530 RIC

Chapter	a 1. Composition and Resolution of Vect	FORS					1
1–1	Introduction						1
1 - 2	The fundamental indefinables of mechanics						2
1-3	Standards and units						3
1-4	Symbols for physical quantities						5
1 - 5	Force						6
1-6	Graphical representation of forces. Vectors.						7
1-7	Components of a vector						9
1-8	Resultant or vector sum						11
1-9	Resultant by rectangular resolution						13
	Vector difference	·					15
- 10		•	•		•	•	
Снартен	2. Equilibrium						19
2-1	Introduction						19
2-2	Equilibrium. Newton's first law	•	•	•••	•	·	19
2-3	Newton's third law of motion.					•	22
$\frac{2-3}{2-4}$	Examples of equilibrium					:	$\frac{22}{24}$
$\frac{2-4}{2-5}$	Friction	•	•	• •	•	·	29
2-0		·	•	• •	•	•	29
Снартен	3. Equilibrium. Moment of a Force.						38
3-1	Moment of a force						38
3-2	The second condition of equilibrium	•	•	• •	•		39
3-3	Resultant of parallel forces	•	•	•••	·	•	43
3-4	Center of gravity	•	•	•••	•	•	45
3-5	Couples						48
0.0		·	•	• •	•	•	10
Снартен	4. RECTILINEAR MOTION						54
4-1	Motion						54
4-2	Average velocity	•				•	54
4-3	Instantaneous velocity						55
4-4	Average and instantaneous acceleration .	·	•	•••	•		57
4-5	Rectilinear motion with constant acceleration						60
4-6	Velocity and coordinate by integration						
4-7	Freely falling bodies	·	•	•••	·	•	66
4-8	Velocity components. Relative velocity.	•	• •	•••	•	•	70
1 -0	velocity components. Relative velocity.	•	• •	• •	•	·	10
Снартен	5. NEWTON'S SECOND LAW. GRAVITATION						81
5-1	Introduction						81
5-1 5-2	Newton's second law. Mass	•	•	•••	•	•	81
5-2 5-3	Systems of units	•	• •	•••	•	·	85
5-3 5-4	Mass and weight	·	• •	•	·	·	86
	Newton's law of universal gravitation	•	• •	•	•	·	88
5—5 5—6	Newton's law of universal gravitation	·	• •	•	·		89
	The mass of the earth	·	• •	•	·		89 90
5-7	Variations in " g "	·	• •	•	•	·	
5-8	Applications of Newton's second law						91 09
5–9	The equal-arm analytical balance				•		98

Снарте													107
6 - 1	Motion of a projectile .												107
6-2	Circular motion												112
6-3	Centripetal force		-	-	-								116
6-4	Motion of a satellite	·	•	·	·	·	•••	•	•				121
0-4	Motion of a satemice .	·	•	•	•	•		·	•	·	•	•	141
Снарте	r 7. Work and Energ	Υ.							•				128
7-1	Introduction										•		128
7-2	Work												129
7-3	Kinetic energy												134
7-4	Kinetic energy Gravitational potential of	energ	v										136
7-5	Elastic potential energy		5				•••		-				144
76	Conservative and dissing	ativo	for		•	•	• •	•	•	·	:		146
7-7	Conservative and dissipation internal work and internal		oton	tial	ond	•	•••	•	•	•	•	·	147
7-8	Domon	iai p	oten	10141	ene	ngy	•	•	·	·	·	•	150
• •	Power	•	·	·	·	·	• •	. *	·	·	•	•	
7–9	Power and velocity .	•	·	·	٠	•	• •	·	•	•	•	•	151
Chaptei	a 8. Impulse and Mom	IENT	UM			•						۰.	159
8-1	Impulse and momentum												159
8-2	Conservation of linear m	ome	ntui	m									163
8-3	Elastic and inelastic coll	ision	2		•	•	•••	·	•	·			165
8-4	Recoil	151011	3	•	•	•	• •	•		•		•	169
8-5	Neuton's second law	·	·	•	•	•	• •	•	•	•	·	٠	170
	Newton's second law . The rocket	•	•	·	•	•	• •	·	·	·	•	•	
8-6	The rocket	•	·	•	•	•	• •	•	·	·	·	·	171
Снартеј	8 9. ROTATION												179
9–1													179
9-1 9-2	Introduction	·	·	·	•	•	• •	·	•	·	•	•	179
• -	Angular velocity	·	·	•	•	•	• •	•	•	•	·	·	
9–3	Angular acceleration .	•		•	÷	•	• •	•	٠	•	·	·	181
9-4	Rotation with constant a	angu	lar e	icce	lera	tion	•	· ·	•_	•	•	•	182
9–5	Relation between angula	r and	d lir	near	vel	ocit	y an	d ac	cele	rati	on	•	183
9-6	Kinetic energy of rotatio											•	185
9-7	Work and power in rota	tiona	l m	otio	n								190
98	Torque and angular acce	elerat	ion										191
9-9	Angular momentum												193
9-10	Angular momentum . Rotation about a movin	g axi	s. 1	Гhe	top	and	l the	gyr	osco	ope			198
•		0			•• F			6 7 -		I	-		
Снартеі	R 10. ELASTICITY												210
												•	210
10-1		•		·			• •					-	
10-2	Strain	•	·	٠	•	• •	• •	•		•		•	213
10-3	Elastic modulus The force constant	•	·	•	•	• •	•	• •	•			٠	214
10-4	The force constant	•	•	•		• •	•	•	•	•	•	•	219
Снартеі	a 11. HARMONIC MOTIO	N			•		•						223
11-1	Introduction Elastic restoring forces. Definitions												223
11-2	Elastic restoring forces	•	•	·	•		•	•	•			:	223
11-3	Definitions	•	•	·	•	• •	•	•	•	:		•	224
11-5	Equations of simple have	non:	• • • • •	atia	n	• •	•	•	·	•	•	·	225
	Equations of simple harr Motion of a body susper	noni	; 111(20101	u :1	• •		·	-	·	·	·	220
11 - 5	women of a body susper	inen	1 FON	n Q	ro1L	anr	109"						255
11-6	The simple pendulum .	lucu	1101	սո	con	spr.		•	•	:	•	•	234

