

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος των επιστημονικών επιμελητών	
της ελληνικής έκδοσης	ix
Εισαγωγή στη δεύτερη έκδοση	xiii
Από την εισαγωγή στην πρώτη έκδοση	xvii

ΜΕΡΟΣ Α

ΟΙ ΑΠΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΚΟΣΜΟΛΟΓΙΑΣ

Κεφάλαιο 1. Η Αστρονομία της αρχαίας Ελλάδας

1.1 Οι κινήσεις των άστρων, του Ήλιου	
και των πλανητών	5
1.2 Το πλατωνικό πρόβλημα	8
1.3 Το αριστοτελικό σύστημα	9
1.4 Πόσο μεγάλη είναι η Γη;	13
1.5 Η ηλιοκεντρική θεωρία	15
1.6 Τροποποιημένες γεωκεντρικές θεωρίες	17
1.7 Η επιτυχία του πτολεμαϊκού συστήματος	20

Κεφάλαιο 2. Η ηλιοκεντρική θεωρία του Κοπέρνικου

2.1 Η αναγεννημένη Ευρώπη	25
2.2 Το κοπερνίκειο σύστημα	26
2.3 Η υποστήριξη του συστήματος	32
2.4 Η αντίδραση στη θεωρία του Κοπέρνικου	34
2.5 Ιστορικές συνέπειες	36

Κεφάλαιο 3. Σχετικά με τη φύση της επιστημονικής θεωρίας

3.1 Ο σκοπός των θεωριών	39
3.2 Κριτήρια για μια καλή θεωρία	
στη φυσική επιστήμη	43

Κεφάλαιο 4. Οι νόμοι του Κέπλερ

4.1 Η ζωή του Γιοχάννες Κέπλερ	49
4.2 Ο πρώτος νόμος του Κέπλερ	51
4.3 Ο δεύτερος νόμος του Κέπλερ	53
4.4 Ο τρίτος νόμος του Κέπλερ	56
4.5 Η νέα έννοια του φυσικού νόμου	57

Κεφάλαιο 5. Ο Γαλιλαίος και η νέα Αστρονομία

5.1 Η ζωή του Γαλιλαίου	62
5.2 Τα τεκμήρια από το τηλεσκόπιο	
υπέρ του κοπερνίκειου συστήματος	64
5.3 Προς μία φυσική θεμελίωση του ηλιοκεντρικού	
συστήματος	67
5.4 Επιστήμη και ελευθερία	73

ΜΕΡΟΣ Β

Η ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Κεφάλαιο 6. Τα Μαθηματικά και η περιγραφή της κίνησης

6.1 Καρτέσιος	81
6.2 Σταθερή ταχύτητα	83
6.3 Η έννοια της μέσης ταχύτητας	87
6.4 Στιγμαία ταχύτητα	88
6.5 Επιτάχυνση	90
6.6 Η γραφική απόδειξη του θεωρήματος	
της μέσης ταχύτητας από τον Ορέμ	93
6.7 Οι εξισώσεις της κίνησης	
με σταθερή επιτάχυνση	94

Κεφάλαιο 7. Ο Γαλιλαίος και η κινηματική της ελεύθερης πτώσης

7.1	Εισαγωγή	101
7.2	Η αριστοτελική Φυσική	103
7.3	Οι δύο νέες επιστήμες του Γαλιλαίου	107
7.4	Η μελέτη του Γαλιλαίου για την επιταχυνόμενη κίνηση	110

Κεφάλαιο 8. Η κίνηση των βλημάτων

8.1	Βλήμα με αρχική οριζόντια κίνηση	119
8.2	Εισαγωγή στα διανύσματα	124
8.3	Η γενική περίπτωση της κίνησης του βλήματος ...	127
8.4	Εφαρμογές του νόμου της κίνησης του βλήματος ...	131
8.5	Τα συμπεράσματα του Γαλιλαίου	132
8.6	Σύνοψη	133

ΜΕΡΟΣ Γ

ΟΙ ΝΟΜΟΙ ΚΑΙ ΤΟ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ

Κεφάλαιο 9. Οι νόμοι του Νεύτωνα για την κίνηση

9.1	Η επιστήμη κατά τον 17ο αιώνα	141
9.2	Μια σύντομη σκιαγράφηση της ζωής του Νεύτωνα	144
9.3	Οι Αρχές (<i>Principia</i>) του Νεύτωνα	145
9.4	Ο πρώτος νόμος του Νεύτωνα για την κίνηση ...	149
9.5	Ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα για την κίνηση ...	151
9.6	Πρότυπο μάζας	154
9.7	Βάρος	155
9.8	Ζυγός με ισομήκεις βραχίονες	158
9.9	Αδρανειακή και βαρυτική μάζα	159
9.10	Παραδείγματα και εφαρμογές του δεύτερου νόμου του Νεύτωνα για την κίνηση	160
9.11	Ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα για την κίνηση	163
9.12	Παραδείγματα και εφαρμογές του τρίτου νόμου του Νεύτωνα	164

