

La fisica di *Feynman*

PRINCIPALMENTE SULLA MECCANICA, RADIAZIONE, E CALORE

Volume I - Parte I

Traduzione a cura di:

E. CLEMENTEL

*Ordinario di Fisica nucleare
Università di Bologna*

S. FOCARDI e F. MONARI

*Istituto di Fisica
Università di Bologna*

Coordinatore:

M. CRESTI

*Ordinario di Fisica
Università di Padova*

The *Feynman* LECTURES ON PHYSICS

MAINLY MECHANICS, RADIATION, AND HEAT

Volume I - Part I

RICHARD P. FEYNMAN

*Roland G. L. Tolman Professor of Theoretical Physics
California Institute of Technology*

ROBERT B. LEIGHTON

*Professor of Physics
California Institute of Technology*

MATTHEW SANDS

*Professor
Stanford University*

MASSON 

Milano • Parigi • Barcellona • Bonn
1992

Indice

Capitolo 1 Atomi in moto

1-1 Introduzione	1-1
1-2 La materia è composta di atomi	1-3
1-3 Processi atomici	1-7
1-4 Reazioni chimiche	1-10

Capitolo 2 Fondamenti della fisica

2-1 Introduzione	2-1
2-2 La fisica prima del 1920	2-3
2-3 Fisica quantistica	2-7
2-4 Nuclei e particelle	2-10

Capitolo 3 La relazione della fisica con le altre scienze

3-1 Introduzione	3-1
3-2 La chimica	3-1
3-3 La biologia	3-3
3-4 L'astronomia	3-9
3-5 La geologia	3-10
3-6 La psicologia	3-11
3-7 Come mai è andata così?	3-12

Capitolo 4 Conservazione dell'energia

4-1 Che cos'è l'energia?	4-1
4-2 Energia potenziale gravitazionale	4-3
4-3 Energia cinetica	4-8
4-4 Altre forme di energia	4-9

Capitolo 5 Tempo e distanza

5-1 Il moto	5-1
5-2 Il tempo	5-2
5-3 Piccoli intervalli di tempo	5-3

Contents

Chapter 1 Atoms in Motion

1-1 Introduction	1-1
1-2 Matter is made of atoms	1-3
1-3 Atomic processes	1-7
1-4 Chemical reactions	1-10

Chapter 2 Basic Physics

2-1 Introduction	2-1
2-2 Physics before 1920	2-3
2-3 Quantum physics	2-7
2-4 Nuclei and particles	2-10

Chapter 3 The Relation of Physics to Other Sciences

3-1 Introduction	3-1
3-2 Chemistry	3-1
3-3 Biology	3-3
3-4 Astronomy	3-9
3-5 Geology	3-10
3-6 Psychology	3-11
3-7 How did it get that way?	3-12

Chapter 4 Conservation of Energy

4-1 What is energy?	4-1
4-2 Gravitational potential energy	4-3
4-3 Kinetic energy	4-8
4-4 Other forms of energy	4-9

Chapter 5 Time and Distance

5-1 Motion	5-1
5-2 Time	5-2
5-3 Short times	5-3

5-4	Intervali lunghi di tempo	5-5
5-5	Unità e campioni di tempo	5-7
5-6	Grandi distanze	5-8
5-7	Piccole distanze	5-11

Capitolo 6 Probabilità

6-1	Caso e probabilità	6-1
6-2	Fluttuazioni	6-3
6-3	Moto casuale	6-7
6-4	Una distribuzione di probabilità	6-10
6-5	Il principio di indeterminazione	6-14

Capitolo 7 La teoria della gravitazione

7-1	Moti planetari	7-1
7-2	Le leggi di Keplero	7-2
7-3	Sviluppo della dinamica	7-3
7-4	Legge della gravitazione di Newton	7-4
7-5	Gravitazione universale	7-7
7-6	L'esperimento di Cavendish	7-12
7-7	Che cos'è la gravità?	7-14
7-8	Gravità e relatività	7-16

Capitolo 8 Il moto

8-1	Descrizione del moto	8-1
8-2	Velocità	8-4
8-3	Velocità come derivata	8-8
8-4	Distanza come integrale	8-10
8-5	Accelerazione	8-11

Capitolo 9 Le leggi della dinamica di Newton

9-1	Quantità di moto e forza	9-1
9-2	Velocità e velocità vettoriale	9-3
9-3	Componenti di velocità, accelerazione e forza	9-4
9-4	Che cos'è la forza?	9-5
9-5	Significato delle equazioni dinamiche	9-6
9-6	Soluzione numerica delle equazioni	9-7
9-7	Moti planetari	9-10

Capitolo 10 Conservazione della quantità di moto

10-1	La Terza Legge di Newton	10-1
10-2	Conservazione della quantità di moto	10-3
10-3	La quantità di moto si conserva!	10-6
10-4	Quantità di moto ed energia	10-10
10-5	Quantità di moto relativistica	10-12

