

Α. ΑΝΔΡΙΤΣΑΚΗΣ, Α. ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΣ, Κ. ΚΟΥΡΚΟΥΤΑΣ,
Ν. ΝΤΡΙΒΑΣ, Ν. ΠΑΤΑΡΓΙΑΣ, Λ. ΠΡΕΛΟΡΕΝΤΖΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΗΣ



2η ΕΚΔΟΣΗ

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΟΠΤΙΚΗ

ΑΤΟΜΙΚΗ

ΠΥΡΗΝΙΚΗ

LASER

ΜΑΚΕΔΟΝΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ
ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΗΣ**

Α. ΑΝΔΡΙΤΣΑΚΗ, Α. ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΥ, Κ. ΚΟΥΡΚΟΥΤΑ,
Ν. ΝΤΡΙΒΑ, Ν. ΠΑΤΑΡΓΙΑ, Λ. ΠΡΕΛΟΡΕΝΤΖΟΥ

ΔΩΡΕΑ

Τ.Ε.Ι. ΑΘΗΝΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
Αρ. εισ. 80070

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

2η Έκδοση

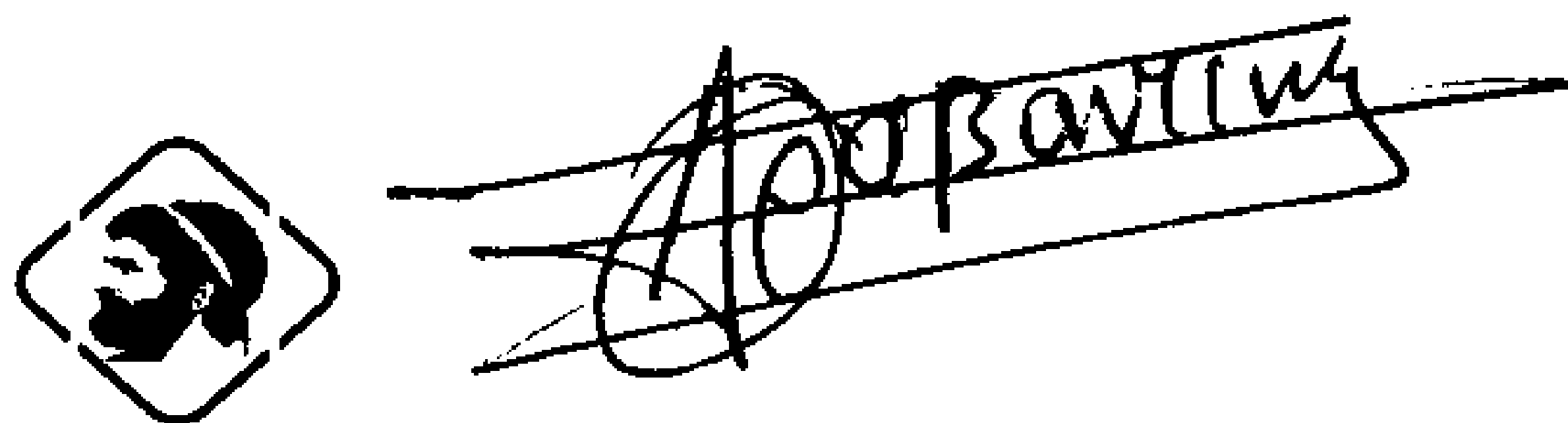
Επιμέλεια:
Α. Αραβαντινός, Ν. Ντρίβας, Λ. Πρελορέντζος

ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΜΙΛΟΣ "ΙΩΝ"

– ΜΑΚΕΔΟΝΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ –

Συμπληγάδων 7, 12131 Περιστέρι
τηλ:(01) 57.71.908, 57.68.853, 57.42.686, 57.47.729
FAX:(01) 57.51.438, e-mail address: ion_publ@hol.gr

Κάθε γνήσιο αντίτυπο έχει τη σφραγίδα του εκδότη και την ιδιόχειρη υπογραφή ενός εκ των συγγραφέων.



