

Περιεχόμενα

Πρόλογος στην 1η έκδοση	15	4.3	Κυκλική κίνηση	82
Πρόλογος στη 2η έκδοση	17		Ανακεφαλαίωση	85
Ευχαριστίες	24		Προτεινόμενα για εκτέλεση πειράματα	87
			Ερωτήσεις κατανόησης	87
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ	25		Προβλήματα	88
1.1 Η μεθοδολογία της φυσικής	26	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΔΥΝΑΜΙΚΗ - ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ	91	
1.2 Νόμοι-μοντέλα στη φυσική	31	5.1 Οι νόμοι του Νεύτωνα	92	
1.3 Τα όρια ισχύος μιας θεωρίας-νόμου	35	5.2 Δυνάμεις τριβής	103	
Ανακεφαλαίωση	36	Ανακεφαλαίωση	105	
Προτεινόμενα για εκτέλεση πειράματα	38	Προτεινόμενα για εκτέλεση πειράματα	107	
Ερωτήσεις κατανόησης	38	Ερωτήσεις κατανόησης	107	
Προβλήματα	39	Προβλήματα	108	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ	41	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΝΟΜΩΝ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ	111	
2.1 Μετρώντας φυσικά μεγέθη	42	6.1 Αδρανειακά συστήματα αναφοράς	112	
2.2 Μονάδες μέτρησης	43	6.2 Διάγραμμα ελεύθερου σώματος	117	
2.3 Ακρίβεια μετρήσεων - σημαντικά ψηφία	48	6.3 Μελέτη κίνησης με δύναμη εξαρτώμενη από την ταχύτητα	120	
Ανακεφαλαίωση	50	Ανακεφαλαίωση	140	
Προτεινόμενα για εκτέλεση πειράματα	50	Ερωτήσεις κατανόησης	142	
Ερωτήσεις κατανόησης και προβλήματα	51	Προτεινόμενα για εκτέλεση πειράματα	143	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΣΕ ΜΙΑ ΔΙΑΣΤΑΣΗ	53	Προβλήματα	145	
3.1 Σταθερή ταχύτητα	54	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΚΙΝΗΣΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	149	
3.2 Μεταβαλλόμενη ταχύτητα	55	7.1 Μεταφορική κίνηση σώματος-κέντρο μάζας	150	
3.3 Στιγμιαία ταχύτητα	57	7.2 Κινητική ενέργεια περιστροφής-ροπή αδράνειας	151	
3.4 Η ταχύτητα ως παράγωγος	61	7.3 Περιστροφή σώματος - Ροπή Αδράνειας	158	
3.5 Η ταχύτητα ως παράγωγος από πειραματικά δεδομένα	61	7.4 Θεώρημα των παραλλήλων αξόνων	166	
3.6 Η έννοια του διαφορικού στη φυσική	62	7.5 Θεώρημα των κάθετων αξόνων	167	
3.7 Πόσο μικρές μπορεί να είναι οι ποσότητες Δx_i και Δt_i ;	62	Ανακεφαλαίωση	169	
3.8 Το διάστημα που διανύει ένα κινούμενο σώμα	63	Προτεινόμενα για εκτέλεση πειράματα	171	
3.9 Υπολογισμός του διαστήματος από ολοκλήρωμα	64	Ερωτήσεις κατανόησης	172	
3.10 Πειραματικός προσδιορισμός των συναρτήσεων $x(t)$ και $v(t)$	66	Προβλήματα	173	
3.11 Πώς προσδιορίζεται αριθμητικά το ολοκλήρωμα της ταχύτητας	67	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ - ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ ΣΩΜΑΤΩΝ (ΕΡΓΟ ΚΑΙ ΡΟΠΗ ΔΥΝΑΜΗΣ)	175	
Ανακεφαλαίωση	69	8.1 Γινόμενα διανυσματικών φυσικών μεγεθών	176	
Ερωτήσεις κατανόησης	71	8.2 Έργο δύναμης (εσωτερικό γινόμενο)	176	
Προβλήματα	72	8.3 Ισχύς	182	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΣΕ 2 ΚΑΙ 3 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	75	8.4 Ροπή δύναμης (εξωτερικό γινόμενο)	183	
4.1 Ορθογώνια συστήματα αξόνων	76	8.5 Στροφορμή - Νόμοι δυναμικής σημειακής μάζας	193	
4.2 Κίνηση σε 3 διαστάσεις	79			

