

LIVIO GRATTON

# **COSMOLOGIA**

LA VISIONE SCIENTIFICA DEL MONDO  
ATTRAVERSO I SECOLI

Gratton  
COSMOLOGIA  
Zanichelli

966250

ZANICHELLI

# Indice generale

## **PARTE PRIMA**

### **DALLE ORIGINI ALLA FINE DEL SECOLO XIX**

#### **Prefazione**

<b>La scalata al cielo</b>	<b>3</b>
Note	23

#### **1. Premessa epistemologica;**

##### **natura della conoscenza scientifico**

1. Scienza, linguaggio e realtà	25
2. Linguaggio e pensiero	30
3. Evoluzione del pensiero nei bambini	34
4. Spazio, tempo e causalità; i livelli della realtà	37
Note	45

#### **2. Cosmologie primitive e la rivoluzione greca**

1. Cosmologia e mito; la Genesi biblica	47
2. Altre antiche cosmologie	56
3. La rivoluzione greca. Emancipazione della scienza dal mito	65

4. L'astronomia dei greci	69
5. La fisica dei greci	77
Appendice	
A 2.1. <i>I nomi delle stelle</i>	88
Note	92

### 3. La rivoluzione occidentale

1. Il Medioevo	95
2. Copernico e Keplero	99
3. Galileo ed il conflitto con la Chiesa	109
Note	117

### 4. Il distacco della filosofia dalle scienze

1. La meccanica; Newton	120
2. La legge della gravitazione; azione a distanza ed etere	125
3. Ottica e meccanica nel secolo XVIII	129
4. La cosmologia di Kant; l'astronomia nel secolo XVIII	139
Appendici	
A 4.1. <i>La legge della gravitazione universale</i>	144
A 4.2. <i>Il principio di Huygens e l'interferenza</i>	146
A 4.3. <i>La velocità della luce e l'effetto Doppler</i>	150
A 4.4. <i>L'aberrazione della luce e la parallasse</i>	152
Note	156

### 5. Astronomia e fisica nel secolo XIX

1. Sviluppo dell'astronomia nel secolo XIX	158
2. Chimica e termodinamica	161
3. Atomismo e termodinamica; irreversibilità del tempo	166

4. L'elettromagnetismo; Faraday e Maxwell	175
Appendici	
A 5.1. <i>Il paradosso di Olbers</i>	184
A 5.2. <i>La velocità della luce</i>	186
Note	189

## PARTE SECONDA

### LA FISICA DEL SECOLO XX

#### 6. La teoria della relatività e la crisi del meccanicismo

1. La crisi del meccanicismo	193
2. Einstein	198
3. La teoria speciale della relatività	204
4. Fisica e geometria; spazio tempo e diagramma orario	208
5. Relatività dell'idea di contemporaneità	215
Appendici	
A 6.1. <i>Teoria dell'esperimento di Michelson e Morley</i>	222
A 6.2. <i>Trasformazione di Lorentz e composizione delle velocità</i>	225
A 6.3. <i>Quantità di moto; massa ed energia propria</i>	228
A 6.4. <i>Il paradosso dei gemelli</i>	231
Note	233

#### 7. La teoria relativistica della gravitazione (relatività generale)

1. Il principio di equivalenza	235
2. Digressione sugli spazi curvi	243
3. I principi della teoria della relatività generale	253

## VI      *Indice generale*

### Appendici

A 7.1. <i>L'esperimento di Eötvöss</i>	261
A 7.2. <i>Origine dei concetti fondamentali della geometria</i>	264
A 7.3. <i>Le rette parallele e le geometrie non-euclidee</i>	271
A 7.4. <i>Buchi neri (o buche nere)</i>	278
A 7.5. <i>Le tre prove cruciali della teoria della relatività generale</i>	285

Note	290
------	-----

## 8. *L'atomo e la meccanica quantistica*

1. Spettroscopia; Planck e il corpo nero	292
2. Atomi ed elettroni; il sistema periodico di Mendeleev	298
3. Il modello atomico di Rutherford-Bohr	301
4. La meccanica quantistica e la crisi della causalità	306
5. Meccanica quantistica e relatività	316

