

Πρόλογος του επιμελητή	21
Πρόλογος Ξενόγλωσσης Έκδοσης	23
Ευχαριστίες	27
Κεφάλαιο 1 Μετρήσεις	29
Κεφάλαιο 2 Κίνηση σε Ευθεία Γραμμή	44
Κεφάλαιο 3 Διανύσματα	84
Κεφάλαιο 4 Κίνηση σε Δύο και Τρεις Διαστάσεις	114
Κεφάλαιο 5 Δύναμη και Κίνηση – I	157
Κεφάλαιο 6 Δύναμη και Κίνηση – II	196
Κεφάλαιο 7 Κινητική Ενέργεια και Έργο	227
Κεφάλαιο 8 Δυναμική Ενέργεια και Διατήρηση της Ενέργειας	264
Κεφάλαιο 9 Κέντρο Μάζας και Γραμμική Ορμή	314
Κεφάλαιο 10 Περιστροφική Κίνηση	368
Κεφάλαιο 11 Κύλιση, Ροπή και Στροφορμή	417
Κεφάλαιο 12 Ισορροπία και Ελαστικότητα	459
Κεφάλαιο 13 Βαρύτητα	493
Κεφάλαιο 14 Ρευστά	533
Κεφάλαιο 15 Ταλαντώσεις	570
Κεφάλαιο 16 Κύματα – I	608
Κεφάλαιο 17 Κύματα – II	651
Κεφάλαιο 18 Θερμοκρασία, Θερμότητα και ο Πρώτος Νόμος της Θερμοδυναμικής	694
Κεφάλαιο 19 Η Κινητική Θεωρία των Αερίων	739
Κεφάλαιο 20 Εντροπία και ο Δεύτερος Νόμος της Θερμοδυναμικής	781
Κεφάλαιο 21 Ο Νόμος του Coulomb	815
Κεφάλαιο 22 Ηλεκτρικά Πεδία	843
Κεφάλαιο 23 Ο Νόμος του Gauss	879
Κεφάλαιο 24 Ηλεκτρικό Δυναμικό	912
Κεφάλαιο 25 Χωρητικότητα	951
Κεφάλαιο 26 Ρεύμα και Αντίσταση	985
Κεφάλαιο 27 Κυκλώματα	1015
Κεφάλαιο 28 Μαγνητικά Πεδία	1054
Κεφάλαιο 29 Μαγνητικά Πεδία που Οφείλονται σε Ηλεκτρικά Ρεύματα	1094
Κεφάλαιο 30 Επαγωγή και Αυτεπαγωγή	1127
Κεφάλαιο 31 Ηλεκτρομαγνητικές Ταλαντώσεις και Εναλλασσόμενο Ρεύμα	1173
Κεφάλαιο 32 Εξισώσεις Maxwell, Μαγνητισμός της Ύλης	1220
Κεφάλαιο 33 Ηλεκτρομαγνητικά Κύματα	1259
Κεφάλαιο 34 Είδωλα	1303
Κεφάλαιο 35 Συμβολή	1346
Κεφάλαιο 36 Περίθλαση	1387
Κεφάλαιο 37 Σχετικότητα	1429
Παραρτήματα	1473
Απαντήσεις	1487
Ευρετήριο	1501

Πρόλογος του επιμελητή 21

Πρόλογος Ξενόγλωσσας Έκδοσης 23

Ευχαριστίες 27

1 | Μετρήσεις 29

1-1 ΜΕΤΡΩΝΤΑΣ ΜΕΓΕΘΗ:

Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 29

Φυσική Σημασία 29

Μετρώντας Μεγέθη 29

Το Διεθνές Σύστημα Μονάδων – S.I. 30

Μετατροπές Μονάδων 31

Μήκος 32

Σημαντικά Ψηφία και Δεκαδικές Θέσεις 33

1-2 ΧΡΟΝΟΣ 33

Χρόνος 34

1-3 ΜΑΖΑ 35

Μάζα 35

| ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ 37

| ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ 37

2 | Κίνηση σε Ευθεία Γραμμή 44

2-1 ΘΕΣΗ, ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΚΑΙ ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ 44

Φυσική Σημασία 44

Κίνηση 45

Θέση και Μετατόπιση 45

Μέση Ταχύτητα

και Μέση Αριθμητική Ταχύτητα 46

2-2 ΣΤΙΓΜΙΑΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΕΤΡΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ 50

Στιγμιαία Ταχύτητα και Μέτρο Ταχύτητας 50

2-3 ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ 52

Επιτάχυνση 53

2-4 ΣΤΑΘΕΡΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ 56

Σταθερή Επιτάχυνση:

Μια Ειδική Περίπτωση 56

Μια Εναλλακτική Προσέγγιση

της Κίνησης με Σταθερή Επιτάχυνση 61

2-5 ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΠΤΩΣΗ 62

Επιτάχυνση στην Ελεύθερη Πτώση 62

2-6 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ ΣΕ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ 64

Ανάλυση Κίνησης με τη Μέθοδο

της Ολοκλήρωσης σε Διαγράμματα 65

| ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ 67

| ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ 68 | ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ 69

3 | Διανύσματα 84

3-1 ΤΑ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΑ

ΚΑΙ ΟΙ ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΤΟΥΣ 84

Φυσική Σημασία 84

Διανύσματα και Βαθμωτά Μεγέθη 84

Πρόσθεση Διανυσμάτων Γεωμετρικά 85

Συνιστώσες των Διανυσμάτων 87

3-2 ΜΟΝΑΔΙΑΙΑ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΑ, ΠΡΟΣΘΕΣΗ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΩΝ

ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΩΝ ΣΥΝΙΣΤΩΣΩΝ ΤΟΥΣ 92

Μοναδιαία Διανύσματα 92

Πρόσθεση Διανυσμάτων

με τη Βοήθεια των Συνιστωσών τους 93

Διανύσματα και Νόμοι της Φυσικής 94

3-3 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΩΝ 95

Πολλαπλασιασμός Διανυσμάτων 96

| ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ 102

| ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ 103 | ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ 105