Επεξεργασία Κειμένων και Σχεδίων:
Ατελιέ Γραφικών Εκδοτικού Ομίλου "ΙΩΝ"

© 2000: - "ΜΑΚΕΔΟΝΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ" - Σ. Παρίκου & ΣΙΑ Ε.Ε.

ISBN 960-319-076-4

Ο εκδοτικός οίκος έχει όλα τα δικαιώματα του βιβλίου. Απαγορεύεται η αναπαραγωγή του οποιουδήποτε τμήματος αυτής της εργασίας που καλύπτεται από τα δικαιώματα (copyright), ή τη χρήση της σε οποιαδήποτε μορφή, ή με οποιονδήποτε τρόπο - γραφικό, ηλεκτρονικό, ή μηχανικό, συμπεριλαμβανομένων των φωτοτυπιών, της μαγνητοφώνησης και των συστημάτων αποθήκευσης και αναπαραγωγής - χωρίς τη γραπτή άδεια του εκδότη.



Ο λογότυπος που εικονίζεται δίπλα χρειάζεται μια εξήγηση. Σκοπός του είναι να συνεγείρει τον αναγνώστη πάνω στον κίνδυνο που παρουσιάζεται για το μέλλον της συγγραφής, ειδικότερα στο περιβάλλον των Τεχνικών και Επιστημονικών Εκδόσεων από τη μαζική ανάπτυξη της φωτοανταγραφής.

Ο Κώδικας των πνευματικών δικαιωμάτων (νόμοι 2121/93 και 2557/97) απαγορεύει την φωτοαντιγραφή χωρίς την άδεια των εκόντων τα δικαιώματα του βιβλίου.

Άρα αυτή η πρακτική η οποία είναι γενικευμένη σε Εκπαιδευτικά Ιδρύματα προκαλεί μια απότομη πτώση της αγοράς των βιβλίων και των περιοδικών σε σημείο που και για τους συγγραφείς η δυνατότητα δημιουργίας νέων έργων και εκδόσεών τους βρίσκεται σήμερα σε κίνδυνο.

Υπενθυμίζουμε ότι κάθε αναπαραγωγή της παρούσης έκδοσης μερική ή ολική απαγορεύεται χωρίς την άδεια των δημιουργών της.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το βιβλίο αυτό αποτελεί τη συλλογική προσπάθεια ομάδας καθηγητών Φυσικής του Τ.Ε.Ι. Αθήνας και στοχεύει στην παρουσίαση σειράς πειραμάτων Φυσικής που εκτελούνται υπό μορφήν Εργαστηριακών Ασκήσεων από σπουδαστές των Τεχνολογικών Ιδρυμάτων διαφόρων ειδικοτήτων.

Στόχος όλων των συγγραφέων ήταν η παρουσίαση των εργαστηριακών ασκήσεων να γίνει με ελκυστικό τρόπο χωρίς ταυτόχρονα να χάσουν κάτι από την επιστημονική προσφορά που η κάθε μια περιέχει. Η επίτευξη ενός τέτοιου στόχου είναι ένα ιδιαίτερα δύσκολο εγχείρημα σε συνδυασμό μάλιστα με την πολυπλοκότητα του σπουδαστικού δυναμικού στο οποίο αναφερόμαστε. Με βασικό όμως όπλο μας τη μεγάλη εμπειρία σε εργαστηριακούς χώρους και σε συνδυασμό με τη σχεδόν απόλυτη πεποίθηση ότι το κύριο μέσο διδασκαλίας της Φυσικής είναι το εργαστήριο τολμήσαμε την πραγμάτωση ενός τέτοιου βιβλίου.

Η επιλογή όπως και ο τρόπος παρουσίασης των ασκήσεων έγιναν έτσι ώστε να υπάρχει ικανή αυτονομία σε ότι αφορά την κατανόηση στην εκτέλεση της άσκησης.