5-4	Long times	5-5
5-5	Units and standards of time	5-7
5-6	Large distances	5-8
5-7	Short distances	5-11

Chapter 6 Probability

6-1	Chance and likelihood	6-1
6-2	Fluctuations	6-3
6-3	The random walk	6-7
6-4	A probability distribution	6-10
6-5	The uncertainty principle	6-14

Chapter 7 The Theory of Gravitation

7-1	Planetary motions	7-1
7-2	Kepler's laws	7-2
7-3	Development of dynamics	7-3
7-4	Newton's law of gravitation	7-4
7-5	Universal gravitation	7-7
7-6	Cavendish's experiment	7-12
7-7	What is gravity?	7-14
7-8	Gravity and relativity	7-16

Chapter 8 Motion

8-1	Description of motion	8-1
8-2	Speed	8-4
8-3	Speed as a derivative	8-8
8-4	Distance as an integral	8-10
8-5	Acceleration	8-11

Chapter 9 Newton's Laws of Dynamics

9-1	Momentum and force	9-1
9-2	Speed and velocity	9-3
9-3	Components of velocity, acceleration and force	9-4
9-4	What is force?	9-5
9-5	Meaning of the dynamical equations	9-6
9-6	Numerical solution of the equations	9-7
9-7	Planetary motions	9-10

Chapter 10 Conservation of Momentum

10-1	Newton's Third Law	10-1
10-2	Conservation of momentum	10-3
10-3	Momentum is conserved!	10-6
10-4	Momentum and energy	10-10
10-5	Relativistic momentum	10-12

Capitolo 11 Vettori

11-1	La simmetria in fisica	11-1
11-2	Traslazioni	11-2
11-3	Rotazioni	11-4
11-4	Vettori	11-6
11-5	Algebra vettoriale	11-8
11-6	Le leggi di Newton nella notazione vettoriale	11-11
11-7	Prodotto scalare di vettori	11-12

Capitolo 12 Caratteristiche della forza

12-1	Che cos'è una forza?	12-1
12-2	Attrito	12-4
12-3	Forze molecolari	12-7
12-4	Forze fondamentali. I campi	12-9
12-5	Forze apparenti	12-14
12-6	Forze nucleari	12-17

Capitolo 13 Lavoro ed energia potenziale (A)

13-1	Energia di un corpo che cade	13-1
13-2	Lavoro fatto dalla gravità	13-5
13-3	Additività dell'energia	13-8
13-4	Campo gravitazionale di oggetti grandi	13-11

Capitolo 14 Lavoro ed energia potenziale (conclusione)

14-1	Lavoro	14-1
14-2	Moto vincolato	14-3
14-3	Forze conservative	14-4
14-4	Forze non conservative	14-8
14-5	Potenziali e campi	14-10

Capitolo 15 La teoria della relatività speciale

15-1	Il principio di relatività	15-1
15-2	La trasformazione di Lorentz	15-4
15-3	L'esperimento di Michelson-Morley	15-5
15-4	Trasformazioni di tempo	15-7
15-5	La contrazione di Lorentz	15-10
15-6	Simultaneità	15-11
15-7	Quadrivettori	15-11
15-8	Dinamica relativistica	15-12
15-9	Equivalenza di massa ed energia	15-14

Capitolo 16 Energia e quantità di moto relativistiche

16-1	La relatività e i filosofi	16-1
16-2	Il paradosso dei gemelli	16-4

Chapter 11 Vectors

11-1	Symmetry in physics	11-1
11-2	Translations	11-2
11-3	Rotations	11-4
11-4	Vectors	11-6
11-5	Vector algebra	11-8
11-6	Newton's laws in vector notation	11-11
11-7	Scalar product of vectors	11-12

Chapter 12 Characteristics of Force

12-1	What is force?	12-1
12-2	Friction	12-4
12-3	Molecular forces	12-7
12-4	Fundamental forces. Fields	12-9
12-5	Pseudo forces	12-14
12-6	Nuclear forces	12-17

Chapter 13 Work and Potential Energy (A)

13-1	Energy of a falling body	13-1
13-2	Work done by gravity	13-5
13-3	Summation of energy	13-8
13-4	Gravitational field of large objects	13-11

Chapter 14 Work and Potential Energy (conclusion)

14-1	Work	14-1
14-2	Constrained motion	14-3
14-3	Conservative forces	14-4
14-4	Nonconservative forces	14-8
14-5	Potentials and fields	14-10

Chapter 15 The Special Theory of Relativity

15-1	The principle of relativity	15-1
15-2	The Lorentz transformation	15-4
15-3	The Michelson-Morley experiment	15-5
15-4	Transformation of time	15-7
15-5	The Lorentz contraction	15-10
15-6	Simultaneity	15-11
15-7	Four-vectors	15-11
15-8	Relativistic dynamics	15-12
15-9	Equivalence of mass and energy	15-14