4 | Κίνηση σε Δύο και Τρεις Διαστάσεις 114

4-1 ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ 114

Φυσική Σημασία 114

Θέση και Μετατόπιση 115

4-2 ΜΕΣΗ ΚΑΙ ΣΤΙΓΜΙΑΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑ 117

Μέση και Στιγμιαία Ταχύτητα 117

4-3 ΜΕΣΗ ΚΑΙ ΣΤΙΓΜΙΑΙΑ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ 120

Μέση και Στιγμιαία Επιτάχυνση 121

- 4-4 ΠΛΑΓΙΑ ΒΟΛΗ** 123
Πλάγια Βολή 124
- 4-5 ΟΜΑΛΗ ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ** 131
Ομαλή Κυκλική Κίνηση 132
- 4-6 ΣΧΕΤΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ ΣΕ ΜΙΑ ΔΙΑΣΤΑΣΗ** 134
Σχετική Κίνηση σε Μία Διάσταση 135
- 4-7 ΣΧΕΤΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ ΣΕ ΔΥΟ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ** 137
Σχετική Κίνηση σε Δύο Διαστάσεις 137
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 139
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 140 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 142

5 | Δύναμη και Κίνηση – I 157

- 5-1 Ο ΠΡΩΤΟΣ ΚΑΙ Ο ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ** 157
Φυσική Σημασία 157
Νευτώνεια Μηχανική 158
Πρώτος Νόμος του Νεύτωνα 158
Δύναμη 159
Μάζα 161
Δεύτερος Νόμος του Νεύτωνα 162
- 5-2 ΟΡΙΣΜΕΝΕΣ ΕΙΔΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ** 166
Ορισμένες Ειδικές Περιπτώσεις Δυνάμεων 167
- 5-3 ΕΦΑΡΜΟΖΟΝΤΑΣ ΤΟΥΣ ΝΟΜΟΥΣ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ** 171
Τρίτος Νόμος του Νεύτωνα 172
Εφαρμόζοντας τους Νόμους του Νεύτωνα 173
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 182
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 183 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 185

6 | Δύναμη και Κίνηση – II 196

- 6-1 ΤΡΙΒΗ** 196
Φυσική Σημασία 196
Τριβή 196
Ιδιότητες της Τριβής 199
- 6-2 ΟΠΙΣΘΕΛΚΟΥΣΑ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΟΡΙΑΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ** 203
Οπισθέλκουσα Δύναμη και Οριακή Ταχύτητα 203
- 6-3 ΟΜΑΛΗ ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ** 206
Ομαλή Κυκλική Κίνηση 207
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 211
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 212 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 213

7 | Κινητική Ενέργεια και Έργο 227

- 7-1 ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ** 227
Φυσική Σημασία 227
Τι Είναι η Ενέργεια; 227
Κινητική Ενέργεια 228
- 7-2 ΕΡΓΟ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ** 229
Έργο Δύναμης 230
Έργο και Κινητική Ενέργεια 230
- 7-3 ΕΡΓΟ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΡΥΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ** 235
Έργο Παραγόμενο από τη Βαρυτική Δύναμη 235
- 7-4 ΕΡΓΟ ΔΥΝΑΜΗΣ ΕΛΑΤΗΡΙΟΥ** 240
Έργο Δύναμης Ελατηρίου 240
- 7-5 ΕΡΓΟ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΕΤΑΙ ΑΠΟ ΜΙΑ ΓΕΝΙΚΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΔΥΝΑΜΗ** 244
Έργο που Παράγεται από μια Γενική Μεταβλητή Δύναμη 244
- 7-6 ΙΣΧΥΣ** 249
Ισχύς 249
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 251
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 253 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 254

8 | Δυναμική Ενέργεια και Διατήρηση της Ενέργειας 264

- 8-1 ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ** 264
Φυσική Σημασία 264
Έργο και Δυναμική Ενέργεια 265
Ανεξαρτησία του Έργου από τη Διαδρομή και Συντηρητικές Δυνάμεις 267
Προσδιορισμός των Τιμών της Δυναμικής Ενέργειας 269
- 8-2 ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ** 272
Διατήρηση της Μηχανικής Ενέργειας 272
- 8-3 ΔΙΑΒΑΖΟΝΤΑΣ ΜΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ** 276
Διαβάζοντας μια Καμπύλη Δυναμικής Ενέργειας 277
- 8-4 ΕΡΓΟ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟ ΑΠΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΣΕ ΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑ** 281
Έργο Παραγόμενο από Εξωτερική Δύναμη σε ένα Σύστημα 281

- 8-5** ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 285
 Διατήρηση της Ενέργειας 286
 | **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 291
 | **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 293 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 295

9 | Κέντρο Μάζας και Γραμμική Ορμή 314

- 9-1** ΚΕΝΤΡΟ ΜΑΖΑΣ 314
 Φυσική Σημασία 314
 Το Κέντρο Μάζας 315
- 9-2** Ο ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ ΓΙΑ ΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ 319
 Ο Δεύτερος Νόμος του Νεύτωνα για ένα Σύστημα Σωματιδίων 319
- 9-3** ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΟΡΜΗ 323
 Γραμμική Ορμή 324
 Η Γραμμική Ορμή ενός Συστήματος Σωματιδίων 325
- 9-4** ΚΡΟΥΣΗ ΚΑΙ ΩΘΗΣΗ 325
 Κρούση και Ωθηση 326
- 9-5** ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΟΡΜΗΣ 330
 Διατήρηση της Γραμμικής Ορμής 331
- 9-6** ΟΡΜΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΙΣ ΚΡΟΥΣΕΙΣ 334
 Ορμή και Κινητική Ενέργεια στις Κρούσεις 334
 Ανελαστικές Κρούσεις σε Μία Διάσταση 335
- 9-7** ΕΛΑΣΤΙΚΕΣ ΚΡΟΥΣΕΙΣ ΣΕ ΜΙΑ ΔΙΑΣΤΑΣΗ 338
 Ελαστικές Κρούσεις σε Μία Διάσταση 339
- 9-8** ΚΡΟΥΣΕΙΣ ΣΕ ΔΥΟ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ 342
 Κρούσεις σε Δύο Διαστάσεις 343
- 9-9** ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΜΑΖΑΣ: Ο ΠΥΡΑΥΛΟΣ 344
 Συστήματα Μεταβλητής Μάζας: Ο Πύραυλος 344
 | **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 346
 | **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 348 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 350