ΔΕΙΓΜΑ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ

10 / ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

8.6	Νόμοι δυναμικής περιστρεφόμενου στερεού σώματος	199	11.8	Συμβολή κυμάτων	329
8.7	Θεώρημα έργου-ενέργειας και ισχύς στην περιστροφική κίνηση	205	11.9	Ανάκλαση και διάθλαση κυμάτων	335
8.8	Γυροσκόπιο	208	11.10	Περίθλαση κυμάτων	336
8.9	Κύλιση στερεού σώματος	213	11.11	Στάσιμα κύματα	337
8.10	Ισορροπία στερεού σώματος	218	11.12	Φαινόμενο Doppler	345
	Προτεινόμενο για εκτέλεση πείραμα	220	11.13	Κρουστικά κύματα	352
	Ανακεφαλαίωση	222		Ανακεφαλαίωση	354
	Ερωτήσεις κατανόησης	227		Προτεινόμενα για εκτέλεση πειράματα	358
	Προβλήματα	228		Ερωτήσεις κατανόησης	360
				Προβλήματα	363
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9	ΣΥΓΚΡΟΥΣΕΙΣ	231	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ - ΒΑΡΥΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ	367
9.1	Δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά τη σύγκρουση σωμάτων	232	12.1	Μάζες - βαρυτική δύναμη, ηλεκτρικό φορτίο - ηλεκτρική δύναμη	368
9.2	Υπολογισμός ταχυτήτων μετά τη σύγκρουση σωμάτων	236	12.2	Φόρτιση σωμάτων με ηλεκτρικά φορτία	371
9.3	Συστήματα μεταβλητής μάζας - κίνηση πυραύλου	248	12.3	Αγωγοί - Μονωτές	374
	Ανακεφαλαίωση	251	12.4	Τρόποι ηλεκτρίσης αγωγών	377
	Προτεινόμενα για εκτέλεση πειράματα	253	12.5	Πώς μετρήθηκε η δύναμη της βαρύτητας και πώς η ηλεκτρική δύναμη	383
	Ερωτήσεις κατανόησης	254	12.6	Οι νόμοι της παγκόσμιας έλξης και του Coulomb	389
	Προβλήματα	256		Ανακεφαλαίωση	392
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10	ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ	259		Προτεινόμενα για εκτέλεση πειράματα	395
10.1	Ταλαντώσεις στη φύση	260		Ερωτήσεις κατανόησης	396
10.2	Απλές αρμονικές ταλαντώσεις σε ελατήριο	263		Προβλήματα	398
10.3	Ταχύτητα και επιτάχυνση στην αρμονική ταλάντωση	270	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13	ΒΑΡΥΤΙΚΟ - ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ	401
10.4	Διαφορική εξίσωση της αρμονικής ταλάντωσης	272	13.1	Η αρχή της επαλληλίας για τις βαρυτικές και ηλεκτρικές δυνάμεις	402
10.5	Ταλαντώσεις σε απλό εκκρεμές	273	13.2	Η ανάγκη της εισαγωγής της έννοιας του ηλεκτρικού πεδίου	407
10.6	Ταλαντώσεις στο φυσικό εκκρεμές	278	13.3	Υπάρχει πράγματι το ηλεκτρικό και το βαρυτικό πεδίο;	410
10.7	Ταλαντώσεις σε στροφικό εκκρεμές	279	13.4	Η δράση του ηλεκτρικού πεδίου	416
10.8	Ενέργεια στην απλή αρμονική ταλάντωση	280	13.5	Η ύπαρξη των βαρυτικών πεδίων - βαρυτικών κυμάτων	418
10.9	Φθίνουσες ταλαντώσεις	283	13.6	Ένταση ηλεκτρικού και βαρυτικού πεδίου	423
10.10	Εξαναγκασμένες ταλαντώσεις	286	13.7	Τρόποι περιγραφής του ηλεκτρικού πεδίου - Δυναμικές γραμμές	424
10.11	Μη αρμονική ταλάντωση	287	13.8	Εμφάνιση ηλεκτρικού πεδίου στον χώρο	428
	Ανακεφαλαίωση	289	13.9	Υπολογισμός ηλεκτρικού πεδίου συνεχών κατανομών	431
	Προτεινόμενα για εκτέλεση πειράματα	292		Ανακεφαλαίωση	442
	Ερωτήσεις κατανόησης	293		Προτεινόμενο για εκτέλεση πείραμα	445
	Προβλήματα	294		Ερωτήσεις κατανόησης	446
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11	ΚΥΜΑΤΑ	297		Προβλήματα	447
11.1	Κύματα γενικά	298	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΡΟΗ	449
11.2	Εγκάρσια και διαμήκη κύματα	298	14.1	Η έννοια της ροής υλικών σωματιδίων	450
11.3	Μαθηματική περιγραφή του κύματος	301	14.2	Η έννοια της ροής υλικών σωματιδίων από κάποια σημειακή πηγή	452
11.4	Κυματική εξίσωση και ταχύτητα εγκάρσιου κύματος σε χορδή	314			
11.5	Η ισχύς κύματος	318			
11.6	Ένταση κύματος	321			
11.7	Ηχητικά κύματα	322			