### Appendici

A 8.1. <i>Il sistema periodico degli elementi</i>	322
A 8.2. <i>Gli stati (orbite) dell'atomo di H secondo Bohr</i>	326
A 8.3. <i>Spin e momento magnetico</i>	329
A 8.4. <i>Spiegazione del sistema periodico degli elementi</i>	330
A 8.5. <i>L'effetto Compton</i>	334
A 8.6. <i>Breve discussione del concetto di sequenza casuale di eventi</i>	337

Note	340
------	-----

## 9. *Il mondo subatomico*

1. La radioattività	342
2. Nascita della fisica nucleare; il neutrone	347

3. L'elettrone positivo e l'antimateria; particelle virtuali	352
4. Principi della teoria quantistica dei campi	355
5. La fisica delle alte energie e la "guerra degli infiniti"	362
6. Particelle elementari; leptoni e quark e loro interazioni	367
7. Unificazione dei campi; simmetrie	372
8. La grande unificazione ed il limite delle teorie fisiche attuali	380
Appendici	
A 9.1. Famiglie radioattive; reazioni nucleari e radioattività artificiale	386
A 9.2. I raggi cosmici	390
A 9.3. Il modello a quark; spettroscopia degli adroni	393
A 9.4. Significato della carica debole	398
Note	404

## PARTE TERZA

### ASTROFISICA E COSMOLOGIA NEL SECOLO XX

#### 10. Astrofisica; struttura ed evoluzione delle stelle

1. L'esplosione dell'astrofisica	410
2. Struttura ed evoluzione di una stella	418
3. Sorgenti di energia stellare; reazioni termonucleari	423
4. La fine dell'evoluzione di una stella	441
Appendici	
A 10.1. I principali dati fisici delle stelle	444
A 10.2. Reazioni termonucleari	450
A 10.3. Stelle variabili	454
A 10.4. Supernovae e pulsar; sorgenti X	456
Note	464

11. *L'estrofisica: la Galassia e le galassie*

1. Galassia e galassie; Dort, Lindblad e la struttura della Galassia	466
2. Hubble e la relazione tra velocità e distanza	473
3. Modello evolutivo e popolazioni stellari	476
4. La struttura spirale della Galassia	481
5. Radiogalassie; nuclei galattici e quasar	486
6. Cluster e supercluster; i vuoti	493

## Appendici

A 11.1. <i>La rotazione galattica</i>	501
A 11.2. <i>La struttura spirale della Galassia</i>	511
A 11.3. <i>La regione centrale della Galassia</i>	518

Note	527
------	-----

12. *Cosmologia; il big bang classico*

1. Relatività e cosmologia. Friedmann	529
2. Il tempo cosmico o universale	532
3. Modelli d'universo; il big bang	536
4. I parametri osservativi fondamentali e l'età dell'universo	541
5. La radiazione cosmica	547
6. Ancora sui parametri fondamentali	553
7. Evoluzione delle galassie ed età delle quasar	561

## Appendici

A 12.1. <i>Modello composito di universo (big bang canonico)</i>	568
A 12.2. <i>Distanza delle galassie e costante di Hubble</i>	572
A 12.3. <i>Masse delle galassie</i>	579
A 12.4. <i>Relazione tra il redshift ed il tempo di emissione; conteggi di radiosorgenti</i>	581

Note	588
------	-----

**13. Cosmologia fisica; l'universo inflazionario e la  
formazione delle galassie. Conclusione**

1. Sintesi cosmica dei nuclei atomici (leggeri)	590
2. Scomparsa dell'antimateria	598
3. Quasi-euclideanità dello spazio; problema dell'orizzonte	602
4. L'universo inflazionario	605
5. Formazione delle galassie e dei supercluster	610
6. Conclusione	616

**Appendici**

<i>A 13.1. Composizione chimica del gas primor- diale</i>	621
<i>A 13.2. Euclideanità degli spazi <math>S_3</math>; orizzon- ti</i>	623
<i>A 13.3. Il vecchio ed il nuovo scenario del- l'inflazione</i>	625

<b>Note</b>	629
-------------	-----

<b>Indice dei nomi</b>	631
------------------------	-----

<b>Indice delle materie</b>	639
-----------------------------	-----

<b>Tavole fuori testo</b>	651
---------------------------	-----