Κεφάλαιο 10. Περιστροφική κίνηση

10.1	Η κινηματική της ομαλής κυκλικής κίνησης	171
10.2	Κεντρομόλος επιτάχυνση	174
10.3	Η εξαγωγή του μαθηματικού τύπου για την κεντρομόλο δύναμη	177

Κεφάλαιο 11. Ο νόμος του Νεύτωνα για την παγκόσμια έλξη

11.1	Η παραγωγή του νόμου της παγκόσμιας έλξης ...	179
11.2	Οι ελκόμενοι πλανήτες και ο τρίτος νόμος του Κέπλερ	185
11.3	Το πείραμα του Κάβεντις: Η σταθερά της βαρύτητας	187
11.4	Οι μάζες της Γης, του Ήλιου και των πλανητών ...	189
11.5	Ορισμένες από τις επιρροές που είχε δεχθεί το έργο του Νεύτωνα	192
11.6	Ορισμένες συνέπειες του νόμου της παγκόσμιας έλξης	193
11.7	Η ανακάλυψη νέων πλανητών μέσω της χρησιμοποίησης της θεωρίας του Νεύτωνα για τη βαρύτητα	197
11.8	Ο «νόμος του Μπόντε»: Μια φαινομενική κανονικότητα στις θέσεις των πλανητών	200
11.9	Βαρύτητα και γαλαξίες	206
11.10	«Δεν επινοώ υποθέσεις»	208
11.11	Η θέση του Νεύτωνα στη σύγχρονη επιστήμη	211

ΜΕΡΟΣ Δ

ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

Κεφάλαιο 12. Σχετικά με τη φύση των εννοιών

12.1	Εισαγωγή: Η αναζήτηση σταθεροτήτων κατά την αλλαγή	219
12.2	Επιστήμη και μη επιστήμη	220
12.3	Η έλλειψη μιας μοναδικής μεθόδου	222

12.4	Φυσικές έννοιες: Μέτρηση και ορισμός	224
12.5	Έννοιες και προτάσεις που δεν φέρουν φυσικό νόημα	227
12.6	Πρωτογενή και δευτερογενή μεγέθη	229
12.7	Μαθηματικός νόμος και αφαίρεση	230
12.8	Εξήγηση	234

Κεφάλαιο 13. Σχετικά με τον δυαδικό χαρακτήρα και την ανάπτυξη της επιστήμης

13.1	Το ελεύθερον της δημιουργικότητας	237
13.2	«Ιδιωτική» επιστήμη και «δημόσια» επιστήμη ...	239
13.3	Η φυσική επιλογή των εννοιών της Φυσικής	241
13.4	Κίνητρο	243
13.5	Αντικειμενικότητα	246
13.6	Γεγονός και ερμηνεία	248
13.7	Πώς αναπτύσσεται η επιστήμη	250
13.8	Επακόλουθα του προτύπου	252

Κεφάλαιο 14. Σχετικά με την ανακάλυψη νόμων

14.1	Απόψεις σχετικά με την επιστημονική διαδικασία	263
14.2	Μια αλληλουχία στοιχείων κατά τις διατυπώσεις των νόμων	269
14.3	Οι περιορισμοί του φυσικού νόμου	274
14.4	Το θεματικό στοιχείο στην επιστήμη	276
14.5	Το περιεχόμενο της επιστήμης: Σύνοψη	284

ΜΕΡΟΣ Ε

ΟΙ ΝΟΜΟΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ

Κεφάλαιο 15. Ο νόμος της διατήρησης της μάζας

15.1	Προοίμιο στον νόμο διατήρησης	293
15.2	Βήματα προς τη διατύπωση του νόμου	294
15.3	Η πειραματική απόδειξη του Λαβουαζιέ	295
15.4	Διατηρείται πράγματι η μάζα;	297

Κεφάλαιο 16. Ο νόμος της διατήρησης της ορμής

16.1	Εισαγωγή	301
16.2	Ορισμός της ορμής	303
16.3	Η ορμή και οι νευτώνειοι νόμοι της κίνησης	305
16.4	Παραδείγματα που αφορούν κρούσεις	307
16.5	Παραδείγματα που αφορούν εκρήξεις	309
16.6	Περισσότερα παραδείγματα	310
16.7	Έχει ορμή το φως;	311

