

# Fisica Nucleare e Subnucleare

Carlo Dionisi, Egidio Longo

Revisione 2017

# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>4</b>
1.1	Particelle elementari . . . . .	7
1.2	Le unità di misura . . . . .	8
<b>2</b>	<b>Gli albori</b>	<b>10</b>
2.1	Il tubo catodico . . . . .	10
2.2	La radioattività . . . . .	11
2.3	La scoperta dell'elettrone . . . . .	12
<b>3</b>	<b>Esperimenti di diffusione</b>	<b>15</b>
3.1	Sezione d'urto . . . . .	15
3.2	Interpretazione geometrica della sezione d'urto . . . . .	17
3.3	Coefficiente di assorbimento, lunghezza di attenuazione e cammino libero medio . . . . .	19
3.4	Sezione d'urto totale, elastica, inclusiva ed esclusiva . . . . .	20
3.5	Luminosità e sezione d'urto per esperimenti con fasci incrociati	21
3.6	Sezioni d'urto differenziali . . . . .	23
3.7	I modelli atomici e l'esperimento di Rutherford . . . . .	24
3.8	La sezione d'urto di Rutherford . . . . .	25
3.9	Il protone e le trasmutazioni nucleari . . . . .	29
3.10	La scoperta del neutrone . . . . .	30
<b>4</b>	<b>Il passaggio della radiazione nella materia</b>	<b>32</b>
4.1	La formula di Bohr . . . . .	33
4.2	La formula di Bethe e Block . . . . .	36
4.3	Il percorso residuo . . . . .	38
4.4	La diffusione coulombiana multipla . . . . .	39
4.5	Effetto Cherenkov . . . . .	40

4.6	Perdite di energia per elettroni . . . . .	41
4.7	Interazione dei fotoni con la materia . . . . .	45
4.7.1	Effetto fotoelettrico . . . . .	45
4.7.2	Effetto Compton . . . . .	47
4.7.3	Produzione di coppie . . . . .	49
4.8	Sciame elettromagnetici . . . . .	49
4.9	Sciame adronici . . . . .	51
4.10	Rivelatori di particelle . . . . .	51
4.10.1	Rivelatori di traccia . . . . .	53
4.10.2	Spettrometri magnetici . . . . .	54
4.10.3	Calorimetri . . . . .	55
<b>5</b>	<b>Interazioni</b>	<b>57</b>
5.1	Particelle e forze . . . . .	57
5.2	L'interazione elettromagnetica . . . . .	59
5.3	Introduzione ai diagrammi di Feynman . . . . .	62
5.4	Range delle interazioni forti e ipotesi di Yukawa . . . . .	67
5.5	Evidenza sperimentale dello scambio di mesoni carichi . . . . .	70
5.6	Il propagatore per il potenziale di Yukawa . . . . .	72
5.7	Il propagatore delle interazioni deboli . . . . .	73
5.8	Leggi di decadimento di nuclei e particelle instabili . . . . .	74
5.9	La formula di Breit e Wigner . . . . .	76
5.10	Intensità relativa delle interazioni fondamentali . . . . .	77
5.A	La seconda regola d'oro di Fermi . . . . .	79
<b>6</b>	<b>Particelle</b>	<b>81</b>
6.1	I raggi cosmici . . . . .	81
6.2	La scoperta del positrone . . . . .	81
6.3	Il mesotrone . . . . .	83
6.4	L'esperimento di Conversi, Pancini e Piccioni. Pioni e muoni . . . . .	85
6.5	Le particelle "strane" . . . . .	87
6.6	Acceleratori di particelle . . . . .	90
6.6.1	Acceleratori lineari . . . . .	91
6.6.2	Ciclotrone . . . . .	92
6.6.3	Sincrociclotrone . . . . .	93
6.6.4	Sincrotrone . . . . .	94
6.7	L'antiprotone . . . . .	95
6.8	Neutrini . . . . .	98

6.8.1	L'ipotesi del neutrino . . . . .	98
6.8.2	La teoria di Fermi . . . . .	99
6.8.3	La scoperta sperimentale del neutrino . . . . .	104
6.8.4	Il neutrino muonico . . . . .	106
<b>7</b>	<b>Invarianza e Simmetrie</b>	<b>109</b>
7.1	Parità . . . . .	111
7.2	Parità intrinseca . . . . .	113
7.2.1	Parità dei fermioni . . . . .	113
7.2.2	Parità dei fotoni . . . . .	114
7.2.3	Parità dei pioni . . . . .	114
7.3	Simmetrie C e T . . . . .	115
7.4	Violazione della parità . . . . .	117
7.4.1	L'esperimento del $^{60}\text{Co}$ . . . . .	118
7.4.2	Violazione della parità nei decadimenti del pione e del muone . . . . .	121
7.5	Isospin . . . . .	122
7.6	Risonanze adroniche . . . . .	124
7.6.1	Risonanze barioniche . . . . .	126
7.6.2	Risonanze mesoniche . . . . .	127
7.7	La simmetria SU(3) e il modello a quark . . . . .	128
<b>8</b>	<b>Cenni di Fisica del Nucleo</b>	<b>135</b>
8.1	Proprietà generali dei nuclei . . . . .	135
8.2	La dimensione e la forma dei nuclei . . . . .	136
8.3	Masse dei nuclei . . . . .	137
8.4	Stabilità . . . . .	140