10 | Περιστροφική Κίνηση 368

- 10-1** ΟΙ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 368
 Φυσική Σημασία 369
 Οι Μεταβλητές της Περιστροφικής Κίνησης 370
 Είναι τα Γωνιακά Μεγέθη Διανύσματα; 376

- 10-2** ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΗ ΓΩΝΙΑΚΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ 378
 Περιστροφική Κίνηση με Σταθερή Γωνιακή Επιτάχυνση 378
- 10-3** ΣΥΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΣ ΤΙΣ ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΜΕ ΤΙΣ ΓΩΝΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ 380
 Συσχετίζοντας τις Γραμμικές με τις Γωνιακές Μεταβλητές 381
- 10-4** ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 385
 Κινητική Ενέργεια Περιστροφικής Κίνησης 385
- 10-5** ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΝΤΑΣ ΤΗ ΡΟΠΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ 387
 Υπολογίζοντας τη Ροπή Αδράνειας 387
- 10-6** ΡΟΠΗ 392
 Ροπή 392
- 10-7** Ο ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ 394
 Ο Δεύτερος Νόμος του Νεύτωνα για την Περιστροφική Κίνηση 394
- 10-8** ΕΡΓΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 399
 Έργο και Περιστροφική Κινητική Ενέργεια 399
 | **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 402
 | **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 403 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 405

11 | Κύλιση, Ροπή και Στροφορμή 417

- 11-1** Η ΚΥΛΙΣΗ ΩΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ 417
 Φυσική Σημασία 417
 Η Κύλιση ως Συνδυασμός Μεταφοράς και Περιστροφής 417
- 11-2** ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΥΛΙΣΗ 420
 Η Κινητική Ενέργεια της Κύλισης 420
 Οι Δυνάμεις στην Κύλιση 421
- 11-3** ΤΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ ΓΙΟΓΙΟ 424
 Το Γιογιό 424
- 11-4** ΕΠΑΝΕΞΕΤΑΣΗ ΤΗΣ ΡΟΠΗΣ 425
 Επανεξέταση της Ροπής 426
- 11-5** ΣΤΡΟΦΟΡΜΗ 428
 Στροφορμή 429
- 11-6** Ο ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ ΣΕ ΓΩΝΙΑΚΗ ΜΟΡΦΗ 431
 Ο Δεύτερος Νόμος του Νεύτωνα σε Γωνιακή Μορφή 431

- 11-7** ΣΤΡΟΦΟΡΜΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ 434
 Η Στροφορμή ενός Συστήματος Σωματιδίων 435
 Στροφορμή ενός Στερεού Σώματος
 που Περιστρέφεται Γύρω από Σταθερό Άξονα 436
- 11-8** ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΡΟΦΟΡΜΗΣ 439
 Διατήρηση της Στροφορμής 439
- 11-9** ΜΕΤΑΠΤΩΣΗ ΕΝΟΣ ΓΥΡΟΣΚΟΠΙΟΥ 444
 Μετάπτωση ενός Γυροσκοπίου 444
 | ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ 446
 | ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ 447 | ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ 449

12 | Ισορροπία και Ελαστικότητα 459

- 12-1** ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ 459
 Φυσική Σημασία 459
 Ισορροπία 459
 Οι Προϋποθέσεις της Ισορροπίας 461
 Το Κέντρο Βάρους 463
- 12-2** ΟΡΙΣΜΕΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ
 ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ 464
 Ορισμένα Παραδείγματα
 Στατικής Ισορροπίας 465
- 12-3** ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ 471
 Απροσδιόριστες Δομές 472
 Ελαστικότητα 473
 | ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ 477
 | ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ 478 | ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ 480

13 | Βαρύτητα 493

- 13-1** Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ ΓΙΑ ΤΗ ΒΑΡΥΤΗΤΑ 493
 Φυσική Σημασία 493
 Ο Νόμος του Νεύτωνα για τη Βαρύτητα 494
- 13-2** Η ΒΑΡΥΤΗΤΑ
 ΚΑΙ Η ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΥΠΕΡΘΕΣΗΣ 496
 Η Βαρύτητα και η Αρχή της Υπέρθεσης 496
- 13-3** Η ΒΑΡΥΤΗΤΑ ΚΟΝΤΑ
 ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΗΣ ΓΗΣ 499
 Η Βαρύτητα Κοντά στην Επιφάνεια της Γης 499
- 13-4** Η ΒΑΡΥΤΗΤΑ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΗΣ ΓΗΣ 503
 Η Βαρύτητα στο Εσωτερικό της Γης 503
- 13-5** Η ΒΑΡΥΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 505
 Η Βαρυτική Δυναμική Ενέργεια 505

- 13-6** ΠΛΑΝΗΤΕΣ ΚΑΙ ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ:
 ΟΙ ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΚΕΠΛΕΡ 510
 Πλανήτες και Δορυφόροι:
 Οι Νόμοι του Kepler 510
- 13-7** ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ: ΤΡΟΧΙΕΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 513
 Δορυφόροι: Τροχιές και Ενέργεια 514
- 13-8** Ο ΑΪΝΣΤΑΪΝ ΚΑΙ Η ΒΑΡΥΤΗΤΑ 517
 Ο Αϊνστάιν και η Βαρύτητα 517
 | ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ 520
 | ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ 522 | ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ 523