14.3	Η έννοια της ροής ηλεκτρικών δυναμικών γραμμών	454	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 17 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	525	
14.4	Ο νόμος του Gauss	455	17.1	Τι είναι η ηλεκτρική ενέργεια	526
14.5	Προσδιορισμός ηλεκτρικών πεδίων με τη βοήθεια του νόμου του Gauss	458	17.2	Υπολογισμός ηλεκτρικής ενέργειας κατανομής φορτίων	527
	Ανακεφαλαίωση	468	17.3	Δυναμική ενέργεια πυκνωτή	529
	Ερωτήσεις κατανόησης	469	17.4	Πυκνότητα ενέργειας ηλεκτρικού πεδίου	530
	Προβλήματα	470	17.5	Πού υπάρχει η ενέργεια, στα φορτία ή στο ηλεκτρικό πεδίο;	533
				Ανακεφαλαίωση	535
				Ερωτήσεις κατανόησης	536
				Προβλήματα	537
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15 ΕΡΓΟ - ΕΝΕΡΓΕΙΑ	473		ΚΕΦΑΛΑΙΟ 18 ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΡΕΥΜΑΤΑ - ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ OHM	539	
15.1	Έργο δύναμης στη μία διάσταση	474	18.1	Χαρακτηριστικές ιδιότητες μεταλλικών αγωγών	540
15.2	Έργο δύναμης σε περισσότερες από μία διαστάσεις	475	18.2	Κίνηση φορτίων σε αγωγούς - ηλεκτρικό ρεύμα	542
15.3	Θεώρημα έργου - ενέργειας	475	18.3	Η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος	543
15.4	Αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας	476	18.4	Ηλεκτρικό ρεύμα από θετικά και αρνητικά φορτία	544
15.5	Διατηρητικά κα μη διατηρητικά πεδία	476	18.5	Ηλεκτρική αντίσταση - Νόμος του Ohm	546
15.6	Η ηλεκτρική και η βαρυτική δύναμη είναι διατηρητικές δυνάμεις	477	18.6	Οι μικροσκοπικοί μηχανισμοί του νόμου του Ohm	548
15.7	Έργο δύναμης εντός συντηρητικού πεδίου	478	18.7	Κατανομή του ηλεκτρικού φορτίου και του ηλεκτρικού πεδίου σε καλώδια	553
15.8	Συνάρτηση δυναμικής ενέργειας	479	18.8	Αγωγοί - ημιαγωγοί - μονωτές - υπεραγωγιμότητα	558
15.9	Δυναμικά πεδία ασταθούς ισορροπίας	487		Ανακεφαλαίωση	559
15.10	Δυναμικά πεδία ευσταθούς ισορροπίας	488		Προτεινόμενο για εκτέλεση πείραμα	561
	Ανακεφαλαίωση	493		Ερωτήσεις κατανόησης	562
	Ερωτήσεις κατανόησης	494		Προβλήματα	563
	Προβλήματα	495	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 19 ΠΥΚΝΩΤΕΣ	565	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 16 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ	499		19.1	Χωρητικότητα πυκνωτή	566
16.1	Τι είναι το ηλεκτρικό δυναμικό	500	19.2	Επίπεδος πυκνωτής	567
16.2	Ηλεκτρικό δυναμικό φορτισμένων σωμάτων	502	19.3	Σφαιρικός πυκνωτής	568
16.3	Διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού	506	19.4	Πυκνωτής τυχαίου σχήματος αγωγών	569
16.4	Τι σημαίνει πρακτικά διαφορά δυναμικού ΔV	507	19.5	Σύνδεση πυκνωτών	570
16.5	Βαθμίδα δυναμικού - ισοδυναμικές επιφάνειες	508	19.6	Διηλεκτρικά	571
16.6	Εύρεση ηλεκτρικού πεδίου από το δυναμικό	509	19.7	Διηλεκτρικά μέσα σε πυκνωτή	576
16.7	Ισοδυναμικές επιφάνειες	510	19.8	Υπολογισμός δέσμιου φορτίου Q_{bound}	578
16.8	Ηλεκτρικό πεδίο σε αγωγίμα υλικά	512	19.9	Μερική κάλυψη του πυκνωτή με διηλεκτρικό	580
16.9	Κλωβός Faraday	512	19.10	Ο νόμος του Coulomb σε διηλεκτρικά	582
16.10	Επαγόμενα ηλεκτρικά φορτία σε αγωγούς	514	19.11	Νόμος του Gauss σε διηλεκτρικά	583
16.11	Ηλεκτρικό πεδίο μέσα σε μονωτικά υλικά	518	19.12	Ενέργεια αποθηκευμένη σε πυκνωτή	585
	Ανακεφαλαίωση	519		Ανακεφαλαίωση	586
	Προτεινόμενα για εκτέλεση πειράματα	522		Προτεινόμενο για εκτέλεση πείραμα	588
	Ερωτήσεις κατανόησης	523		Ερωτήσεις κατανόησης	589
	Προβλήματα	523		Προβλήματα	590