Снарте	R 12. WAVE MOTION						239
12 - 1	Propagation of a disturbance in a medium						239
12-2	Calculation of the speed of a transverse pulse .						240
12-3	Calculation of the speed of a longitudinal pulse	•	•	•			242
12-4	The motion of a wave	•	·	·	·		243
12 - 1	Mathematical representation of a traveling wave	•	·	•	·	·	246
12-5	mathematical representation of a traveling wave	·	·	•	·	·	210
CHAPTEI	R 13. VIBRATING BODIES—Sound						252
13-1	Boundary conditions for a string						252
13-2	Stationary waves in a string						253
13-3	Vibration of a string fixed at both ends	•				•	257
13-4		•				•	258
13-5	Interference of longitudinal waves	·	•	•			259
13 - 6	Stationary longitudinal waves	•	•	•	•	•	260
13-7	Vibrations in organ pipes						262
13-8	Vibrations of rods and plates						263
13-9	Pressure variations in a sound wave						265
13-10	Pressure variations in a sound wave Quality and pitch						265
13-11	Beats						267
13-12	The Doppler effect						268
		-	•	-	•	·	
CHAPTER	R 14. Hydrostatics						275
14-1	Introduction						275
14-2	Pressure in a fluid		•				276
14-3	The hydrostatic paradox	·	•	·	·	•	278
14-4	Pressure gauges	•	·	•	·	·	279
14 - 5	Archimedes' principle	•	•	•	٠	·	281
Chaptei	15. TEMPERATURE—EXPANSION		•	•			289
15-1	Concept of temperature						289
15-2	Thermometers						290
15-3	The establishment of a temperature scale						
15-4	The celsius, rankine, and fahrenheit scales						296
15-5	Linear expansion	•					299
15-6	Surface and volume expansion	•					301
10 0		•	•	•	·	·	001
CHAPTER	8 16. Work and Heat						307
16–1	Futurel mat	•	·	•	·	·	
	External work	·			•	٠	307
16-2	Work in changing the volume	•	·			·	
16-3	work depends on the path	·	·	٠	·	·	309
16-4	Work and heat	•	•	·	·	·	309
16-5	Quantity of heat	٠	٠	·	·	•	311
16-6	The mechanical equivalent of heat	•	•			•	312
16-7	Heat capacity. Specific heat	•	·	•			313
16-8	Calorimetry	•		•	•		315
16 9	Change of phase						316
16-10	Measurement of heats of fusion and vaporization			•	•	•	320
16-11	Conduction of heat through a slab			•	•		320
16–12	Convection						323
	Radiation						324

