

Πρόλογος του επιμελητή 17

Πρόλογος Ξενόγλωσσης Έκδοσης 19

Ευχαριστίες 23

21 | Ο Νόμος του Coulomb 25

21-1 Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ COULOMB 25

Φυσική Σημασία 26

Ηλεκτρικό Φορτίο 26

Αγωγοί και Μονωτές 28

Ο Νόμος του Coulomb 30

21-2 ΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΕΙΝΑΙ ΚΒΑΝΤΙΣΜΕΝΟ 37

Το Φορτίο είναι κβαντισμένο 38

21-3 ΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΔΙΑΤΗΡΕΙΤΑΙ 40

Το Φορτίο Διατηρείται 40

| ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ 42

| ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ 43 | ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ 45

22 | Ηλεκτρικά Πεδία 53

22-1 ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ 53

Φυσική Σημασία 53

Το Ηλεκτρικό Πεδίο 54

Ηλεκτρικές Δυναμικές Γραμμές 54

22-2 ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΟ ΣΩΜΑΤΙΔΙΟ 56

Το Ηλεκτρικό Πεδίο

που Οφείλεται σε Σημειακό Φορτίο 57

22-3 ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΠΟΛΟ 59

Το Ηλεκτρικό Πεδίο

που Οφείλεται σε Ηλεκτρικό Δίπολο 60

22-4 ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΟΥ 62

Το Ηλεκτρικό Πεδίο που Οφείλεται

σε Γραμμική Κατανομή Φορτίου 63

22-5 ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΟ ΔΙΣΚΟ 69

Το Ηλεκτρικό Πεδίο

που Οφείλεται σε Φορτισμένο Δίσκο 69

22-6 ΣΗΜΕΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΜΕΣΑ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ 71

Σημειακό Φορτίο Μέσα σε Ηλεκτρικό Πεδίο 71

22-7 ΔΙΠΟΛΟ ΜΕΣΑ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ 74

Δίπολο Μέσα σε Ηλεκτρικό Πεδίο 74

| ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ 77

| ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ 78 | ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ 80

23 | Ο Νόμος του Gauss 89

23-1 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΡΟΗ 89

Φυσική Σημασία 89

Ηλεκτρική Ροή 90

23-2 Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ GAUSS 95

Ο Νόμος του Gauss 95

Ο Νόμος του Gauss και ο Νόμος του Coulomb 97

23-3 ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΟΣ ΜΟΝΩΜΕΝΟΣ ΑΓΩΓΟΣ 99

Φορτισμένος Μονωμένος Αγωγός 100

23-4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΤΟΥ GAUSS: ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ 103

Εφαρμογή του Νόμου του Gauss:

Κυλινδρική Συμμετρία 104

23-5 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΤΟΥ GAUSS: ΕΠΙΠΕΔΗ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ 106

Εφαρμογή του Νόμου του Gauss:

Επίπεδη Συμμετρία 106

23-6 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΤΟΥ GAUSS: ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ 109

Εφαρμογή του Νόμου του Gauss:

Σφαιρική Συμμετρία 109

| ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ 111

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ 112 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ 113

24 | Ηλεκτρικό Δυναμικό 122

24-1 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ 122

Φυσική Σημασία 122

Ηλεκτρικό Δυναμικό

και Ηλεκτρική Δυναμική Ενέργεια 123

24-2 ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΚΑΙ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ 127