14 | ΡΕΥΣΤΑ 533

- 14-1** ΡΕΥΣΤΑ, ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΙΕΣΗ 533
 Φυσική Σημασία 533
 Τι Είναι ένα Ρευστό; 533
 Πυκνότητα και Πίεση 534
- 14-2** ΡΕΥΣΤΑ ΣΕ ΗΡΕΜΙΑ 537
 Ρευστά σε Ηρεμία 537
- 14-3** ΜΕΤΡΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΠΙΕΣΗ 540
 Μετρώντας την Πίεση 540
- 14-4** Η ΑΡΧΗ ΤΟΥ PASCAL 542
 Η Αρχή του Pascal 542
- 14-5** Η ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΗ 544
 Η Αρχή του Αρχιμήδη 544
- 14-6** Η ΕΞΙΣΩΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΕΧΕΙΑΣ 549
 Ροή Ιδανικών Ρευστών 549
 Η Εξίσωση της Συνέχειας 551
- 14-7** Η ΕΞΙΣΩΣΗ ΤΟΥ BERNOLLI 553
 Η Εξίσωση του Bernoulli 553
 | ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ 556
 | ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ 557 | ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ 559

15 | Ταλαντώσεις 570

- 15-1** ΑΠΛΗ ΑΡΜΟΝΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ 570
 Φυσική Σημασία 571
 Απλή Αρμονική Κίνηση 571
 Ο Νόμος της Δύναμης
 στην Απλή Αρμονική Κίνηση 576
- 15-2** Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ
 ΣΤΗΝ ΑΠΛΗ ΑΡΜΟΝΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ 579
 Η Ενέργεια στην Απλή Αρμονική Κίνηση 580

- 15-3** ΕΝΑΣ ΓΩΝΙΑΚΟΣ
ΑΠΛΟΣ ΑΡΜΟΝΙΚΟΣ ΤΑΛΑΝΤΩΤΗΣ 582
Ένας Γωνιακός Απλός Αρμονικός Ταλαντωτής 582
- 15-4** ΕΚΚΡΕΜΗ, ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ 583
Εκκρεμή 584
Απλή Αρμονική Κίνηση
και Ομαλή Κυκλική Κίνηση 588
- 15-5** ΑΠΛΗ ΑΡΜΟΝΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΑΠΟΣΒΕΣΗ 589
Απλή Αρμονική Κίνηση με Απόσβεση 590
- 15-6** ΕΞΑΝΑΓΚΑΣΜΕΝΕΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ
ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ 592
Εξαναγκασμένες Ταλαντώσεις και Συντονισμός 592
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 594
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 595 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 597

16 | Κύματα – I 608

- 16-1** ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΚΥΜΑΤΑ 608
Φυσική Σημασία 609
Είδη Κυμάτων 609
Εγκάρσια και Διαμήκη Κύματα 609
Μήκος Κύματος και Συχνότητα 611
Η Ταχύτητα Διάδοσης ενός Τρέχοντος Κύματος 614
- 16-2** Η ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΕΝΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ
ΣΕ ΤΕΝΤΩΜΕΝΗ ΧΟΡΔΗ 617
Η Ταχύτητα Διάδοσης ενός Κύματος
σε Τεντωμένη Χορδή 618
- 16-3** ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΙΣΧΥΣ
ΕΝΟΣ ΤΡΕΧΟΝΤΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ
ΠΟΥ ΔΙΑΔΙΔΕΤΑΙ
ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΜΙΑΣ ΧΟΡΔΗΣ 620
Ενέργεια και Ισχύς ενός Τρέχοντος Κύματος
που Διαδίδεται κατά Μήκος μιας Χορδής 620
- 16-4** Η ΚΥΜΑΤΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ 622
Η Κυματική Εξίσωση 622
- 16-5** ΣΥΜΒΟΛΗ ΚΥΜΑΤΩΝ 624
Η Αρχή της Υπέρθωσης για τα Κύματα 625
Συμβολή Κυμάτων 626
- 16-6** ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΑ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΑ
(ΦΑΣΟΡΕΣ) 629
Φάσορες 629
- 16-7** ΣΤΑΣΙΜΑ ΚΥΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ 633
Στάσιμα Κύματα 633
Στάσιμα Κύματα και Συντονισμός 636
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 638
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 639 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 641

17 | Κύματα – II 651

- 17-1** Η ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΗΧΟΥ 651
Φυσική Σημασία 651
Ηχητικά Κύματα 651
Η Ταχύτητα του Ήχου 652
- 17-2** ΟΔΕΥΟΝΤΑ ΗΧΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ 655
Οδεύοντα Ηχητικά Κύματα 655
- 17-3** ΣΥΜΒΟΛΗ 658
Συμβολή 659
- 17-4** ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΝΤΑΣΗΣ ΗΧΟΥ 662
Ένταση και Επίπεδο Έντασης Ήχου 663
- 17-5** ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΤΩΝ ΜΟΥΣΙΚΩΝ ΗΧΩΝ 666
Οι Πηγές των Μουσικών Ήχων 666
- 17-6** ΔΙΑΚΡΟΤΗΜΑΤΑ 670
Διακροτήματα 670
- 17-7** ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ DOPPLER 672
Το Φαινόμενο Doppler 673
- 17-8** ΥΠΕΡΗΧΗΤΙΚΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ,
ΚΡΟΥΣΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ 677
Υπερηχητικές Ταχύτητες, Κρουστικά Κύματα 678
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 679
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 680 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 681

18 | Θερμοκρασία, Θερμότητα και ο Πρώτος Νόμος της Θερμοδυναμικής 694

- 18-1** ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ 694
Φυσική Σημασία 694
Θερμοκρασία 695
Ο Μηδενικός Νόμος της Θερμοδυναμικής 695
Μετρώντας τη Θερμοκρασία 696
- 18-2** ΟΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΕΣ ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΚΕΛΣΙΟΥ
ΚΑΙ FAHRENHEIT 699
Οι Θερμοκρασιακές Κλίμακες Κελσίου
και Fahrenheit 699
- 18-3** ΘΕΡΜΙΚΗ ΔΙΑΣΤΟΛΗ 701
Θερμική Διαστολή 701
- 18-4** ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ 704
Θερμοκρασία και Θερμότητα 704
Η Απορρόφηση Θερμότητας
από Στερεά και Υγρά 706
- 18-5** Ο ΠΡΩΤΟΣ ΝΟΜΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ 710
Μια Ενδεδειγμένη Εξέταση
της Θερμότητας και του Έργου 711