Συνολικά παρουσιάζονται 26 ανεξάρτητες ασκήσεις που καλύπτουν ένα ευρύτατο φάσμα φυσικών φαινομένων. Συγκεκριμένα υπάρχουν ασκήσεις Ηλεκτρισμού (7), Ατομικής (3), Πυρηνικής (4), Οπτικής (6), Ηλεκτρονικής (2) και Laser (4). Βέβαια, ανεξάρτητα από την πολυπλοκότητα αυτή, όλες οι ασκήσεις παρουσιάζουν την ίδια δομή από τρία κυρίως κεφάλαια - μέρη. Αρχικά παρουσιάζεται σε συντομία ο σκοπός της κάθε άσκησης, ενώ αμέσως μετά ακολουθεί το θεωρητικό μέρος που αποτελεί και το πρώτο μέρος. Το δεύτερο μέρος συνίσταται στην περιγραφή των επιμέρους οργάνων και της όποιας πειραματικής διάταξης - διαδικασίας, ενώ στο τρίτο και τελευταίο μέρος παρουσιάζεται η εκτέλεση του πειράματος - επεξεργασία μετρήσεων. Εδώ, η εκτέλεση του πειράματος παρουσιάζεται με τη μορφή ερωτήσεων που βήμα - βήμα οδηγούν το σπουδαστή στην ουσία της διαδικασίας που πραγματοποιεί με τελικό στόχο την επιτυχή περάτωση της άσκησης. Τελευταίο - αλλά όχι ασήμαντο - θεωρείται το μέρος της άσκησης που αναφέρεται στις απαραίτητες γνώσεις που

θα πρέπει να έχει ο κατάλληλα προετοιμασμένος σπουδαστής για τη σωστή αντιμετώπιση της κάθε άσκησης.

Η ύλη του βιβλίου συμπληρώνεται αφ' ενός με ένα εισαγωγικό σημείωμα βασικών εννοιών αλλά και με μια διεξοδική μελέτη της θεωρίας σφαλμάτων που παρουσιάζει μεθοδολογικά το πρόβλημα της μέτρησης καθώς και του προσδιορισμού του πειραματικού σφάλματος. Στον πίνακα των περιεχομένων δίπλα από τον τίτλο της κάθε άσκησης υπάρχει το όνομα του αντίστοιχου συναδέλφου - εκπαιδευτικού που έχει την ευθύνη της συγγραφής της. Το απαραίτητο έργο της επιμέλειας του βιβλίου ανέλαβαν επιπρόσθετα τρεις από τους συγγραφείς και συγκεκριμένα οι κ.κ. Α. Αραβαντινός, Ν. Ντρίβας και Λ. Πρελορέντζος.

Το βιβλίο αυτό θα ήταν φτωχότερο χωρίς τη βοήθεια όλων των συναδέλφων του τμήματος Φυσικής οι οποίοι με τις εύστοχες παρατηρήσεις τους βοήθησαν σημαντικά τους συγγραφείς στην καλύτερη παρουσίαση των ασκήσεων. Τους συναδέλφους αυτούς τους ευχαριστούμε θερμά. Ακόμη ευχαριστίες θα πρέπει να εκφράσουμε σε όλους εκείνους τους ανώνυμους σπουδαστές μας παλαιότερων εξαμήνων, που μέσα από τις ερωτήσεις και τα σχόλιά τους κατά τη διάρκεια των εργαστηριακών ασκήσεων μας "δίδαξαν" με μοναδικό τρόπο την Εργαστηριακή Εκπαίδευση στη Φυσική.

Παραδίδουμε το βιβλίο αυτό στην κρίση κάθε καλόπιστου αναγνώστη του οποίου τις όποιες υποδείξεις θα λάβουμε σοβαρά υπόψη μας.