Ισοδυναμικές Επιφάνειες 128

Υπολογισμός του Δυναμικού από το Πεδίο 129

- 24-3 ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΟ ΣΩΜΑΤΙΔΙΟ** 132
 Δυναμικό που Οφείλεται σε Φορτισμένο Σωματίδιο 132
 Δυναμικό που Οφείλεται σε Ομάδα Φορτισμένων Σωματιδίων 133
- 24-4 ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΠΟΛΟ** 135
 Δυναμικό που Οφείλεται σε Ηλεκτρικό Δίπολο 135
- 24-5 ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΣΥΝΕΧΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΟΥ** 137
 Δυναμικό που Οφείλεται σε Συνεχή Κατανομή Φορτίου 137
- 24-6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ** 140
 Υπολογισμός του Πεδίου από το Δυναμικό 140
- 24-7 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ** 142
 Ηλεκτρική Δυναμική Ενέργεια Ενός Συστήματος Φορτισμένων Σωματιδίων 143
- 24-8 ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΟΥ ΜΟΝΩΜΕΝΟΥ ΑΓΩΓΟΥ** 146
 Δυναμικό Φορτισμένου Μονωμένου Αγωγού 146
 | **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 149
 | **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 150 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 151
- 25 | Χωρητικότητα** 161
- 25-1 ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ** 161
 Φυσική Σημασία 161
 Χωρητικότητα 161
- 25-2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ** 163
 Υπολογισμός της Χωρητικότητας 164
- 25-3 ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΙ ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΚΑΙ ΣΕ ΣΕΙΡΑ** 168
 Πυκνωτές Συνδεδεμένοι Παράλληλα και σε Σειρά 168
- 25-4 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΗ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ** 174
 Ενέργεια Αποθηκευμένη σε Ηλεκτρικό Πεδίο 174
- 25-5 ΠΥΚΝΩΤΗΣ ΜΕ ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΟ** 177
 Πυκνωτής με Διηλεκτρικό 178
 Διηλεκτρικά: Ατομική Θεώρηση 180
- 25-6 ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ GAUSS** 181
 Διηλεκτρικά και Νόμος του Gauss 181
 | **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 184
 | **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 185 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 186

26 | Ρεύμα και Αντίσταση

 195

- 26-1 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ** 195
 Φυσική Σημασία 195
 Ηλεκτρικό Ρεύμα 195
- 26-2 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΡΕΥΜΑΤΟΣ** 198
 Πυκνότητα Ρεύματος 199
- 26-3 ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ** 203
 Αντίσταση και Ειδική Αντίσταση 203
- 26-4 Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΟΗΜ** 208
 Ο Νόμος του Ohm 209
 Μια Μικροσκοπική Θεώρηση του Νόμου του Ohm 210
- 26-5 ΙΣΧΥΣ, ΗΜΙΑΓΩΓΟΙ, ΥΠΕΡΑΓΩΓΟΙ** 212
 Ισχύς σε Ηλεκτρικά Κυκλώματα 212
 Ημιαγωγοί 214
 Υπεραγωγοί 215
 | **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 216
 | **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 217 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 218

27 | Κυκλώματα

 225

- 27-1 ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΑΠΛΟΥ ΒΡΟΧΟΥ** 225
 Φυσική Σημασία 226
 «Αντληση» Φορτίων 226
 Έργο, Ενέργεια και ΗΕΔ 227
 Υπολογισμός του Ρεύματος σε Κύκλωμα Ενός Βρόχου 228
 Άλλα Κυκλώματα Απλού Βρόχου 230
 Διαφορά Δυναμικού Μεταξύ Δύο Σημείων 232
- 27-2 ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΒΡΟΧΩΝ** 236
 Κυκλώματα Πολλαπλών Βρόχων 236
- 27-3 ΤΟ ΑΜΠΕΡΟΜΕΤΡΟ ΚΑΙ ΤΟ ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟ** 244
 Το Αμπερόμετρο και το Βολτόμετρο 244
- 27-4 ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ RC** 244
 Κυκλώματα RC 245
 | **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 250
 | **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 251 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 252

28 | Μαγνητικά Πεδία

 264

- 28-1 ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ \vec{B}** 264
 Φυσική Σημασία 264
 Πώς Δημιουργείται ένα Μαγνητικό Πεδίο; 265
 Ο Ορισμός του Μαγνητικού Πεδίου \vec{B} 265