- Ο Πρώτος Νόμος της Θερμοδυναμικής 714
Ορισμένες Ειδικές Εκφράσεις
του Πρώτου Νόμου της Θερμοδυναμικής 715
- 18-6 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ 718**
Μηχανισμοί Μεταφοράς Θερμότητας 719
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 724
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 726 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 727
- 19 | Η Κινητική Θεωρία των Αερίων 739**
- 19-1 Ο ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΟΥ ΑVOGADRO 739**
Φυσική Σημασία 739
Ο Αριθμός του Avogadro 740
- 19-2 ΙΔΑΝΙΚΑ ΑΕΡΙΑ 740**
Ιδανικά Αέρια 741
- 19-3 ΠΙΕΣΗ, ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑ 745**
Πίεση, Θερμοκρασία και Ενεργός Ταχύτητα 746
- 19-4 ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 748**
Μεταφορική Κινητική Ενέργεια 749
- 19-5 ΜΕΣΗ ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ 749**
Μέση Ελεύθερη Διαδρομή 750
- 19-6 Η ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΜΟΡΙΩΝ 752**
Η Κατανομή των Ταχυτήτων των Μορίων 753
- 19-7 ΟΙ ΓΡΑΜΜΟΜΟΡΙΑΚΕΣ ΕΙΔΙΚΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΕΣ ΕΝΟΣ ΙΔΑΝΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ 756**
Οι Γραμμομοριακές Ειδικές Θερμότητες ενός Ιδανικού Αερίου 757
- 19-8 ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ ΚΑΙ ΓΡΑΜΜΟΜΟΡΙΑΚΕΣ ΕΙΔΙΚΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΕΣ 762**
Βαθμοί Ελευθερίας και Γραμμομοριακές Ειδικές Θερμότητες 762
Μια Γεύση Κβαντικής Θεωρίας 765
- 19-9 Η ΑΔΙΑΒΑΤΙΚΗ ΕΚΤΟΝΩΣΗ ΕΝΟΣ ΙΔΑΝΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ 766**
Η Αδιαβατική Εκτόνωση ενός Ιδανικού Αερίου 766
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 771
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 772 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 773
- 20 | Εντροπία και ο Δεύτερος Νόμος της Θερμοδυναμικής 781**
- 20-1 ΕΝΤΡΟΠΙΑ 781**
Φυσική Σημασία 782
Μη Αντιστρεπτές Μεταβολές και Εντροπία 782
Μεταβολή της Εντροπίας 783
- Ο Δεύτερος Νόμος της Θερμοδυναμικής 788
- 20-2 Η ΕΝΤΡΟΠΙΑ ΣΤΟΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΚΟΣΜΟ: ΜΗΧΑΝΕΣ 790**
Η Εντροπία στον Πραγματικό Κόσμο: Μηχανές 790
- 20-3 ΨΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ 796**
Η Εντροπία στον Πραγματικό Κόσμο: Ψυγεία 797
Η Απόδοση των Πραγματικών Μηχανών 799
- 20-4 ΜΙΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΤΡΟΠΙΑΣ 800**
Μια Στατιστική Θεώρηση της Εντροπίας 800
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 804
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 806 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 807
- 21 | Ο Νόμος του Coulomb 815**
- 21-1 Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ COULOMB 815**
Φυσική Σημασία 816
Ηλεκτρικό Φορτίο 816
Αγωγοί και Μονωτές 818
Ο Νόμος του Coulomb 820
- 21-2 ΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΕΙΝΑΙ ΚΒΑΝΤΙΣΜΕΝΟ 827**
Το Φορτίο είναι Κβαντισμένο 828
- 21-3 ΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΔΙΑΤΗΡΕΙΤΑΙ 830**
Το Φορτίο Διατηρείται 830
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 832
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 833 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 835
- 22 | Ηλεκτρικά Πεδία 843**
- 22-1 ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ 843**
Φυσική Σημασία 843
Το Ηλεκτρικό Πεδίο 844
Ηλεκτρικές Δυναμικές Γραμμές 844
- 22-2 ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΟ ΣΩΜΑΤΙΔΙΟ 846**
Το Ηλεκτρικό Πεδίο που Οφείλεται σε Σημειακό Φορτίο 847
- 22-3 ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΠΟΛΟ 849**
Το Ηλεκτρικό Πεδίο που Οφείλεται σε Ηλεκτρικό Δίπολο 850
- 22-4 ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΟΥ 852**

Το Ηλεκτρικό Πεδίο που Οφείλεται
σε Γραμμική Κατανομή Φορτίου 853

22-5 ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΟ ΔΙΣΚΟ 859

Το Ηλεκτρικό Πεδίο
που Οφείλεται σε Φορτισμένο Δίσκο 859

22-6 ΣΗΜΕΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΜΕΣΑ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ 861

Σημειακό Φορτίο Μέσα σε Ηλεκτρικό Πεδίο 861

22-7 ΔΙΠΟΛΟ ΜΕΣΑ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ 864

Δίπολο Μέσα σε Ηλεκτρικό Πεδίο 864

| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 867

| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 868 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 870

23 | Ο Νόμος του Gauss 879

23-1 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΡΟΗ 879

Φυσική Σημασία 879

Ηλεκτρική Ροή 880

23-2 Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ GAUSS 885

Ο Νόμος του Gauss 885

Ο Νόμος του Gauss και ο Νόμος του Coulomb 887

23-3 ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΟΣ ΜΟΝΩΜΕΝΟΣ ΑΓΩΓΟΣ 889