ΔΕΙΓΜΑ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ

12 / ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 20 ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ	593	Προτεινόμενο για εκτέλεση πείραμα	693
		Ερωτήσεις κατανόησης	694
		Προβλήματα	694
20.1 Μηχανικό ανάλογο ηλεκτρικού κυκλώματος	594	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 23 ΝΟΜΟΣ AMPÈRE	697
20.2 Ηλεκτρικές πηγές	595	23.1 Νόμος Ampère	698
20.3 Κύκλωμα απλού βρόχου	601	23.2 Ο ρόλος των μη εγκλεισμένων ρευμάτων	700
20.4 Κύκλωμα πολλών βρόχων	605	23.3 Εύρεση μαγνητικού πεδίου με τον νόμο Ampère	701
20.5 Γείωση σε κύκλωμα	611	23.4 Μαγνητικό πεδίο σωληνοειδούς ή πηνίου	703
20.6 Ενέργεια, ισχύς, παραγόμενη θερμότητα σε κυκλώματα	613	Ανακεφαλαίωση	708
20.7 Κύκλωμα RC	615	Ερωτήσεις κατανόησης	709
Ανακεφαλαίωση	621	Προβλήματα	709
Προτεινόμενα για εκτέλεση πειράματα	623	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 24 ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΩΓΗ	711
Ερωτήσεις κατανόησης	624	24.1 Το φαινόμενο της μαγνητικής επαγωγής - Νόμος Faraday	712
Προβλήματα	625	24.2 Κανόνας του Lenz, επαγόμενη ΗΕΔ	716
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 21 ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ	629	24.3 Δημιουργία ΗΕΔ λόγω κίνησης (κινητική ΗΕΔ)	718
21.1 Μαγνήτες και αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους	630	24.4 Δημιουργία ΗΕΔ λόγω μεταβολής του μαγνητικού πεδίου	724
21.2 Μαγνητικό πεδίο μαγνητών	631	24.5 Επαγόμενο ηλεκτρικό πεδίο και ΗΕΔ	727
21.3 Αλληλεπιδράσεις μαγνητών με ηλεκτρικούς αγωγούς	633	24.6 Ηλεκτρικές γεννήτριες	731
21.4 Νόμος Biot-Savart	635	24.7 Δινορεύματα	732
21.5 Μια άμεση πειραματική επιβεβαίωση του νόμου Biot-Savart	640	24.8 Μαγνητικά υλικά	734
21.6 Κινούμενα φορτία ως πηγές μαγνητικού πεδίου	643	Ανακεφαλαίωση	740
21.7 Υπολογισμός μαγνητικού πεδίου ηλεκτρικών ρευματοφόρων αγωγών	644	Προτεινόμενο για εκτέλεση πείραμα	743
Ανακεφαλαίωση	652	Ερωτήσεις κατανόησης	744
Προτεινόμενα για εκτέλεση πειράματα	653	Προβλήματα	745
Ερωτήσεις κατανόησης	655	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 25 ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗ - ΑΜΟΙΒΑΙΑ ΕΠΑΓΩΓΗ	747
Προβλήματα	656	25.1 Αμοιβαία επαγωγή	748
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 22 ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ	659	25.2 Αυτεπαγωγή και το κύκλωμα RL	750
22.1 Μαγνητική δύναμη σε ρευματοφόρο αγωγό	660	25.3 Μαγνητική ενέργεια πηνίου	757
22.2 Οι μαγνητικές δυνάμεις ασκούνται σε κινούμενα φορτία	661	25.4 Μετασχηματιστής	759
22.3 Μαγνητική δύναμη σε δέσμη ηλεκτρονίων καθοδικού σωλήνα	663	Ανακεφαλαίωση	763
22.4 Μαγνητικές δυνάμεις μεταξύ ρευματοφόρων αγωγών	668	Προτεινόμενο για εκτέλεση πείραμα	766
22.5 Ο ορισμός της μονάδας μέτρησης του ηλεκτρικού ρεύματος (Ampère)	672	Ερωτήσεις κατανόησης	766
22.6 Ροπή ρευματοφόρου βρόχου μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο	674	Προβλήματα	767
22.7 Ηλεκτροκινητήρας συνεχούς ρεύματος	677	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 26 ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ	769
22.8 Φαινόμενο Hall	679	26.1 Εναλλασσόμενο ρεύμα	770
22.9 Κίνηση φορτισμένων σωματιδίων μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο	683	26.2 Αντιστάτες σε κύκλωμα EP	773
Ανακεφαλαίωση	689	26.3 Πυκνωτής σε κύκλωμα EP	775
		26.4 Πηνίο σε κύκλωμα EP	776
		26.5 Κύκλωμα LC	778
		26.6 Κύκλωμα RLC με εναλλασσόμενη πηγή	785
		26.7 Συντονισμός κυκλώματος RLC σε σειρά	787