Αθήνα Ιούνιος '92

Οι συγγραφείς

Πίνακας περιεχομένων

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	5
ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ	Α.ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΣ
1. ΣΚΟΠΟΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ	11
2. ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΨΗΦΙΑ - ΣΤΡΟΓΓΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΑΡΙΘΜΩΝ	12
3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ - ΑΝΑΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΟΣ	14
4. ΛΑΘΗ Ή ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ	16
5. ΑΚΡΙΒΕΙΑ (ACCURACY) ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΤΗΤΑ Ή ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ (PRECISION) ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	18
6. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ	20
7. ΤΥΧΑΙΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ Ή ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ	23
8. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΠΙΝΑΚΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	25
9. ΔΙΑΔΟΣΗ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ	27
10. ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ	29
ΑΣΚΗΣΗ 1	Κ. ΚΟΥΡΚΟΥΤΑΣ
ΜΕΤΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ	35
1.Α ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΩΝ ΜΕ ΤΗ ΓΕΦΥΡΑ WHEATSTONE	40
1.Β ΜΕΤΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΕΓΕΡΤΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ (ΗΕΔ) ΠΗΓΗΣ	46
1.Γ ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΠΗΓΗΣ	50
ΑΣΚΗΣΗ 2	Κ. ΚΟΥΡΚΟΥΤΑΣ
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΦΟΡΤΙΣΗ ΠΥΚΝΩΤΗ	57
ΑΣΚΗΣΗ 3	Κ. ΚΟΥΡΚΟΥΤΑΣ
ΝΟΜΟΣ ΟΗΜ - ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΑΓΩΓΩΝ	65
ΑΣΚΗΣΗ 4	Ν. ΝΤΡΙΒΑΣ
ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟ	71

ΑΣΚΗΣΗ 5	N. ΝΤΡΙΒΑΣ
ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΦΑΣΗΣ ΜΕ ΒΑΤΤΟΜΕΤΡΟ	91
ΑΣΚΗΣΗ 6	N. ΝΤΡΙΒΑΣ
ΜΕΛΕΤΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ RC ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟΥ	107
ΑΣΚΗΣΗ 7	N. ΝΤΡΙΒΑΣ
ΕΠΑΦΗ p-n ΜΕΛΕΤΗ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΔΙΟΔΟΥ	115
ΑΣΚΗΣΗ 8	K. ΚΟΥΡΚΟΥΤΑΣ
ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΕΥΚΙΝΗΣΙΑΣ ΣΕ ΗΜΙΑΓΩΓΟΥΣ	139
ΑΣΚΗΣΗ 9	A. ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΣ
ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΗΛΙΚΟΥ e/m ΓΙΑ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΟ	151
ΑΣΚΗΣΗ 10	A. ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΣ
ΛΥΧΝΙΑ PERRIN - ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΘΟΔΙΚΩΝ ΑΚΤΙΝΩΝ	159
ΑΣΚΗΣΗ 11	N. ΝΤΡΙΒΑΣ
ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟΥ	169
ΑΣΚΗΣΗ 12	A. ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΣ
ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ - ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ	177
ΑΣΚΗΣΗ 13	A. ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΣ
ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ - γ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗ GEIGER-MÜLLER	189
ΑΣΚΗΣΗ 14	A. ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΣ
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΗΣ β^- ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΟΥ ΕΚΠΟΜΠΗΣ	201
ΑΣΚΗΣΗ 15	A. ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΣ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗ GEIGER-MÜLLER - ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΕΝΤΑΣΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΑΠΟΣΤΑΣΗ	211
ΑΣΚΗΣΗ 16	A. ΠΡΕΛΟΡΕΝΤΖΟΣ
ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΦΑΚΟΥΣ	219
16.A ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΣΤΙΑΚΗΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ f ΑΠΟ ΤΗΝ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΜΕΓΕΘΥΝΣΗ M	229