Φορτισμένος Μονωμένος Αγωγός 890

23-4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΤΟΥ GAUSS:

ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ 893

Εφαρμογή του Νόμου του Gauss:

Κυλινδρική Συμμετρία 894

23-5 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΤΟΥ GAUSS:

ΕΠΙΠΕΔΗ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ 896

Εφαρμογή του Νόμου του Gauss:

Επίπεδη Συμμετρία 896

23-6 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΤΟΥ GAUSS:

ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ 899

Εφαρμογή του Νόμου του Gauss:

Σφαιρική Συμμετρία 899

| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 901

| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 902 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 903

24 | Ηλεκτρικό Δυναμικό 912

24-1 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ 912

Φυσική Σημασία 912

Ηλεκτρικό Δυναμικό

και Ηλεκτρική Δυναμική Ενέργεια 913

24-2 ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΚΑΙ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ 917

Ισοδυναμικές Επιφάνειες 918

Υπολογισμός του Δυναμικού από το Πεδίο 919

24-3 ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΟ ΣΩΜΑΤΙΔΙΟ 922

Δυναμικό που Οφείλεται

σε Φορτισμένο Σωματίδιο 922

Δυναμικό που Οφείλεται

σε Ομάδα Φορτισμένων Σωματιδίων 923

24-4 ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΠΟΛΟ 925

Δυναμικό που Οφείλεται

σε Ηλεκτρικό Δίπολο 925

24-5 ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΣΥΝΕΧΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΟΥ 927

Δυναμικό που Οφείλεται

σε Συνεχή Κατανομή Φορτίου 927

24-6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ 930

Υπολογισμός του Πεδίου από το Δυναμικό 930

24-7 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ 932

Ηλεκτρική Δυναμική Ενέργεια

ενός Συστήματος Φορτισμένων Σωματιδίων 933

24-8 ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΟΥ ΜΟΝΩΜΕΝΟΥ ΑΓΩΓΟΥ 936

Δυναμικό Φορτισμένου Μονωμένου Αγωγού 936

| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 939

| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 940 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 941

25 | Χωρητικότητα 951

25-1 ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ 951

Φυσική Σημασία 951

Χωρητικότητα 951

25-2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ 953

Υπολογισμός της Χωρητικότητας 954

25-3 ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΙ ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΚΑΙ ΣΕ ΣΕΙΡΑ 958

Πυκνωτές Συνδεδεμένοι

Παράλληλα και σε Σειρά 958

25-4 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΗ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ 964

Ενέργεια Αποθηκευμένη σε Ηλεκτρικό Πεδίο 964

25-5 ΠΥΚΝΩΤΗΣ ΜΕ ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΟ 967

Πυκνωτής με Διηλεκτρικό 968

Διηλεκτρικά: Ατομική Θεώρηση 970

- 25-6** ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ GAUSS 971
 Διηλεκτρικά και Νόμος του Gauss 971
 | **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 974
 | **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 975 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 976

26 | Ρεύμα και Αντίσταση 985

- 26-1** ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ 985
 Φυσική Σημασία 985
 Ηλεκτρικό Ρεύμα 985
- 26-2** ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 988
 Πυκνότητα Ρεύματος 989
- 26-3** ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ 993
 Αντίσταση και Ειδική Αντίσταση 993
- 26-4** Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ OHM 998
 Ο Νόμος του Ohm 999
 Μια Μικροσκοπική Θεώρηση
 του Νόμου του Ohm 1000
- 26-5** ΙΣΧΥΣ, ΗΜΙΑΓΩΓΟΙ, ΥΠΕΡΑΓΩΓΟΙ 1002
 Ισχύς σε Ηλεκτρικά Κυκλώματα 1002
 Ημιαγωγοί 1004
 Υπεραγωγοί 1005
 | **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 1006
 | **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 1007 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 1008

27 | Κυκλώματα 1015

- 27-1** ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΑΠΛΟΥ ΒΡΟΧΟΥ 1015
 Φυσική Σημασία 1016
 «Αντληση» Φορτίων 1016
 Έργο, Ενέργεια και ΗΕΔ 1017
 Υπολογισμός του Ρεύματος
 σε Κύκλωμα Ενός Βρόχου 1018
 Άλλα Κυκλώματα Απλού Βρόχου 1020
 Διαφορά Δυναμικού Μεταξύ Δύο Σημείων 1022
- 27-2** ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΒΡΟΧΩΝ 1026
 Κυκλώματα Πολλαπλών Βρόχων 1026
- 27-3** ΤΟ ΑΜΠΕΡΟΜΕΤΡΟ ΚΑΙ ΤΟ ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟ 1034
 Το Αμπερόμετρο και το Βολτόμετρο 1034
- 27-4** ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ RC 1034
 Κυκλώματα RC 1035
 | **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 1040
 | **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 1041 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 1042

28 | Μαγνητικά Πεδία 1054

- 28-1** ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ $\vec{B}$ 1054
 Φυσική Σημασία 1054
 Πώς Δημιουργείται ένα Μαγνητικό Πεδίο; 1055
 Ο Ορισμός του Μαγνητικού Πεδίου $\vec{B}$ 1055
- 28-2** ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΑ ΠΕΔΙΑ:
 Η ΑΝΑΚΑΛΥΨΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΟΥ 1060
 Διασταυρούμενα Πεδία:
 Η Ανακάλυψη του Ηλεκτρονίου 1060
- 28-3** ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΑ ΠΕΔΙΑ:
 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ HALL 1062
 Διασταυρούμενα Πεδία:
 Το Φαινόμενο Hall 1063
- 28-4** ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΟ ΣΩΜΑΤΙΔΙΟ
 ΣΕ ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ 1067
 Φορτισμένο Σωματίδιο σε Κυκλική Κίνηση 1068
- 28-5** ΚΥΚΛΟΤΡΑ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΤΡΑ 1072
 Κύκλοτρα και Σύγχροτρα 1072
- 28-6** ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ
 ΣΕ ΡΕΥΜΑΤΟΦΟΡΟ ΑΓΩΓΟ 1075
 Μαγνητική Δύναμη
 σε Ρευματοφόρο Αγωγό 1075
- 28-7** ΡΟΠΗ ΣΕ ΡΕΥΜΑΤΟΦΟΡΟ ΒΡΟΧΟ 1078
 Ροπή σε Ρευματοφόρο Βρόχο 1078
- 28-8** ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΔΙΠΟΛΙΚΗ ΡΟΠΗ 1080
 Μαγνητική Διπολική Ροπή 1081
 | **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 1083
 | **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 1083 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 1085

