
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	1
1.1	Φυσικά μεγέθη	1
1.2	Διανυσματική Άλγεβρα	2
1.3	Μετατροπές συντεταγμένων	5
1.3.1	Μετατροπές στα τρία συνήθη συστήματα συντεταγμένων	5
1.3.2	Απειροστές ποσότητες	6
1.4	Επικαμπύλια ολοκληρώματα	8
1.5	Επιφανειακά ολοκληρώματα και ολοκληρώματα όγκου	12
1.6	Ο διαφορικός διανυσματικός τελεστής ∇	13
1.6.1	Διανυσματικές ταυτότητες	16
1.7	Χρήσιμα θεωρήματα	16
1.8	Παραδείγματα	18
1.9	Ασκήσεις	36
2	ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ	43
2.1	Νόμος του Coulomb	43
2.2	Ηλεκτρική πεδιακή ένταση	44
2.3	Ηλεκτρικό δυναμικό	45
2.4	Ηλεκτρική ροή – Νόμος του Gauss	46
2.5	Παραδείγματα	48
2.6	Ασκήσεις	95
3	ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΑ, ΑΓΩΓΟΙ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΕΣ, ΕΝΕΡΓΕΙΑ	101
3.1	Διηλεκτρικά – Οριακές συνθήκες στη διαχωριστική επιφάνεια	101
3.1.1	Πόλωση	101
3.1.2	Συνθήκες στη διαχωριστική επιφάνεια	102
3.2	Αγώγιμα σώματα – Κατανομή φορτίων	103
3.2.1	Ηλεκτροστατικές ιδιότητες των αγωγών	103
3.2.2	Κατανομή φορτίων	104
3.2.3	Κοιλότητες	104
3.2.4	Το θεώρημα της αντιστοιχίας του Green	104

3.3	Πυκνωτές – Συστήματα αγωγών	105
3.3.1	Πυκνωτής – Χωρητικότητα	105
3.3.2	Σύστημα αγωγών – Μερικές χωρητικότητες	106
3.4	Ενέργεια ηλεκτροστατικού πεδίου	108
3.4.1	Ενέργεια πεδίου σημειακών φορτίων	108
3.4.2	Ενέργεια πεδίου κατανεμημένων ηλεκτρικών φορτίων	109
3.4.3	Ενέργεια ηλεκτρικού πεδίου	109
3.5	Ανάπτυξη μηχανικών δυνάμεων	110
3.5.1	Δυνάμεις σ' ένα σύστημα αγωγίμων σωμάτων	110
3.5.2	Δυνάμεις στους σπλισμούς πυκνωτή	111
3.5.3	Πίεση στην επιφάνεια αγωγών	111
3.5.4	Δυνάμεις στην επιφάνεια διαχωρισμού δύο διηλεκτρικών	111
3.6	Παραδείγματα	113
3.7	Ασκήσεις	160
4	ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΕΔΙΟΥ	173
4.1	Εξισώσεις Poisson και Laplace	173
4.1.1	Το θεώρημα της μοναδικότητας	173
4.1.2	Η εξίσωση Laplace σε καρτεσιανές συντεταγμένες	173
4.1.3	Η εξίσωση Laplace σε κυλινδρικές συντεταγμένες	177
4.1.3.1	Διδιάστατο πρόβλημα	177
4.1.3.2	Τριδιάστατο πρόβλημα	180
4.1.4	Η εξίσωση Laplace σε σφαιρικές συντεταγμένες	181
4.2	Μέθοδος ηλεκτρικού κατοπτρισμού ή μέθοδος των ηλεκτρικών ειδώλων	182
4.2.1	Η ιδέα της μεθόδου	182
4.2.2	Σημειακό φορτίο πάνω από αγωγίμη επιφάνεια	184
4.2.3	Φορτίο στο χώρο μεταξύ δύο τεμνόμενων αγωγίμων επιπέδων	185
4.2.4	Σημειακό φορτίο εκτός αγωγίμης σφαίρας	186
4.3	Μιγαδικές μεταβλητές – Σύμμορφη απεικόνιση	187
4.4	Πειραματικές και αριθμητικές μέθοδοι	191
4.5	Παραδείγματα	192
4.6	Ασκήσεις	228
5	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΡΟΗΣ ΜΟΝΙΜΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ	233
5.1	Εισαγωγικά	233
5.2	Εξίσωση της συνέχειας	233
5.3	Νόμος του Ohm	234
5.4	Ηλεκτροστατική ισορροπία	235
5.5	Ωμική αντίσταση αγωγού τυχαίας διατομής	235
5.6	Πυκνωτές με απώλειες	237
5.7	Εξίσωση Laplace και οριακές συνθήκες	238