Κεφάλαιο 17. Ο νόμος της διατήρησης της ενέργειας

17.1	Ο Κριστιάν Χόυχενς και η έννοια της <i>vis viva</i>	315
17.2	Προκαταρκτικές ερωτήσεις: Η βαριά	319
17.3	Η έννοια του έργου	321
17.4	Διάφορες μορφές ενέργειας	322
17.5	Ο νόμος της διατήρησης: Αρχική μορφή και εφαρμογές	325
17.6	Επεκτάσεις του νόμου της διατήρησης	330
17.7	Το ιστορικό υπόβαθρο του γενικευμένου νόμου της διατήρησης της ενέργειας – Η φύση της θερμότητας	337
17.8	Η ανακάλυψη της διατήρησης της ενέργειας από τον Μάγερ	345
17.9	Τα πειράματα του Τζουλ σχετικά με τη διατήρηση της ενέργειας	350
17.10	Γενική παρουσίαση του ΝΔΕ	354

Κεφάλαιο 18. Ο νόμος του διασκορπισμού της ενέργειας

18.1	Η απόρριψη της «νευτώνειας κοσμικής μηχανής» από τον Νεύτωνα	364
18.2	Το πρόβλημα της ψύξης της Γης	367
18.3	Ο δεύτερος νόμος της Θερμοδυναμικής και ο διασκορπισμός της ενέργειας	370
18.4	Εντροπία και θερμικός θάνατος	373

ΜΕΡΟΣ ΣΤ**ΟΙ ΑΠΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ
ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗ ΧΗΜΕΙΑ****Κεφάλαιο 19. Η Φυσική των αερίων**

19.1 Η φύση των αερίων – Πρώιμες έννοιες	381
19.2 Ατμοσφαιρική πίεση	384
19.3 Ο γενικός νόμος των αερίων	388
19.4 Δύο μοντέλα της δομής των αερίων	391

Κεφάλαιο 20. Η ατομική θεωρία της Χημείας

20.1 Χημικά στοιχεία και άτομα	395
20.2 Το μοντέλο των αερίων του Ντάλτον	397
20.3 Οι ιδιότητες του χημικού ατόμου του Ντάλτον	400
20.4 Τα σύμβολα του Ντάλτον για την παράσταση των στοιχείων	401
20.5 Ο νόμος των σταθερών αναλογιών	403
20.6 Ο κανόνας της απλότητας του Ντάλτον	404
20.7 Τα πρώτα επιτεύγματα της θεωρίας του Ντάλτον	405
20.8 Ο νόμος της κατ' όγκον ένωσης αντιδρώντων αερίων του Γκε-Λυσάκ	409
20.9 Το μοντέλο των αερίων του Αβογκάντρο	410
20.10 Αποτίμηση της θεωρίας του Αβογκάντρο	413
20.11 Η Χημεία μετά τον Αβογκάντρο: Η έννοια του σθένους	415
20.12 Μοριακά βάρη	419

Κεφάλαιο 21. Το περιοδικό σύστημα των στοιχείων

21.1 Η αναζήτηση κανονικότητας στον κατάλογο των στοιχείων	425
21.2 Το αρχικό περιοδικό σύστημα των στοιχείων	427
21.3 Συνέπειες του περιοδικού νόμου	433
21.4 Το σύγχρονο περιοδικό σύστημα	435

Κεφάλαιο 22. Η κινητική-μοριακή θεωρία των αερίων

22.1 Εισαγωγή	439
22.2 Ορισμένες ποιοτικές επιτυχίες της κινητικής-μοριακής θεωρίας	443
22.3 Το μοντέλο των αερίων και οι παραδοχές της κινητικής θεωρίας	445
22.4 Εξαγωγή της εξίσωσης της πίεσης	451
22.5 Συνέπειες και επαλήθευση της κινητικής θεωρίας	455
22.6 Η κατανομή των μοριακών ταχυτήτων	460
22.7 Πρόσθετα αποτελέσματα και περαιτέρω επαλήθευση της κινητικής θεωρίας	467
22.8 Οι ειδικές θερμοότητες των αερίων	469
22.9 Το πρόβλημα της μη αναστρεψιμότητας στην κινητική θεωρία: Ο δαίμονας του Μάξγουελ	475
22.10 Το παράδοξο της αένης επιστροφής	479

ΜΕΡΟΣ Ζ**ΦΩΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ****Κεφάλαιο 23. Η κυματική θεωρία του φωτός**

23.1 Θεωρίες της διάθλασης και η ταχύτητα του φωτός	487
23.2 Η διάδοση περιοδικών κυμάτων	492
23.3 Η κυματική θεωρία των Γιανγκ και Φρενέλ	496