29 | Μαγνητικά Πεδία που Οφείλονται σε Ηλεκτρικά Ρεύματα 1094

- 29-1** ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ
 ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ 1094
 Φυσική Σημασία 1094
 Υπολογισμός του Μαγνητικού Πεδίου
 που Οφείλεται σε Ηλεκτρικό Ρεύμα 1095
- 29-2** ΔΥΝΑΜΗ ΜΕΤΑΞΥ
 ΔΥΟ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ 1101
 Δύναμη Μεταξύ Δύο Παράλληλων Ρευμάτων 1101
- 29-3** Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ AMPERE 1103
 Ο Νόμος του Ampere 1103
- 29-4** ΣΩΛΗΝΟΕΙΔΗ ΚΑΙ ΤΟΡΟΕΙΔΗ 1108
 Σωληνοειδή και Τοροειδή 1108

- 29-5** ΡΕΥΜΑΤΟΦΟΡΟ ΠΗΝΙΟ
ΩΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΔΙΠΟΛΟ 1111
Ρευματοφόρο Πηνίο
ως Μαγνητικό Δίπολο 1111
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 1114
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 1114 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 1116

30 | Επαγωγή και Αυτεπαγωγή 1127

- 30-1** Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ FARADAY
ΚΑΙ Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ LENZ 1127
Φυσική Σημασία 1128
Δύο Πειράματα 1128
Ο Νόμος του Faraday για την Επαγωγή 1129
Ο Νόμος του Lenz 1131
- 30-2** ΕΠΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 1136
Επαγωγή και Μεταφορά Ενέργειας 1136
- 30-3** ΕΠΑΓΟΜΕΝΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΠΕΔΙΑ 1140
Επαγόμενα Ηλεκτρικά Πεδία 1141
- 30-4** ΕΠΑΓΩΓΕΙΣ
ΚΑΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗΣ 1145
Επαγωγείς και Συντελεστής Αυτεπαγωγής 1146
- 30-5** ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗ 1147
Αυτεπαγωγή 1148
- 30-6** ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ RL 1149
Κυκλώματα RL 1150
- 30-7** ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΗ
ΣΕ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ 1153
Ενέργεια Αποθηκευμένη σε Μαγνητικό Πεδίο 1154
- 30-8** ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ 1156
Πυκνότητα Ενέργειας Μαγνητικού Πεδίου 1156
- 30-9** ΑΜΟΙΒΑΙΑ ΕΠΑΓΩΓΗ 1157
Αμοιβαία Επαγωγή 1157
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 1159
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 1160 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 1162

31 | Ηλεκτρομαγνητικές Ταλαντώσεις και Εναλλασσόμενο Ρεύμα 1173

- 31-1** ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ LC 1173
Φυσική Σημασία 1174
Ταλαντώσεις LC , Ποιοτικά 1174
Το Ηλεκτρικό-Μηχανικό Ανάλογο 1176
Ταλαντώσεις LC , Ποσοτικά 1177

- 31-2** ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ ΜΕ ΑΠΟΣΒΕΣΗ
ΣΕ ΚΥΚΛΩΜΑ RLC 1181
Ταλαντώσεις με Απόσβεση σε Κύκλωμα RLC 1181
- 31-3** ΕΞΑΝΑΓΚΑΣΜΕΝΕΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ
ΤΡΙΩΝ ΑΠΛΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ 1183
Εναλλασσόμενο Ρεύμα 1184
Εξαναγκασμένες Ταλαντώσεις 1185
Τρία Απλά Κυκλώματα 1185
- 31-4** ΚΥΚΛΩΜΑ RLC ΣΕ ΣΕΙΡΑ 1192
Το Κύκλωμα RLC σε Σειρά 1193
- 31-5** ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ
ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 1200
Ισχύς σε Κυκλώματα
Εναλλασσόμενου Ρεύματος 1201
- 31-6** ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ 1204
Μετασχηματιστές 1204
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 1209
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 1210 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 1211

32 | Εξισώσεις Maxwell, Μαγνητισμός της Ύλης 1220

- 32-1** Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ GAUSS
ΓΙΑ ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ 1220
Φυσική Σημασία 1220
Ο Νόμος του Gauss για Μαγνητικά Πεδία 1221
- 32-2** ΕΠΑΓΟΜΕΝΑ ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ 1222
Επαγόμενα Μαγνητικά Πεδία 1223
- 32-3** ΡΕΥΜΑ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ 1226
Ρεύμα Μετατόπισης 1227
Οι Εξισώσεις του Maxwell 1230
- 32-4** ΜΑΓΝΗΤΕΣ 1230
Μαγνήτες 1231
- 32-5** ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑ 1232
Μαγνητισμός και Ηλεκτρόνια 1234
Μαγνητικά Υλικά 1238
- 32-6** ΔΙΑΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ 1239
Διαμαγνητισμός 1239
- 32-7** ΠΑΡΑΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ 1240
Παραμαγνητισμός 1241
- 32-8** ΣΙΔΗΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ 1243
Σιδηρομαγνητισμός 1243
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 1248
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 1249 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 1251