ix

Снарте		331
17 - 1	Internal energy	331
17 - 2		331
173	Adiabatic process	332
17-4		332
17-5	Isobaric process	333
17-6		334
17-7	Throttling process	334
17-8	Differential form of the first law. Heat capacity	336
17-9		337
		340
17-10		$341 \\ 341$
17-11	The dieser engine	342
17-12		$342 \\ 343$
17-10	The second law of thermodynamics	$344 \\ 344$
17-14		$344 \\ 346$
17-15	The Variation to represent the scale	$340 \\ 347$
17-10	The keivin temperature scale	
17-17	Absolute zero	349
10		
Chaptei		353
18 - 1		353
18 - 2	Properties of an ideal gas	356
18 - 3	Thermodynamic surfaces	359
18 - 4	Chemical evidence for the atomic view of matter	360
18 - 5	Periodic table	361
18 - 6		361
18 - 7		362
18 - 8	Equipartition of energy	365
18 - 9	Maxwell's speed distribution law	366
18 - 10		370
18-11		372
18-12		373
18-13		376
Снартеі	r 19. Coulomb's Law	381
19 - 1		381
19-2	Charging by contact	382
19-3	Conductors and insulators.	383
19-4		384
19 - 5		385
19-6	Quantity of charge	387
CHAPTER	R 20. THE ELECTRIC FIELD	391
20 - 1		391
20-2		392
20 - 3	Lines of force	398
20-0 20-4	Conclusions concerning the charge within a conductor	401
20 - 1 20-5		101 102
20-6		102
20-0 20-7		109
20-1	incontrat discharges. Califorde rays.	100

х

4

Снарте	R 21. POTENTIAL						418
21 - 1	Electrical potential energy						418
21 - 2	Potential.						
21 - 3	Potential						
21-4	Potential of a charged spherical condu	etor			•		
21-5	The work-energy principle	0101	• •	• •	•		
$\frac{-1}{21-6}$	Equinotential surfaces	•	• •	• •	•		
21 - 3 21-7	Potential gradient	•	•••	• •	•	· ·	
21-8	Equipotential surfaces Potential gradient	•	• •	• •	•	· ·	
21.0	The van de Graan generator	•	• •	• • •	•	• •	102
CHAPTE:	R 22. CURRENT AND RESISTANCE .						438
22 - 1	Current						438
22 - 2	The complete circuit						442
22 - 3	Resistivity, resistance, and Ohm's law						443
22 - 4	Calculation of resistance						446
22 - 5	Measurement of current, potential diff	eren	ce. and	resist	tance		447
22 - 6	The Wheatstone bridge						449
22-7	The Wheatstone bridge Joule's law						450
			• •	• •	-	• •	
a							
Chapter		•	• •	• •	·	• •	455
23 - 1	Electromotive force						
23 - 2	The circuit equation						457
23 - 3	Potential difference between points in	a cir	cuit.				459
23 - 4	Terminal voltage of a seat of emf .						463
23 - 5	The potentiometer						464
236	Series and parallel connection of resiste	ors					465
23 - 7	Power						468
Снартеі	R 24. THE MAGNETIC FIELD						477
2 4–1	Magnetism	·	· •	• •	•	•••	
24-2	The magnetic field. Lines of induction. Magnetic flux	·	· ·	• •	•	• •	
24-3	Lines of induction. Magnetic flux		· ·	•••	•	· ·	
24-4	Orbits of charged particles in magnetic	field	1s .	• •	•		
24-5	Thomson's measurement of q/m .	· ·	• •	•••	•	• •	
24-6	Mass of the electron. Avogadro's num	ber	• •	• •	•		
24-7	Mass of the electron. Avogadro's num Positive rays	•	· ·		•	• •	
24-8	Isotopes	•	• •		·		
24 - 9	Mass spectroscopy		• •				493
24 - 10	Physical atomic weights; atomic mass	unit		• •	,		494
24 - 11	The cyclotron		. .				495
CHAPTER	a 25. Magnetic Forces on Curren	т-Сл	BRYING	- Cor	IDUCT	ORS	502
25-1	Force on a current-carrying conductor						502
25-1 25-2	Force and torque on a complete circuit	·	• •	• •	•		502
25-2 25-3						• •	
25-3 25-4	The galvanometer	•	• •				505
	The pivoted-coil galvanometer	·	•••	• •		• •	
25-5	Ammeters and voltmeters The ballistic galvanometer	·	• •	· ·	•	• •	
25-6	The ballistic galvanometer	·	· ·	• •	•		
25-7	The direct-current motor						510