16.Β ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΣΤΙΑΚΗΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ f ΑΠΟ ΤΑ ΜΕΓΕΘΗ α ΚΑΙ β	232
16.Γ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΣΤΙΑΚΗΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΦΑΚΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΤΟΥ	236
16.Δ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΣΤΙΑΚΗΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΦΑΚΟΥ ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΣΕ ΑΠΡΟΣΙΤΗ ΘΕΣΗ	239
16.Ε ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΣΤΙΑΚΗΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΙΣΧΥΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΛΕΠΤΩΝ ΦΑΚΩΝ ΣΕ ΕΠΑΦΗ	243
ΑΣΚΗΣΗ 17	Α. ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΣ
ΔΙΑΘΛΑΣΗ ΔΙΑ ΠΡΙΣΜΑΤΟΣ - ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΕΙΚΤΗ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ	249
ΑΣΚΗΣΗ 18	Α. ΠΡΕΛΟΡΕΝΤΖΟΣ
ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	257
18.Α ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ K ΛΑΜΠΤΗΡΑ ΠΥΡΑΚΤΩΣΕΩΣ	269
18.Β ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΙΑΣ ΣΕ ΛΑΜΠΤΗΡΑ ΠΥΡΑΚΤΩΣΕΩΣ	274
ΑΣΚΗΣΗ 19	Α. ΠΡΕΛΟΡΕΝΤΖΟΣ
ΠΟΛΩΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	277
19.Α ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ MALUS	289
19.Β ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΣΑΚΧΑΡΟΥ	294
ΑΣΚΗΣΗ 20	Α. ΠΡΕΛΟΡΕΝΤΖΟΣ
ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΦΩΤΟΣ ΑΠΟ ΟΠΤΙΚΑ ΔΙΑΦΑΝΗ ΜΕΣΑ	299
20.Α ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ μ ΣΕ ΣΤΕΡΕΑ	305
20.Β ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ E ΣΕ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ	307
ΑΣΚΗΣΗ 21	Κ. ΚΟΥΡΚΟΥΤΑΣ
ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ - ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΑΕΡΙΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΦΑΣΜΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΤΟΥ	311
ΑΣΚΗΣΗ 22	Κ. ΚΟΥΡΚΟΥΤΑΣ
ΜΕΛΕΤΗ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΜΕ ΣΥΜΒΟΛΗ ΑΠΟ ΦΡΑΓΜΑ	323
22.Α ΜΕΛΕΤΗ ΦΑΣΜΑΤΟΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ	331
22.Β ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΚΥΜΑΤΟΣ ΦΑΣΜΑΤΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΜΕ ΦΡΑΓΜΑ	333

ΑΣΚΗΣΗ 23	A. ΑΝΔΡΙΤΣΑΚΗΣ
ΤΟ LASER ΩΣ ΠΗΓΗ ΦΩΤΟΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΔΕΣΜΗΣ LASER ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΦΩΤΟΣ	337
ΑΣΚΗΣΗ 24	A. ΑΝΔΡΙΤΣΑΚΗΣ
ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΚΥΜΑΤΟΣ LASER ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΜΕΝΟΥ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΚΑΝΟΝΑ	361
ΑΣΚΗΣΗ 25	
ΣΥΜΒΟΛΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ LASER ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΛΟΜΕΤΡΟΥ MICHELSON	377
ΑΣΚΗΣΗ 26	
ΜΕΛΕΤΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΕΡΙΘΛΑΣΗΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ LASER (ΑΚΟΥΣΤΟ-ΟΠΤΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ LASER)	411
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ	N. ΠΑΤΑΡΓΙΑΣ
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	419
2. ΕΙΔΗ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ	421
3. ΤΡΟΠΟΙ ΕΚΦΡΑΣΕΩΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ	423
4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΧΕΣΕΩΝ ΤΟΥ ΤΥΠΙΚΟΥ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ	425
5. ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΨΗΦΙΑ	430
6. ΣΥΝΘΕΤΟ ΣΦΑΛΜΑ	432
7. ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ GAUSS ΤΩΝ ΤΥΧΑΙΩΝ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ	441
8. ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ	451
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	A. ΠΡΕΔΟΡΕΝΤΖΟΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ	455
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β ΠΙΝΑΚΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ	459
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΩΝ S.I.	463
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ ΦΥΣΙΚΕΣ ΣΤΑΘΕΡΕΣ	465
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	469