- 28-2** ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΑ ΠΕΔΙΑ:
Η ΑΝΑΚΑΛΥΨΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΟΥ 270
Διασταυρούμενα Πεδία:
Η Ανακάλυψη του Ηλεκτρονίου 270
- 28-3** ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΑ ΠΕΔΙΑ:
ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ HALL 272
Διασταυρούμενα Πεδία:
Το Φαινόμενο Hall 273
- 28-4** ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΟ ΣΩΜΑΤΙΔΙΟ
ΣΕ ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ 277
Φορτισμένο Σωματίδιο σε Κυκλική Κίνηση 278
- 28-5** ΚΥΚΛΟΤΡΑ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΤΡΑ 282
Κύκλοτρα και Σύγχροτρα 282
- 28-6** ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ
ΣΕ ΡΕΥΜΑΤΟΦΟΡΟ ΑΓΩΓΟ 285
Μαγνητική Δύναμη
σε Ρευματοφόρο Αγωγό 285
- 28-7** ΡΟΠΗ ΣΕ ΡΕΥΜΑΤΟΦΟΡΟ ΒΡΟΧΟ 288
Ροπή σε Ρευματοφόρο Βρόχο 288
- 28-8** ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΔΙΠΟΛΙΚΗ ΡΟΠΗ 290
Μαγνητική Διπολική Ροπή 291
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 293
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 293 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 295

29 | Μαγνητικά Πεδία που Οφείλονται σε Ηλεκτρικά Ρεύματα 304

- 29-1** ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ
ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ 304
Φυσική Σημασία 304
Υπολογισμός του Μαγνητικού Πεδίου
που Οφείλεται σε Ηλεκτρικό Ρεύμα 305
- 29-2** ΔΥΝΑΜΗ ΜΕΤΑΞΥ
ΔΥΟ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ 311
Δύναμη Μεταξύ Δύο Παράλληλων Ρευμάτων 311
- 29-3** Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ AMPERE 313
Ο Νόμος του Ampere 313
- 29-4** ΣΩΛΗΝΟΕΙΔΗ ΚΑΙ ΤΟΡΟΕΙΔΗ 318
Σωληνοειδή και Τοροειδή 318
- 29-5** ΡΕΥΜΑΤΟΦΟΡΟ ΠΗΝΙΟ
ΩΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΔΙΠΟΛΟ 321
Ρευματοφόρο Πηνίο
ως Μαγνητικό Δίπολο 321
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 324
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 324 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 326

30 | Επαγωγή και Αυτεπαγωγή 337

- 30-1** Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ FARADAY
ΚΑΙ Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ LENZ 337
Φυσική Σημασία 338
Δύο Πειράματα 338
Ο Νόμος του Faraday για την Επαγωγή 339
Ο Νόμος του Lenz 341
- 30-2** ΕΠΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 346
Επαγωγή και Μεταφορά Ενέργειας 346
- 30-3** ΕΠΑΓΟΜΕΝΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΠΕΔΙΑ 350
Επαγόμενα Ηλεκτρικά Πεδία 351
- 30-4** ΕΠΑΓΩΓΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗΣ 355
Επαγωγείς και Συντελεστής Αυτεπαγωγής 356
- 30-5** ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗ 357
Αυτεπαγωγή 358
- 30-6** ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ RL 359
Κυκλώματα RL 360
- 30-7** ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΗ
ΣΕ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ 363
Ενέργεια Αποθηκευμένη σε Μαγνητικό Πεδίο 364
- 30-8** ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ 366
Πυκνότητα Ενέργειας Μαγνητικού Πεδίου 366
- 30-9** ΑΜΟΙΒΑΙΑ ΕΠΑΓΩΓΗ 367
Αμοιβαία Επαγωγή 367
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 369
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 370 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 372

31 | Ηλεκτρομαγνητικές Ταλαντώσεις και Εναλλασσόμενο Ρεύμα 383

- 31-1** ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ LC 383
Φυσική Σημασία 384
Ταλαντώσεις LC , Ποιοτικά 384
Το Ηλεκτρικό-Μηχανικό Ανάλογο 386
Ταλαντώσεις LC , Ποσοτικά 387
- 31-2** ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ ΜΕ ΑΠΟΣΒΕΣΗ
ΣΕ ΚΥΚΛΩΜΑ RLC 391
Ταλαντώσεις με Απόσβεση σε Κύκλωμα RLC 391
- 31-3** ΕΞΑΝΑΓΚΑΣΜΕΝΕΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ
ΤΡΙΩΝ ΑΠΛΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ 393
Εναλλασσόμενο Ρεύμα 394
Εξαναγκασμένες Ταλαντώσεις 395
Τρία Απλά Κυκλώματα 395