33 | Ηλεκτρομαγνητικά Κύματα 1259

- 33-1** ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ 1259
 - Φυσική Σημασία 1259
 - Το Ουράνιο Τόξο του Maxwell 1260
 - Το Τρέχον Ηλεκτρομαγνητικό Κύμα, Ποιοτικά 1261
 - Το Τρέχον Ηλεκτρομαγνητικό Κύμα, Ποσοτικά 1264
- 33-2** ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΚΑΙ ΤΟ ΔΙΑΝΥΣΜΑ ΡΟΥΝΤΙΝΓ 1267
 - Μεταφορά Ενέργειας
και το Διάνυσμα Poynting 1268
- 33-3** ΠΙΕΣΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ 1271
 - Πίεση Ακτινοβολίας 1271
- 33-4** ΠΟΛΩΣΗ 1273
 - Πόλωση 1273
- 33-5** ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΘΛΑΣΗ 1279
 - Ανάκλαση και Διάθλαση 1279
- 33-6** ΟΛΙΚΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΝΑΚΛΑΣΗ 1285
 - Ολική Εσωτερική Ανάκλαση 1285
- 33-7** ΠΟΛΩΣΗ ΑΠΟ ΑΝΑΚΛΑΣΗ 1288
 - Πόλωση από Ανάκλαση 1288
 - | ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ 1289
 - | ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ 1291 | ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ 1292

34 | Είδωλα 1303

- 34-1** ΕΙΔΩΛΑ ΚΑΙ ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ 1303
 - Φυσική Σημασία 1303
 - Δύο Είδη Ειδώλων 1303
 - Επίπεδα Κάτοπτρα 1305
- 34-2** ΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ 1307
 - Σφαιρικά Κάτοπτρα 1308
 - Είδωλα από Σφαιρικά Κάτοπτρα 1310
- 34-3** ΣΦΑΙΡΙΚΕΣ
ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ 1315
 - Σφαιρικές Διαθλαστικές Επιφάνειες 1316
- 34-4** ΛΕΠΤΟΙ ΦΑΚΟΙ 1318
 - Λεπτοί Φακοί 1319
- 34-5** ΟΠΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ 1326
 - Οπτικά Όργανα 1327
- 34-6** ΤΡΕΙΣ ΑΠΟΔΕΙΞΕΙΣ 1331
 - | ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ 1333
 - | ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ 1334 | ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ 1336

35 | Συμβολή 1346

- 35-1** ΤΟ ΦΩΣ ΩΣ ΚΥΜΑ 1346
 - Φυσική Σημασία 1346
 - Το Φως ως Κύμα 1347
- 35-2** ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΥΜΒΟΛΗΣ ΤΟΥ YOUNG 1352
 - Περίθλαση 1353
 - Το Πείραμα Συμβολής του Young 1354
- 35-3** ΕΝΤΑΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ
ΠΟΥ ΣΥΜΒΑΛΛΕΙ ΑΠΟ ΔΙΠΛΗ ΣΧΙΣΜΗ 1357
 - Συμφωνία 1358
 - Ένταση του Φωτός
που Συμβάλλει από Διπλή Σχισμή 1358
- 35-4** ΣΥΜΒΟΛΗ ΑΠΟ ΛΕΠΤΑ ΥΜΕΝΙΑ 1362
 - Συμβολή από Λεπτά Υμένια 1363
- 35-5** ΤΟ ΣΥΜΒΟΛΟΜΕΤΡΟ ΤΟΥ MICHELSON 1372
 - Το Συμβολόμετρο του Michelson 1372
 - | ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ 1375
 - | ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ 1375 | ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ 1377

36 | Περίθλαση 1387

- 36-1** ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΑΠΟ ΑΠΛΗ ΣΧΙΣΜΗ 1387
 - Φυσική Σημασία 1387
 - Περίθλαση και Κυματική
Θεωρία του Φωτός 1387
 - Περίθλαση από Απλή Σχισμή:
Εντοπισμός των Ελαχίστων 1389
- 36-2** ΕΝΤΑΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΘΛΑΣΗΣ
ΑΠΟ ΑΠΛΗ ΣΧΙΣΜΗ 1393
 - Ένταση κατά την Περίθλαση
από Απλή Σχισμή, Ποιοτικά 1393
 - Ένταση κατά την Περίθλαση
από Απλή Σχισμή, Ποσοτικά 1395
- 36-3** ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ
ΑΠΟ ΚΥΚΛΙΚΟ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ 1398
 - Περίθλαση από Κυκλικό Διάφραγμα 1398
- 36-4** ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ
ΑΠΟ ΔΙΠΛΗ ΣΧΙΣΜΗ 1402
 - Περίθλαση από Διπλή Σχισμή 1403
- 36-5** ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΠΕΡΙΘΛΑΣΗΣ 1406
 - Φράγματα Περίθλασης 1407
- 36-6** ΦΡΑΓΜΑΤΑ:
ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ 1411
 - Φράγματα: Διασπορά και Διακριτική Ικανότητα 1411

36-7 ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΑΚΤΙΝΩΝ Χ 1414

Περίθλαση Ακτίνων Χ 1415

| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 1417

| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 1418 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 1419

37 | Σχετικότητα 1429

37-1 ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΙΣΜΟΣ

ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ 1429

Φυσική Σημασία 1429

Τα Αξιώματα 1430

Μέτρηση ενός Γεγονότος 1432

Η Σχετικότητα του Ταυτοχρονισμού 1433

Η Σχετικότητα του Χρόνου 1435

37-2 Η ΣΧΕΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 1440

Η Σχετικότητα του Μήκους 1440

37-3 Ο ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ LORENTZ 1444

Ο Μετασχηματισμός Lorentz 1445

Ορισμένες Συνέπειες των Εξισώσεων Lorentz 1447

37-4 Η ΣΧΕΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ 1449

Η Σχετικότητα των Ταχυτήτων 1450

37-5 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ DOPPLER ΓΙΑ ΤΟ ΦΩΣ 1451

Το Φαινόμενο Doppler για το Φως 1451

37-6 ΟΡΜΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 1454

Μια Νέα Ματιά στην Ορμή 1454

Μια Νέα Ματιά στην Ενέργεια 1455

| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 1461

| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 1462 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 1463

Παραρτήματα 1473

Απαντήσεις 1487

Ευρετήριο 1501