiune	209
10.5.1 Energia cinetică totală eliberată în fisiune	209
10.5.2 Distribuția masei și sarcinii electrice între produsele de fisiune .	210
10.6 Reactori de fisiune	212
10.6.1 Secțiunea eficace de interacțiune a neutronilor	212
10.6.2 Reacții în lanț	213
11 Fuziunea nucleară	215
11.1 Reacții elementare de fuziune	217
11.2 Secțiunea eficace și rata de reacție	218
11.2.1 Procesele de fuziune în stele	221
11.2.2 Proiectul ITER	224
Bibliografie	225