CHAPTE				
	OF MATTER			517
26 - 1	Magnetic field of a current element			517
26-2	Magnetic field of a long straight conduct	or .		520
26-3	Force between parallel conductors. The			522
26-4	Magnetic field of a circular turn	impore :		524
26-5	Magnetic induction of a solenoid	• • •		527
26-6	Magnetic induction of a solenoid Magnetic properties of matter	• • •		528
26-0 26-7	Magnetic properties of matter	• • •	••••	529
26-7 26-8	Magnetic permeability	• • •	· · · · ·	
20-8 26-9	Magnetic intensity	• • •		$531 \\ 532$
		· · ·		
20-10	Hysteresis	• • •		533
26-11	Ampere's theory of magnetism			535
26-12	Magnetic poles	• • • •		536
26-13	Magnetic held of the earth	• • •		537
Chaptei	27. INDUCED ELECTROMOTIVE FORCE.			544
• • • • • • • • •				
27 - 1	Motional electromotive force			544
27 - 2	The Faraday law	· · ·		546
27 - 3	Lenz's law			550
27 - 4	The betatron			550
27-5	Induced emf in a rotating coil			553
27-6	Induced emf in a rotating coil The direct-current generator			555
27-7	Search-coil method of measuring magneti	cflux		556
a				
CHAPTER				561
28 - 1	Capacitors			561
28-2 .	The parallel-plate capacitor		8	562
28 - 3	Capacitors in series and in parallel		5	565
28 - 4	Energy of a charged capacitor			568
28 - 5	Dielectric coefficient. Permittivity		8	569
	-			
Chapter				578
29-1	Self-inductance		8	578
29-2	Energy associated with an inductor		5	580
29-3	Circuit containing inductance and resistant	nce	5	581
29-4	Circuit containing capacitance and resista	unce	5	584
29-5	Electrical oscillations			586
	· · · ·			•
Снартен				591
301	The alternating-current series circuit		5	591
30-2	Effective values			594
30-3	Resonance			595
30-4	The transformer			596
30-5	Electromagnetic waves			597
305 306	Electrodynamics	• • •		598
300 307	Electrodynamics			599
00-1		• • •	i	100
Chapter	31. THE NATURE AND PROPAGATION (of Light	6	602
31-1	The nature of light			602
31-1 31-2	Waves and rays.	• • •	· · · · · ·	502 503
01-2	marus and tays		t	,00

.

31-3	Sources of light													604
31-4	Shadows													605
31-5	The velocity of light .													606
31-6	Index of refraction													609
31-7	Huygens' principle													611
31-8	Atmospheric refraction	,	•	•	•						-			611
01 0		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	0-1
CHAPTE	R 32. REFLECTION AND]	Ref	RAC	TIO	N A	тF	LAN	IE 8	Sub	(FA	CES			614
32 - 1	Reflection of light													614
32 - 2	Reflection of a plane way	e at	ar	lan	e su	irfa	ce							614
32-3	Refraction of a plane way													
32-4	Ray treatment of reflection													617
32-5	Total internal reflection					•								619
32-6	Refraction by a plane par	ralle	I nl	ate	•	•	•	•	•	·	·	•		620
32-7	Refraction by a prism	anc	n pr		•	•	•	•	•	•	•	•		621
32-8	Refraction by a prism . Dispersion	-	•	·	•	•	•	•	•	•	•	•	:	622
02-0		·	•	·	·	•	•	•	·	·	·	·	·	022
CHAPTER	R 33. REFLECTION AND	Ref	RAC	TIO	N A	ТА	Sı	NGL	ЕŚ	Sur	FAC	Е		627
33-1	Introduction				_		_				_			627
33-2	Introduction	ror												627
33-3	Reflection at a spherical i	mirr	or	•	•	•					:			630
33-4	Sign conventions		01	•	•	•	•		:		•	:		633
33-5	Sign conventions Focal point and focal leng	++h	•	•	•	•	•	:		-	•	-		636
33–6	Graphical methods .	5011	•	•	•	·	·	:				•	:	638
33-7 33-7	Refraction at a plane sur	fo oo	·	·	·	•	•		•			•	•	64 1
33-7 33-8	Refraction at a spherical	ace		•	•	·	•					·	·	643
33-0 33-9								•					·	646
<u> 33–9</u>	Summary	·	·	·	•	·	•	•	•	·	·	·	·	040
CHAPTER	R 34. LENSES													650
34-1	Images as objects													650
34-2	The thin lens												:	651
34-3	Diverging lenses	•	•	·	•	•	•		:			:		656
34-4	Graphical methods								:					657
34-5	Images as objects for lens	•	•	•	•	•	•		:			:	·	658
34-5 34-6	Lens aberrations	505	·	·	•	•	·						•	660
34-0 34-7	The telescope	·	·	•	•	•	•					·	·	661
34-7 34-8	The telescope The prism spectrometer	·	·	·	•	•	•	•					·	663
34-8	The prism spectrometer	·	·	·	·	·	·	•	•	·	·	·	•	003
Снартен	r 35. Interference and	D D	IFFI	RAC	FIO 1	V								667
35 - 1	Principles of interference.										_			667
35-2	Young's experiment and	Poh	l's e	xne	rim	ent	~							669
35-3	Phase changes in reflectio	n	100	npo				•					•	673
35-4	Interference in thin films		·	·	•	•	•	•	•	•			:	674
35-5	Newton's rings	•	·	·	•	•	•	•	•	:		•	:	677
35-6												•		678
35-0 35-7	Diffraction Fraunhofer diffraction by		inal		+	·	·	·	·	·	•		:	680
35-7 35-8	The plane diffraction grat	a s	ingi	C 511	U	•	·	•	•	·	•	•	·	685
35-8 35-9	Fresnel diffraction due to	ang		10 m	ahr	Faal		•	•	·	•	•	:	689
	The resolving power of op	a C.	ուս 1:-	at		nta nta	C	•	•	·	:			690
30-10	The resolving power of of	JUCE	el 111	ธษาเ	ime	nus		•	•	·	•	·	·	080
Chapter	8 36. POLARIZATION .	•												695
36-1	Polarization													695
36-2	Polarization by reflection	·									:			696