12 • ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

31-4 ΚΥΚΛΩΜΑ RLC ΣΕ ΣΕΙΡΑ 402
Το Κύκλωμα RLC σε Σειρά 403

31-5 ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ
ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 410
Ισχύς σε Κυκλώματα
Εναλλασσόμενου Ρεύματος 411

31-6 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ 414
Μετασχηματιστές 414
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 419
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 420 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 421

32 | Εξισώσεις Maxwell, Μαγνητισμός της Ύλης 430

32-1 Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ GAUSS
ΓΙΑ ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ 430
Φυσική Σημασία 430
Ο Νόμος του Gauss για Μαγνητικά Πεδία 431

32-2 ΕΠΑΓΟΜΕΝΑ ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ 432
Επαγόμενα Μαγνητικά Πεδία 433

32-3 ΡΕΥΜΑ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ 436
Ρεύμα Μετατόπισης 437
Οι Εξισώσεις του Maxwell 440

32-4 ΜΑΓΝΗΤΕΣ 440
Μαγνήτες 441

32-5 ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑ 442
Μαγνητισμός και Ηλεκτρόνια 444
Μαγνητικά Υλικά 448

32-6 ΔΙΑΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ 449
Διαμαγνητισμός 449

32-7 ΠΑΡΑΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ 450
Παραμαγνητισμός 451

32-8 ΣΙΔΗΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ 453
Σιδηρομαγνητισμός 453
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 458
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 459 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 461

33 | Ηλεκτρομαγνητικά Κύματα 469

33-1 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ 469
Φυσική Σημασία 469
Το Ουράνιο Τόξο του Maxwell 470
Το Τρέχον Ηλεκτρομαγνητικό Κύμα, Ποιοτικά 471
Το Τρέχον Ηλεκτρομαγνητικό Κύμα, Ποσοτικά 474

33-2 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΚΑΙ ΤΟ ΔΙΑΝΥΣΜΑ ΡΟΥΝΤΙΝΓ 477
Μεταφορά Ενέργειας
και το Διάνυσμα Poynting 478

33-3 ΠΙΕΣΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ 481
Πίεση Ακτινοβολίας 481

33-4 ΠΟΛΩΣΗ 483
Πόλωση 483

33-5 ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΘΛΑΣΗ 489
Ανάκλαση και Διάθλαση 489

33-6 ΟΛΙΚΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΝΑΚΛΑΣΗ 495
Ολική Εσωτερική Ανάκλαση 495

33-7 ΠΟΛΩΣΗ ΑΠΟ ΑΝΑΚΛΑΣΗ 498
Πόλωση από Ανάκλαση 498
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 499
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 501 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 502

34 | Είδωλα 513

34-1 ΕΙΔΩΛΑ ΚΑΙ ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ 513
Φυσική Σημασία 513
Δύο Είδη Ειδώλων 513
Επίπεδα Κάτοπτρα 515

34-2 ΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ 517
Σφαιρικά Κάτοπτρα 518
Είδωλα από Σφαιρικά Κάτοπτρα 520

34-3 ΣΦΑΙΡΙΚΕΣ
ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ 525
Σφαιρικές Διαθλαστικές Επιφάνειες 526

34-4 ΛΕΠΤΟΙ ΦΑΚΟΙ 528
Λεπτοί Φακοί 529

34-5 ΟΠΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ 536
Οπτικά Όργανα 537

34-6 ΤΡΕΙΣ ΑΠΟΔΕΙΞΕΙΣ 541
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 543
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 544 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 546

35 | Συμβολή 556

35-1 ΤΟ ΦΩΣ ΩΣ ΚΥΜΑ 556
Φυσική Σημασία 556
Το Φως ως Κύμα 557

- 35-2** ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΥΜΒΟΛΗΣ ΤΟΥ YOUNG 562
Περιθλαση 563
Το Πείραμα Συμβολής του Young 564
- 35-3** ΕΝΤΑΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ
ΠΟΥ ΣΥΜΒΑΛΛΕΙ ΑΠΟ ΔΙΠΛΗ ΣΧΙΣΜΗ 567
Συμφωνία 568
Ένταση του Φωτός
που Συμβάλλει από Διπλή Σχισμή 568
- 35-4** ΣΥΜΒΟΛΗ ΑΠΟ ΛΕΠΤΑ ΥΜΕΝΙΑ 572
Συμβολή από Λεπτά Υμένια 573
- 35-5** ΤΟ ΣΥΜΒΟΛΟΜΕΤΡΟ ΤΟΥ MICHELSON 582
Το Συμβολόμετρο του Michelson 582
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 585
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 585 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 587