Chapter 16 Relativistic Energy and Momentum

16-1	Relativity and the philosophers	16-1
16-2	The twin paradox	16-4

16-3	Trasformazione delle velocità	16-5	16-3	Transformation of velocities	16-5
16-4	Massa relativistica	16-8	16-4	Relativistic mass	16-8
16-5	Energia relativistica	16-11	16-5	Relativistic energy	16-11
Capitolo 17 Spazio-tempo			Chapter 17 Space-Time		
17-1	La geometria dello spazio-tempo	17-1	17-1	The geometry of space-time	17-1
17-2	Intervallo nello spazio-tempo	17-3	17-2	Space-time intervals	17-3
17-3	Passato, presente, e futuro	17-5	17-3	Past, present, and future	17-5
17-4	Ancora sui quadri vettori	17-7	17-4	More about four-vectors	17-7
17-5	Algebra dei quadri vettori	17-10	17-5	Four-vector algebra	17-10
Capitolo 18 Rotazione in due dimensioni			Chapter 18 Rotation in Two Dimensions		
18-1	Il centro di massa	18-1	18-1	The center of mass	18-1
18-2	Rotazione di un corpo rigido	18-3	18-2	Rotation of a rigid body	18-3
18-3	Momento della quantità di moto	18-7	18-3	Angular momentum	18-7
18-4	Conservazione del momento della quantità di moto	18-9	18-4	Conservation of angular momentum	18-9
Capitolo 19 Centro di massa; momento d'inerzia			Chapter 19 Center of Mass; Moment of Inertia		
19-1	Proprietà del centro di massa	19-1	19-1	Properties of the center of mass	19-1
19-2	Localizzazione del centro di massa	19-5	19-2	Locating the center of mass	19-5
19-3	Ricerca del momento d'inerzia	19-6	19-3	Finding the moment of inertia	19-6
19-4	Energia cinetica di rotazione	19-10	19-4	Rotational kinetic energy	19-10
Capitolo 20 Rotazione nello spazio			Chapter 20 Rotation in Space		
20-1	Momenti in tre dimensioni	20-1	20-1	Torques in three dimensions	20-1
20-2	Le equazioni della rotazione usando prodotti vettoriali	20-6	20-2	The rotation equations using cross products	20-6
20-3	Il giroscopio	20-7	20-3	The gyroscope	20-7
20-4	Momento della quantità di moto di un corpo solido	20-11	20-4	Angular momentum of a solid body	20-11
Capitolo 21 L'oscillatore armonico			Chapter 21 The Harmonic Oscillator		
21-1	Equazioni differenziali lineari	21-1	21-1	Linear differential equations	21-1
21-2	L'oscillatore armonico	21-2	21-2	The harmonic oscillator	21-2
21-3	Moto armonico e moto circolare	21-5	21-3	Harmonic motion and circular motion	21-5
21-4	Condizioni iniziali	21-6	21-4	Initial conditions	21-6
21-5	Oscillazioni forzate	21-8	21-5	Forced oscillations	21-8
Capitolo 22 Algebra			Chapter 22 Algebra		
22-1	Addizione e moltiplicazione	22-1	22-1	Addition and multiplication	22-1
22-2	Le operazioni inverse	22-3	22-2	The inverse operations	22-3
22-3	Astrazione e generalizzazione	22-3	22-3	Abstraction and generalization	22-3
22-4	Approssimazione dei numeri irrazionali	22-5	22-4	Approximating irrational numbers	22-5
22-5	Numeri complessi	22-9	22-5	Complex numbers	22-9
22-6	Esponenti immaginari	22-12	22-6	Imaginary exponents	22-12

Capitolo 23	Risonanza	
23-1	Numeri complessi e moto armonico	23-1
23-2	L'oscillatore forzato con smorzamento	23-4
23-3	Risonanza elettrica	23-7
23-4	La risonanza in natura	23-10

Capitolo 24	I transienti	
24-1	L'energia di un oscillatore	24-1
24-2	Oscillazioni smorzate	24-3
24-3	Transienti elettrici	24-6

Capitolo 25	Sistemi lineari e rassegna	
25-1	Equazioni differenziali lineari	25-1
25-2	Sovrapposizione di soluzioni	25-3
25-3	Oscillazioni nei sistemi lineari	25-7
25-4	Le analogie in fisica	25-9
25-5	Impedenze in serie e in parallelo	25-12

Indice analitico

Chapter 23	Resonance	
23-1	Complex numbers and harmonic motion	23-1
23-2	The forced oscillator with damping	23-4
23-3	Electrical resonance	23-7
23-4	Resonance in nature	23-10

Chapter 24	Transients	
24-1	The energy of an oscillator	24-1
24-2	Damped oscillations	24-3
24-3	Electrical transients	24-6

Chapter 25	Linear Systems and Review	
25-1	Linear differential equations	25-1
25-2	Superposition of solutions	25-3
25-3	Oscillations in linear systems	25-7
25-4	Analogies in physics	25-9
25-5	Series and parallel impedances	25-12

Index