5.8	Γειωτές	241
5.8.1	Σφαιρικός γειωτής	241
5.8.2	Ημισφαιρικός γειωτής	242
5.8.3	Γραμμική πηγή πεπερασμένου μήκους – Ελλειψοειδής γειωτής . .	244
5.8.4	Λεπτός κυλινδρικός γειωτής	247
5.9	Νόμος του Joule	249
5.10	Παραδείγματα	250
5.11	Ασκήσεις	292
6	ΜΑΓΝΗΤΟΣΤΑΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ	299
6.1	Εισαγωγικά	299
6.2	Νόμος των Biot-Savart	299
6.2.1	Γραμμικός αγωγός	299
6.2.2	Επιφανειακή κατανομή ρεύματος (αγωγή ταινία)	301
6.2.3	Χωρική κατανομή ρεύματος	301
6.3	Ο νόμος του Ampère	302
6.4	Μαγνητική ροή - Πεπλεγμένη ροή	303
6.5	Οριακές συνθήκες	303
6.6	Βαθμωτό μαγνητικό δυναμικό - ΜΕΔ	304
6.7	Διανυσματικό μαγνητικό δυναμικό A	305
6.8	Μαγνητικές δυνάμεις	306
6.9	Μαγνητική ροπή	307
6.10	Παραδείγματα	310
6.11	Ασκήσεις	339
7	ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΩΓΗ	347
7.1	Νόμος ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής του Faraday	347
7.2	Αυτεπαγωγή - Αλληλεπαγωγή - Εσωτερική αυτεπαγωγή	350
7.3	Ενέργεια μαγνητικού πεδίου	352
7.3.1	Ενέργεια επαγωγέα	352
7.3.2	Ενέργεια συστήματος κυκλωμάτων	353
7.3.3	Η ενέργεια στο χώρο του πεδίου	354
7.3.3.1	Αμοιβαία ενέργεια δύο ρευματικών διανομών \mathbf{J}_1 και \mathbf{J}_2	354
7.3.3.2	Ενέργεια ρευματικής διανομής	355
7.3.3.3	Ενέργεια συστήματος γραμμικών (συρματόμορφων) αγω- γών	355
7.4	Δυνάμεις μεταξύ κυκλωμάτων	357
7.5	Παραδείγματα	359
7.6	Ασκήσεις	411
8	ΣΙΔΗΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ - ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ	421

8.1	Μαγνήτες, πόλοι, μαγνήτιση	421
8.2	Σχέσεις μεταξύ των διανυσμάτων του μαγνητικού πεδίου	422
8.3	Σιδηρομαγνητικά υλικά	424
8.4	Καμπύλη μαγνήτισης - Βρόχος υστέρησης	424
8.5	Απώλειες υστέρησης	427
8.6	Δύναμη έλξης ηλεκτρομαγνήτη	427
8.7	Οριακές συνθήκες στις διαχωριστικές επιφάνειες	428
8.8	Μαγνητικά κυκλώματα	429
8.9	Παραδείγματα	431
8.10	Ασκήσεις	464
9	ΚΙΝΗΣΗ ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ	469
9.1	Η εξίσωση της κίνησης φορτισμένου σωματιδίου	469
9.2	Δύναμη και ενέργεια	471
9.3	Κίνηση ηλεκτρονίου στο πεδίο επίπεδου πυκνωτή	473
9.4	Κίνηση ηλεκτρονίου σε μαγνητικό πεδίο	474
9.5	Κίνηση φορτισμένου σωματιδίου σε μαγνητικό και ηλεκτρικό πεδίο	477
9.6	Κίνηση φορτισμένου σωματιδίου σε δίοδο παράλληλων πλακών	479
9.7	Το αναλλοίωτο της μαγνητικής ροής	481
9.8	Παραδείγματα	483
9.9	Ασκήσεις	516
10	ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΑ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΟ ΠΕΔΙΟ	521
10.1	Εξισώσεις Maxwell	521
10.2	Οριακές συνθήκες	522
10.3	Μιγαδική μορφή εξισώσεων Maxwell	524
10.4	Η γενική εξίσωση κύματος	525
10.4.1	Μεταβαλλόμενο πεδίο σε “καλά” αγώγιμα μέσα – Εξίσωση διάχυσης	526
10.4.2	Μεταβαλλόμενο πεδίο σε “καλά” διηλεκτρικά μέσα – Εξίσωση κύματος	527
10.5	Ηλεκτρομαγνητικά δυναμικά	528
10.6	Το θεώρημα του Poynting	531
10.7	Παραδείγματα	534
10.8	Ασκήσεις	560
11	ΕΠΙΠΕΔΟ ΚΥΜΑ	565
11.1	Η λύση της μονοδιάστατης εξίσωσης κύματος	565
11.2	Ημιτονοειδής χρονική μεταβολή	567
11.3	Επίπεδο κύμα σε μέσο με απώλειες $\sigma \neq 0$	570
11.3.1	Περίπτωση “τέλειου” διηλεκτρικού	571