36 | Περίθλαση 597

- 36-1** ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΑΠΟ ΑΠΛΗ ΣΧΙΣΜΗ 597
Φυσική Σημασία 597
Περίθλαση και Κυματική
Θεωρία του Φωτός 597
Περίθλαση από Απλή Σχισμή:
Εντοπισμός των Ελαχίστων 599
- 36-2** ΕΝΤΑΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΘΛΑΣΗΣ
ΑΠΟ ΑΠΛΗ ΣΧΙΣΜΗ 603
Ένταση κατά την Περίθλαση
από Απλή Σχισμή, Ποιοτικά 603
Ένταση κατά την Περίθλαση
από Απλή Σχισμή, Ποσοτικά 605
- 36-3** ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ
ΑΠΟ ΚΥΚΛΙΚΟ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ 608
Περίθλαση από Κυκλικό Διάφραγμα 608
- 36-4** ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ
ΑΠΟ ΔΙΠΛΗ ΣΧΙΣΜΗ 612
Περίθλαση από Διπλή Σχισμή 613
- 36-5** ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΠΕΡΙΘΛΑΣΗΣ 616
Φράγματα Περίθλασης 617
- 36-6** ΦΡΑΓΜΑΤΑ:
ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ 621
Φράγματα:
Διασπορά και Διακριτική Ικανότητα 621
- 36-7** ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΑΚΤΙΝΩΝ X 624
Περίθλαση Ακτίνων X 625
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 627
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 628 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 629

37 | Σχετικότητα 639

- 37-1** ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΙΣΜΟΣ
ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ 639
Φυσική Σημασία 639
Τα Αξιώματα 640
Μέτρηση ενός Γεγονότος 642
Η Σχετικότητα του Ταυτοχρονισμού 643
Η Σχετικότητα του Χρόνου 645
- 37-2** Η ΣΧΕΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 650
Η Σχετικότητα του Μήκους 650
- 37-3** Ο ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ LORENTZ 654
Ο Μετασχηματισμός Lorentz 655
Ορισμένες Συνέπειες των Εξισώσεων Lorentz 657
- 37-4** Η ΣΧΕΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ 659
Η Σχετικότητα των Ταχυτήτων 660
- 37-5** ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ DOPPLER ΓΙΑ ΤΟ ΦΩΣ 661
Το Φαινόμενο Doppler για το Φως 661
- 37-6** ΟΡΜΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 664
Μια Νέα Ματιά στην Ορμή 664
Μια Νέα Ματιά στην Ενέργεια 665
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 671
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 672 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 673

38 | Φωτόνια & Υλικά Κύματα 683

- 38-1** ΤΟ ΦΩΤΟΝΙΟ, ΤΟ ΚΒΑΝΤΟ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ 683
Φυσική Σημασία 683
Το Φωτόνιο, το Κβάντο του Φωτός 683
- 38-2** ΤΟ ΦΩΤΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ 685
Το Φωτοηλεκτρικό Φαινόμενο 686
- 38-3** ΦΩΤΟΝΙΑ, ΟΡΜΗ,
ΣΚΕΔΑΣΗ COMPTON, ΣΥΜΒΟΛΗ ΦΩΤΟΣ 688
Τα Φωτόνια Έχουν Ορμή 689
Το Φως ως Κύμα Πιθανότητας 693
- 38-4** Η ΓΕΝΝΗΣΗ ΤΗΣ ΚΒΑΝΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ 695
Η Γέννηση της Κβαντικής Φυσικής 695
- 38-5** ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ 697
Ηλεκτρόνια και Υλικά Κύματα 698
- 38-6** Η ΕΞΙΣΩΣΗ ΤΟΥ SCHRÖDINGER 701
Η Εξίσωση του Schrödinger 702
- 38-7** Η ΑΡΧΗ
ΤΗΣ ΑΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΙΑΣ ΤΟΥ HEISENBERG 704
Η Αρχή της Απροσδιοριστίας του Heisenberg 704