36–3	Develo active stice								600
	Double refraction	·	• •	•	·	·	·		698
36-4	Polarization by double refraction.	·	• •	•		•			701
36-5	The scattering of light	·	• •	•	·	•	·	·	702
36 - 6	Circular and elliptic polarization .	•		•	·		•	•	704
36–7	Optical activity			•	•		•	•	706
(1	27 On								700
CHAPTE									709
37 - 1	Introduction	•							709
37 - 2	Thermal radiation	•			•		•	•	709
37-3	Emission and absorption of radiation			•					710
37 - 4	Blackbody radiation		· · ·						711
37 - 5	The Wien and Rayleigh-Jeans laws .								713
37-6	Planck's law; emission quantized .								715
37 - 7	The photoelectric effect				-				719
37-8	Summary of the atomic view of radiat	ion							724
37 - 9	The electron volt								725
37-10	The electron volt								726
CHAPTE	R 38. THE ATOMIC MODELS OF RUTH	IERFO	ORD .	AND	Bo	HR	•	•	730
38-1	Introduction								730
38 - 2	The Rutherford nuclear atom.								730
38-3									734
38-4	The hydrogen spectrum	•							735
38_5	The Bohr model and theory of the sto	m							737
38-6	Evaluation of the Bohr theory of the ato Evaluation of the Bohr theory of the a Energy levels	atom	• •	•	·	·			
00-0 00 7	Evaluation of the born theory of the a	tiom	•	·	·	•	÷		
00-1 90 0	Laningtion potentials	•	• •	•	·	·	•		745
33~8 20 0	Description potentials	2	• •	•	·	·	·		745
38-9	Resonance potentials	•	· ·		·	·	•	•	
38-10	Fluorescence and phosphorescence	·	· ·	·	·	·	•	·	749
30-11	Many-electron atoms				•			·	749
38 - 12	The status of Bohr's model and theory	of t	he at	om	·	·	·	·	751
CHADTER	R 39. RELATIVITY								755
39-1	Importance of viewpoint	•		·	·	·		•	755
39-2	The search for a frame of reference-t.	he et.	her	•	·	•			756
39–3	The scarch for a frame of reference—t. The Michelson interferometer The Michelson-Morley experiment	•		•		•		•	757
39 - 4	The Michelson-Morley experiment .	-			•				761
39 - 5	The constant velocity of light General and special theories of relativi	•							762
39-6	General and special theories of relativi	ty							763
39 - 7	Classical relativity								764
39 - 8	Einsteinian relativity								766
39-9	Relativistic space-time transformation	equa	tions	з.					767
39-10	The relativistic velocity transformation	n							771
39-11	Relativistic mass transformation								773
30-12	Relativistic mass-energy equivalence	•	• •	•		÷			775
30-13	The upper limit of velocity	•	• •	•	•	•		•	778
20-14	Examples of relativistic colculations	•	• •	•	•	·		·	779
20-15	Pair production	•	• •	•	•	•	. •	·	782
00-10 00-10	Examples of relativistic calculations Pair production Summary	·	• •	•	·	·		·	785
39-10	ounnary	·	• •	•	·		·	·	100
Снартен	40. X-RAYS								790
0	Discovery								790
								·	790
40-2	Production of x-rays				•	•	•		191