11.3.2	Περίπτωση “τέλειου” αγωγού	572
11.4	Πόλωση του επίπεδου κύματος	573
11.4.1	Γραμμικά πολωμένο κύμα ($\varphi = 0, \varphi = \pm\pi$)	574
11.4.2	Κυκλικά πολωμένο κύμα ($\varphi = \pm\pi/2, E_{x0} = E_{y0}$)	574
11.4.3	Ελλειπτικά πολωμένο κύμα ($E_{x0} \neq E_{y0}$)	574
11.5	Ταχύτητα ομάδας	575
11.6	Παραδείγματα	576
11.7	Ασκήσεις	615
12	ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΘΛΑΣΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ	619
12.1	Οι βασικοί νόμοι ανάκλασης και διάθλασης	619
12.2	Εξισώσεις Fresnel	621
12.2.1	Διάνυσμα \mathbf{E} κάθετο στο επίπεδο της πρόσπτωσης	621
12.2.2	Διάνυσμα \mathbf{E} στο επίπεδο της πρόσπτωσης	623
12.3	Ανάκλαση επίπεδου κύματος σε μέσα με απώλειες	625
12.4	Στάσιμα κύματα	626
12.5	Πίεση ακτινοβολίας	627
12.6	Παραδείγματα	629
12.7	Ασκήσεις	662
13	ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	669
13.1	Γενικά	669
13.2	Χαρακτηριστικά γραμμής μεταφοράς TEM	670
13.3	Ομοαξονική γραμμή μεταφοράς	673
13.4	Γραμμή μεταφοράς χωρίς απώλειες	676
13.5	Γραμμή μεταφοράς με απώλειες	681
13.6	Παραδείγματα	686
13.7	Ασκήσεις	715
14	ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ	719
14.1	Γενικά	719
14.2	Ακτινοβολία βραχέος διπόλου (δίπολο Hertz)	720
14.3	Ένταση ακτινοβολίας - Κατευθυντικότητα - Κέρδος κεραίας	723
14.4	Ακτινοβολία μικρού κυκλικού βρόχου	725
14.5	Ακτινοβολία γραμμικής πηγής	727
14.6	Διπολική κεραία $\lambda/2$	729
14.7	Το πεδίο κοντά στην κεραία	731
14.8	Στοιχειοκεραίες	732
14.9	Παραδείγματα	738
14.10	Ασκήσεις	760
15	ΟΔΗΓΟΥΜΕΝΟ ΚΥΜΑ – ΚΥΜΑΤΟΔΗΓΟΙ	765

15.1	Κύμα οδηγούμενο από αγώγιμα τοιχώματα	765
15.2	Κυματοδηγί ορθογωνικής διατομής	771
15.2.1	Εγκάρσιο μαγνητικό κύμα ή ρυθμοί TM	775
15.2.2	Εγκάρσιο ηλεκτρικό πεδίο ή ρυθμοί TE	777
15.3	Κυλινδρικοί κυματοδηγί	777
15.3.1	Εγκάρσιο μαγνητικό πεδίο – ρυθμοί TM	777
15.3.2	Εγκάρσιο ηλεκτρικό πεδίο – ρυθμοί TE	779
15.4	Παραδείγματα	781
15.5	Ασκήσεις	806

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

A	ΜΟΝΑΔΕΣ ΚΑΙ ΣΤΑΘΕΡΕΣ	809
B	ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ	813
Γ	ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΕΣ ΤΑΥΤΟΤΗΤΕΣ	821
Δ	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	823
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	843
	ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ	847