- 38-8** ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΑΠΟ ΒΗΜΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ 706
Ανάκλαση Από Βήμα Δυναμικού 706
- 38-9** ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΣΗΡΑΓΓΑΣ
ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ 708
Φαινόμενο Σήραγγας
Διαμέσου Φράγματος Δυναμικού 708
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 711
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 713 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 714

39 | Περισσότερα Σχετικά με τα Υλικά Κύματα 721

- 39-1** ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΕΝΟΣ ΠΑΓΙΔΕΥΜΕΝΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΟΥ 721
Φυσική Σημασία 721
Κύματα σε Χορδές και Υλικά Κύματα 722
Ενέργειες Δέσμιου Ηλεκτρονίου 722
- 39-2** ΚΥΜΑΤΟΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΠΑΓΙΔΕΥΜΕΝΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΟΥ 727
Κυματοσυναρτήσεις Παγιδευμένου Ηλεκτρονίου 728
- 39-3** ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΟ ΣΕ ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΟ ΦΡΕΑΤΙΟ 732
Ηλεκτρόνιο σε Πεπερασμένο Φρεάτιο 732
- 39-4** ΔΙΣΔΙΑΣΤΑΤΕΣ ΚΑΙ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΕΣ ΠΑΓΙΔΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ 734
Περισσότερες Παγίδες Ηλεκτρονίων 735
Δισδιάστατες και Τρισδιάστατες Παγίδες Ηλεκτρονίων 737
- 39-5** ΤΟ ΑΤΟΜΟ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ 739
Το Άτομο του Υδρογόνου ως Παγίδα Ηλεκτρονίων 740
Το Πρότυπο του Bohr για το Υδρογόνο, ένα Τυχερό Διάλειμμα 740
Η Εξίσωση του Schrödinger και το Άτομο του Υδρογόνου 742
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 751
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 752 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 753

40 | Τα Πάντα Σχετικά με τα Άτομα 759

- 40-1** ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ 759
Φυσική Σημασία 760
Κάποιες Ιδιότητες των Ατόμων 760
Στροφορμή, Μαγνητικές Διπολικές Ροπές 763

- 40-2** ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ STERN-GERLACH 766
Το Πείραμα Stern-Gerlach 766
- 40-3** ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ 769
Μαγνητικός Συντονισμός 770
- 40-4** Η ΑΠΑΓΟΡΕΥΤΙΚΗ ΑΡΧΗ ΚΑΙ ΠΟΛΛΑΠΛΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑ ΣΕ ΠΑΓΙΔΑ 771
Η Απαγορευτική Αρχή του Pauli 771
Πολλαπλά Ηλεκτρόνια σε Ορθογώνιες Παγίδες 772
- 40-5** ΟΙΚΟΔΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ 776
Οικοδόμηση του Περιοδικού Πίνακα 776
- 40-6** ΑΚΤΙΝΕΣ Χ ΚΑΙ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ 778
Ακτίνες Χ και Διάταξη των Στοιχείων 778
- 40-7** ΛΕΪΖΕΡ 782
Λείζερ και Φως Λείζερ 783
Πώς Λειτουργεί το Λείζερ 784
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 788
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 789 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 790

41 | Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στα Στερεά 797

- 41-1** ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ 797
Φυσική Σημασία 798
Οι Ηλεκτρικές Ιδιότητες των Στερεών 798
Ενεργειακά Επίπεδα σε ένα Κρυσταλλικό Στερεό 799
Μονωτές 800
Μέταλλα 801
- 41-2** ΗΜΙΑΓΩΓΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΣΜΕΙΞΕΙΣ 808
Ημιαγωγοί 808
Ημιαγωγοί με Προσμείξεις 810
- 41-3** Η ΕΠΑΦΗ $p-n$ ΚΑΙ ΤΟ ΤΡΑΝΖΙΣΤΟΡ 813
Η Επαφή $p-n$ 813
Ο Ανορθωτής Επαφής 815
Η Δίοδος Εκπομπής Φωτός (LED) 816
Το Τρανζίστορ 818
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 820
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 821 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 822