xiv

4

40-3	The nature of x-rays X-ray diffraction	n							. 792
40-4	The nature of x-rays. X-ray diffraction Mechanism of x-ray production		•	•	•	•	•	•	. 802
40-5	X-ray energy levels	•	•	•	•	•	•	•	. 804
40-6	X-ray energy levels X-ray spectra of the elements. Atomi	r n	umbe	r	•	•	•	•	. 807
40-7	Y-ray absorption	0 11	umbe		•	•	•	•	. 809
40-8	X-ray absorption	·	•	•	•	•	•	•	. 809
40-8 40-9	Abcomption coefficients	•	•	•	•	-	•	•	
	Absorption coefficients	·	•	٠	•	•	•	•	. 810
40-10	Compton scattering	·	٠	•	•	•	•	•	
40-11	Absorption by pair production	•	•	·	•	•	•	• •	
	Diffraction with ruled gratings	•	·	•	•	•	• •		820
40-13	Radiation units	•	•	•	•	•	• •		822
CILLBORE	a 41. WAVES AND CORPUSCLES								829
41-1	The de Broglie hypothesis	•		•	•	•	•		. 829
41 - 2	Bohr's first postulate	•	•	•	•	•	•		829
41-3	Matter waves	•	•	•	•				830
41–4	The Davisson and Germer experiment				•	•	•		834
41 - 5	Electron optics								. 836
41 - 6	Waves and particles								. 837
41-7	Wave mechanics								
41-8	The Heisenberg uncertainty principle								842
41-9	Phase and group waves								845
41-10	Phase and group waves					-			
41-11	Summary	·	•	•	•				847
11 11		•	·	·	•	•	•	•	011
CHAPTER	2 42. NATURAL RADIOACTIVITY								850
42-1	Discovery of radioactivity								
42-1 42-2	The seat of radioactivity	·	·	•	•	•		•	850
422 423	Dedisor	·	•	•	•	•	•	•	
	Radium	·	·	·	• •		• •	•	
42-4	The radiations	·	•	•	• •	• •	•	•	851
42-5	Radiation detectors	·	•	•	• •		•		
42-6	Geiger-Mueller counters	•	•	•	• •	•			
42 - 7	Cloud and bubble chambers	•	•	•	•				
42 - 8	Energies of the radiations. Nuclear sp	ect	ra						
42 - 9	Law of radioactive disintegration .								862
42 - 10	Radioactive series								866
42 - 11	Radioactive series								873
42 - 12	The age of the earth								875
42 - 13	Radioactive equilibrium								877
42 - 14	Secondary radiations								878
42-15	Radiation hazards	•							880
42 - 16	Radiation hazards	·	•	•				•	881
42~17	Units of radionativity and doso	•	•	•	• •		•	•	
42 17	Units of radioactivity and dose Conclusion	•	•	•	• •		•	•	883
44-10		•	·	•	•••••		•	•	000
Снартер	43. NUCLEAR REACTIONS AND ART	IFIG	IAL	Rad	IOA	CTIV	ITY		887
43-1	Protons from nitrogen								887
43-2	Penetrating radiation puzzle	·	•	•	• •		•		
43-3	Discovery of the neutron	•	•						
43-3 43-4	Applorators	·	·	·	• •			•	
43-4 43-5	Accelerators The Cockcroft-Walton experiment	·	·	•	• •		•	•	
	Nuclean many an angle of the second s	•	•	•	• •	•	•	•	
43-6	Nuclear mass-energy equations. Q-value	ue	•	•			•		901