26.8	Ισχύς σε κυκλώματα ΕΡ Ανακεφαλαίωση Προτεινόμενο για εκτέλεση πείραμα Ερωτήσεις κατανόησης Προβλήματα	789 793 797 797 798	28.8	Μεταφορά ορμής από τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα	862
			28.9	Πώς παράγονται ηλεκτρομαγνητικά κύματα από κεραίες	866
			28.10	Λήψη ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων από κεραίες	873
			28.11	Διάδοση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στην ύλη Ανακεφαλαίωση Ερωτήσεις κατανόησης Προβλήματα	876 876 882 883
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 27 ΟΙ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΤΟΥ MAXWELL	801		ΚΕΦΑΛΑΙΟ 29 ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΟΥ SI	887
27.1	Ο νόμος του Gauss για τον μαγνητισμό	802	29.1	Το πρόβλημα με τη χρήση υλικών προ- τύπων στο διεθνές σύστημα μονάδων	888
27.2	Γενίκευση του νόμου Ampère από τον Maxwell	805	29.2	Ο νέος ορισμός της μάζας του ενός κιλού 1 kg	890
27.3	Το επαγόμενο μαγνητικό πεδίο του νόμου Ampère-Maxwell	809	29.3	Τα πλεονεκτήματα του νέου ορισμού της μάζας 1 kg	899
27.4	Οι εξισώσεις του Maxwell Ανακεφαλαίωση Ερωτήσεις κατανόησης Προβλήματα	813 818 821 822	29.4	Οι υπόλοιπες μονάδες και σταθερές στο SI Ανακεφαλαίωση Ερωτήσεις κατανόησης	899 901 902
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 28 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΚΥΜΑ	827		Αντί επιλόγου	903
28.1	Η ανακάλυψη των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων από τον Hertz	828			
28.2	Γιατί η επιτάχυνση ή η επιβράδυνση φορτίων παράγει ΗΜ κύματα;	834			
28.3	Το πεδίο ακτινοβολίας περιλαμβάνει και μαγνητικό πεδίο	847			
28.4	Περιοδικά ΗΜ κύματα	851			
28.5	Επίπεδα ημιτονοειδή ΗΜ κύματα	854			
28.6	Παραγωγή και φάσμα ΗΜ κυμάτων	856			
28.7	Μεταφορά ενέργειας από τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα	857			