42 | Πυρηνική Φυσική 826

- 42-1** Η ΑΝΑΚΑΛΥΨΗ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΑ 826
Φυσική Σημασία 826
Η Ανακάλυψη του Πυρήνα 826

- 42-2** ΜΕΡΙΚΕΣ ΠΥΡΗΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ 829
Μερικές Πυρηνικές Ιδιότητες 830
- 42-3** ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΟΣ ΔΙΑΣΠΑΣΗ 836
Ραδιενεργός Διάσπαση 837
- 42-4** ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΑΛΦΑ 840
Διάσπαση Άλφα 840
- 42-5** ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΒΗΤΑ 843
Διάσπαση Βήτα 843
- 42-6** ΡΑΔΙΟΧΡΟΝΟΛΟΓΗΣΗ 846
Ραδιοχρονολόγηση 846
- 42-7** ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΔΟΣΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ 848
Μέτρηση της Δόσης Ακτινοβολίας 848
- 42-8** ΠΥΡΗΝΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ 849
Πυρηνικά Πρότυπα 849
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 852
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 853 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 854

43 | Ενέργεια από τον Πυρήνα 863

- 43-1** ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΣΧΑΣΗ 863
Φυσική Σημασία 863
Πυρηνική Σχάση: Η Βασική Διεργασία 864
Ένα Πρότυπο για την Πυρηνική Σχάση 866
- 43-2** Ο ΠΥΡΗΝΙΚΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ 869
Ο Πυρηνικός Αντιδραστήρας 870
- 43-3** ΕΝΑΣ ΦΥΣΙΚΟΣ ΠΥΡΗΝΙΚΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ 874
Ένας Φυσικός Πυρηνικός Αντιδραστήρας 874
- 43-4** ΘΕΡΜΟΠΥΡΗΝΙΚΗ ΣΥΝΤΗΞΗ: Η ΒΑΣΙΚΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ 876
Θερμοπυρηνική Σύντηξη: Η Βασική Διεργασία 876
- 43-5** ΘΕΡΜΟΠΥΡΗΝΙΚΗ ΣΥΝΤΗΞΗ ΣΤΟΝ ΗΛΙΟ ΚΑΙ ΣΕ ΑΛΛΟΥΣ ΑΣΤΕΡΕΣ 878
Θερμοπυρηνική Σύντηξη στον Ήλιο και σε Άλλους Αστέρεις 878

- 43-6** ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΘΕΡΜΟΠΥΡΗΝΙΚΗ ΣΥΝΤΗΞΗ 881
Ελεγχόμενη Θερμοπυρηνική Σύντηξη 881
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 883
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 884 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 885

44 | Κουάρκ, Λεπτόνια και η Μεγάλη Έκρηξη 890

- 44-1** ΓΕΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ 890
Φυσική Σημασία 890
Σωματίδια, Σωματίδια, Σωματίδια 891
Μια Ανάπαυλα 894
- 44-2** ΛΕΠΤΟΝΙΑ, ΑΔΡΟΝΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΞΟΤΗΤΑ 898
Τα Λεπτόνια 899
Τα Αδρόνια 901
Ακόμη Ένας Νόμος Διατήρησης 901
Ο Οκταπλός Δρόμος 902
- 44-3** ΚΟΥΑΡΚ ΚΑΙ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΦΟΡΕΙΣ 905
Το Πρότυπο των Κουάρκ 906
Οι Θεμελιώδεις Δυνάμεις και τα Σωματίδια Φορείς 909
- 44-4** ΚΟΣΜΟΛΟΓΙΑ 911
Μια Παύση για Αναστοχασμό 912
Το Σύμπαν Διαστέλλεται 912
Η Κοσμική Ακτινοβολία Υποβάθρου 914
Η Σκοτεινή Ύλη 914
Η Μεγάλη Έκρηξη 915
Μια Σύνοψη 918
| **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ & ΣΥΝΟΨΗ** 919
| **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ** 919 | **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ** 920

Παραρτήματα 927

Απαντήσεις 941

Ευρετήριο 000