V 43–7	Artificial (induced) radio	activit	у.										904
43-8	Carbon dating												905
43-9	Nuclear binding energy Radioactivity and wave												906
43-10	Radioactivity and wave	mecha	nics										909
43-11	The bombarding particle	s.								÷			912
43-12	The bombarding particles Neutron reactions. Mod	es of n	uclid	e de	ecav				·	·	•	•	913
43-13	The discovery of fission		aona	u uc	Jourg		•	•	•	•	•		915
10 10	The discovery of instion	• •	•	•	•	·	•	·	·	•	•	•	010
CHAPTE	r 44. Nuclear Energy							•					920
44-1	Nuclear energy			·.									920
44–2	Chain reaction												921
44-3	Neutron cross sections												924
44-4	Reactor criticality												929
44–5	Moderators												931
44-6	The first reactor												935
44-7	The conversion process						_						937
44-8	Converter reactors						•						939
	Research reactors									:			939
	Cherenkov radiation .												940
44-11	Power reactors	• •	•	•		•	•	•	:		:		942
44_19	The boiling-water reactor	• •	•	•	•	•	•	•	•	·	•	:	944
44_12	Natural fusion	• •	•	·	•	•	•	•	·	•	÷		945
44-14	Man-made fusion	• •	·	·	•	-	•	•	•	·	•		946
44-14	Man-made Iusion	• •	•	•	•	•	•	•	•	·	·	·	940
0	R 45. COSMIC RAYS AND		F *****		- NT	Δ Τ.	PAF	277	nt.F	e			952
CHAPTEI	C 4D. LUOSMIC BAYS AND	THE											
45-1	Introduction				1	_							952
$\begin{array}{c} 451 \\ 452 \end{array}$	Introduction Cosmic rays	· ·	•		.\				•	•	•	•	952 952
45–1 45–2 45–3	Introduction Cosmic rays Cosmic-ray showers .	· ·	• • •		.\	• •					• • •	• •	952 952 953
45–1 45–2 45–3 45–4	Introduction Cosmic rays Cosmic-ray showers Discovery of mu-mesons	· · ·	• • •									• •	952 952 953 954
45–1 45–2 45–3 45–4 45–5	Introduction Cosmic rays Cosmic-ray showers Discovery of mu-mesons Nuclear emulsion techniq	 			.\							• • • •	952 952 953 954 955
45-1 45-2 45-3 45-4 45-5 45-6	Introduction Cosmic rays Cosmic-ray showers Discovery of mu-mesons Nuclear emulsion techniq Discovery of pi-mesons	 ue .		• • • •	\							•	952 952 953 954 955 955
$\begin{array}{r} 45-1 \\ 45-2 \\ 45-3 \\ 45-4 \\ 45-5 \\ 45-6 \\ 45-7 \end{array}$	Introduction Cosmic rays Cosmic-ray showers Discovery of mu-mesons Nuclear emulsion techniq Discovery of pi-mesons Superaccelerators	 	• • • • •			• • • •			· · ·	•••••••••••••••••••••••••••••••••••••••		•	952 952 953 954 955 955 955
45-1 45-2 45-3 45-4 45-5 45-6 45-7 45-8	Introduction Cosmic rays Cosmic-ray showers Discovery of mu-mesons Nuclear emulsion techniq Discovery of pi-mesons Superaccelerators The strange particles	 	• • • •			•			· · ·	• • • • •	• • • • •	• • • •	952 952 953 954 955 955 957 959
45-1 45-2 45-3 45-4 45-5 45-6 45-7 45-8 45-9	Introduction Cosmic rays Cosmic-ray showers Discovery of mu-mesons Nuclear emulsion techniq Discovery of pi-mesons Superaccelerators The strange particles The symmetry of matter	 	• • • •	• • • • •		• • • • •	• • • •		· · ·	• • • • •	• • • • •	• • • •	952 952 953 954 955 955 955 957 959 959
45-1 45-2 45-3 45-4 45-5 45-6 45-7 45-8 45-9	Introduction Cosmic rays Cosmic-ray showers Discovery of mu-mesons Nuclear emulsion techniq Discovery of pi-mesons Superaccelerators	 	• • • •	• • • • •		• • • • •	• • • •				• • • • •	• • • • •	952 952 953 954 955 955 957 959
45-1 45-2 45-3 45-4 45-5 45-6 45-7 45-8 45-9	Introduction Cosmic rays Cosmic-ray showers Discovery of mu-mesons Nuclear emulsion techniq Discovery of pi-mesons Superaccelerators The strange particles The symmetry of matter	 	• • • •	• • • • •		• • • • •	• • • •				• • • • •	• • • • •	952 952 953 954 955 955 955 957 959 959
45-1 45-2 45-3 45-4 45-5 45-6 45-7 45-8 45-9	Introduction Cosmic rays Cosmic-ray showers Discovery of mu-mesons Nuclear emulsion techniq Discovery of pi-mesons Superaccelerators The strange particles The symmetry of matter Conclusion	 	· · · ·	· · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•	•	•	• • • • • • •	• • • • • • • •	• • • • •	• • • • •	952 952 953 954 955 955 955 957 959 959