Κεφάλαιο 24. Ηλεκτροστατική

24.1 Εισαγωγή	501
24.2 Ηλέκτριση μέσω τριβής	501
24.3 Ο νόμος της διατήρησης του φορτίου	503
24.4 Το σύγχρονο μοντέλο ήλεκτρισης	503
24.5 Μονωτές και αγωγοί	505
24.6 Το ηλεκτροσκόπιο	507
24.7 Ο νόμος του Κουλόμπ για την Ηλεκτροστατική	509

24.8 Το ηλεκτροστατικό πεδίο	512
24.9 Οι δυναμικές γραμμές	514
24.10 Διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού – Ποιοτική ανάλυση	515
24.11 Διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού – Ποσοτική ανάλυση	517
24.12 Χρήσεις της έννοιας του δυναμικού	519
24.13 Ηλεκτροχημεία	521
24.14 Η ατομικότητα του φορτίου	522

Κεφάλαιο 25. Η θεωρία του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου

25.1 Εισαγωγή	525
25.2 Ρεύματα και μαγνήτες	526
25.3 Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα και ο αιθέρας	531
25.4 Τα πειράματα του Χερτς	536

Κεφάλαιο 26. Η κβαντική θεωρία του φωτός

26.1 Συνεχή φάσματα εκπομπής	541
26.2 Ο εμπειρικός τύπος εκπομπής του Πλανκ	545
26.3 Η κβαντική υπόθεση	547
26.4 Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο	553
26.5 Η θεωρία του φωτονίου του Άινστάιν	556
26.6 Το δίλημμα μεταξύ φωτονίου και κύματος	560
26.7 Εφαρμογές της έννοιας του φωτονίου	562
26.8 Η κβάντωση στην επιστήμη	563

ΜΕΡΟΣ Η

ΤΟ ΑΤΟΜΟ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ

Κεφάλαιο 27. Η ραδιενέργεια και το πυρηνικό άτομο

27.1 Ισότοπα	571
27.2 Ο χρόνος υποδιπλασιασμού των ραδιενεργών στοιχείων	575
27.3 Οι ραδιενεργές σειρές	577

27.4 Το πυρηνικό μοντέλο του Ράδερχφοντ	580
27.5 Τα φάσματα ακτίνων Χ του Μόουζλυ	587
27.6 Πρόσθετες έννοιες της πυρηνικής δομής	590

Κεφάλαιο 28. Το ατομικό πρότυπο του Μπορ

28.1 Γραμμικά φάσματα εκπομπής	595
28.2 Γραμμικά φάσματα απορρόφησης	597
28.3 Ο τύπος του Μπάλμερ	601
28.4 Ο Νιλς Μπορ και το πρόβλημα της ατομικής δομής	605
28.5 Ενεργειακές στάθμες στα άτομα του υδρογόνου	606
28.6 Περαιτέρω εξελίξεις	615

Κεφάλαιο 29. Κβαντομηχανική

29.1 Μια κρίση στα θεμέλια της Φυσικής	621
29.2 Η κυματική φύση της ύλης	622
29.3 Γνώση και πραγματικότητα στην Κβαντομηχανική	627

Κεφάλαιο 30. Η θεωρία της σχετικότητας του Άινστάιν

30.1 Σύντομη βιογραφία του Άλμπερτ Άινστάιν	635
30.2 Η συστολή Φιτς-Σέρεντ-Λόρεντς	639
30.3 Η διατύπωση του Άινστάιν (1905)	643
30.4 Οι εξισώσεις μετασχηματισμού του Γαλιλαίου	645
30.5 Η σχετικότητα του ταυτόχρονου	648
30.6 Οι σχετικιστικές εξισώσεις μετασχηματισμού (Μετασχηματισμός του Λόρεντς)	651
30.7 Συνέπειες και παραδείγματα	659
30.8 Η ισοδυναμία μάζας και ενέργειας	660
30.9 Πυρηνική μεταστοιχείωση	664
30.10 Παρατηρήσεις για τη γενική θεωρία της σχετικότητας	666

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα Ι. Τιμές φυσικών μεγεθών, θεμελιώδεις
σταθερές και αστρονομικά δεδομένα 675

Παράρτημα ΙΙ. Πίνακας συντελεστών
μετατροπής μονάδων 678

Παράρτημα ΙΙΙ. Αλφαβητικός κατάλογος
των στοιχείων 679

Παράρτημα ΙV. Το περιοδικό σύστημα
των στοιχείων 681

Παράρτημα V. Σύνοψη ορισμένων
τριγωνομετρικών σχέσεων 682

Παράρτημα VI. Τιμές των τριγωνομετρικών
συναρτήσεων 685

Παράρτημα VII. Συστήματα μονάδων 686

Παράρτημα VIII. Διανυσματική Άλγεβρα 689

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 695

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ 719