45-1 45-2 45-3 45-4 45-5 45-6 45-7 45-8 45-9 45-10 Appendi	Introduction Cosmic rays Cosmic-ray showers Discovery of mu-mesons Nuclear emulsion techniq Discovery of pi-mesons Superaccelerators The strange particles The symmetry of matter Conclusion X 1. COMMON LOGARITH	 	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · ·		•	•	• • • • • •	• • • • • • •	• • • • • • •	• • • • • • • •	• • • • •	952 952 953 954 955 955 955 957 959 959 960 962
$\begin{array}{c} 45-1 \\ 45-2 \\ 45-3 \\ 45-4 \\ 45-5 \\ 45-6 \\ 45-7 \\ 45-8 \\ 45-9 \\ 45-10 \end{array}$	Introduction Cosmic rays Cosmic-ray showers Discovery of mu-mesons Nuclear emulsion techniq Discovery of pi-mesons Superaccelerators The strange particles The symmetry of matter Conclusion	 	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · ·		•	•	• • • • • •	• • • • • • •	• • • • • • •	• • • • • • • •	• • • • •	952 952 953 954 955 955 957 959 959 960
45-1 45-2 45-3 45-4 45-5 45-6 45-7 45-8 45-9 45-10 Appendi	Introduction Cosmic rays Cosmic-ray showers Discovery of mu-mesons Nuclear emulsion techniq Discovery of pi-mesons Superaccelerators The strange particles The symmetry of matter Conclusion X 1. COMMON LOGARITH	 			101	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · · · · · · · · ·	• • • • • • • •	• • • • • • • • •	• • • • • • • •	• • • • •	952 952 953 954 955 955 955 957 959 959 960 962
45-1 45-2 45-3 45-4 45-5 45-6 45-7 45-8 45-9 45-10 Appendi	Introduction Cosmic rays Cosmic-ray showers Discovery of mu-mesons Nuclear emulsion techniq Discovery of pi-mesons Superaccelerators The strange particles The symmetry of matter Conclusion X 1. COMMON LOGARITH X 2. NATURAL TRIGONO X 3. PERIODIC TABLE O	 	C FU		\	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · ·			•••••	• • • • • • • •	• • • • •	952 952 953 954 955 955 957 959 959 960 962 964 965
45-1 45-2 45-3 45-4 45-5 45-6 45-7 45-8 45-9 45-10 Appendi	Introduction Cosmic rays Cosmic-ray showers Discovery of mu-mesons Nuclear emulsion techniq Discovery of pi-mesons Superaccelerators The strange particles The symmetry of matter Conclusion x 1. COMMON LOGARITH x 2. NATURAL TRIGONO x 3. PERIODIC TABLE O	 	C FU		\	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · ·			•••••	• • • • • • • •	• • • • •	952 952 953 954 955 955 955 959 959 960 962 964
45-1 45-2 45-3 45-4 45-5 45-6 45-7 45-8 45-9 45-10 Appendi	Introduction Cosmic rays Cosmic-ray showers Discovery of mu-mesons Nuclear emulsion techniq Discovery of pi-mesons Superaccelerators The strange particles The symmetry of matter Conclusion X 1. COMMON LOGARITH X 2. NATURAL TRIGONO X 3. PERIODIC TABLE O X 4. PARTIAL LIST OF D	 		· · · · · · · · · · · · · · · ·	\	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				•••••	• • • • • • • •	• • • • •	952 952 953 954 955 955 957 959 959 960 962 964 965
45-1 45-2 45-3 45-4 45-5 45-6 45-7 45-8 45-9 45-10 Appendi Appendi Appendi	Introduction Cosmic rays Cosmic-ray showers Discovery of mu-mesons Nuclear emulsion techniq Discovery of pi-mesons Superaccelerators The strange particles The symmetry of matter Conclusion X 1. COMMON LOGARITH X 2. NATURAL TRIGONO X 3. PERIODIC TABLE O X 4. PARTIAL LIST OF D X 5. PARTIAL LIST OF D	UR	C Fu ELE ES	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	10N		•	•		•••••	• • • • • • • • • • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	952 952 953 954 955 955 955 955 959 960 962 964 965 966 974
45-1 45-2 45-3 45-4 45-5 45-6 45-7 45-8 45-9 45-10 Appendi Appendi	Introduction Cosmic rays Cosmic-ray showers Discovery of mu-mesons Nuclear emulsion techniq Discovery of pi-mesons Superaccelerators The strange particles The symmetry of matter Conclusion X 1. COMMON LOGARITH X 2. NATURAL TRIGONO X 3. PERIODIC TABLE O X 4. PARTIAL LIST OF D X 5. PARTIAL LIST OF D	 	C Fu ELE ES	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	10N		•	•		•••••	• • • • • • • • • • •	· · · · · · · · · · · ·	952 952 953 954 955 955 957 959 959 960 962 964 965 966

xvi