

TULLIO LEVI-CIVITA e UGO AMALDI

LEZIONI
DI
MECCANICA RAZIONALE

VOLUME PRIMO

CINEMATICA - PRINCIPI e STATICA

NUOVA EDIZIONE RIVEDUTA e CORRETTA

BOLOGNA
NICOLA ZANICHELLI
EDITORE

INDICE

Cap. I. — Teoria dei vettori.

§ 1. Seguenti orientati e vettori. — Vettori applicati	1
§ 2. Somma di punto e vettore e di vettori. — Prodotto di un vettore per un numero	3
§ 3. Prodotto scalare e prodotto vettoriale di due vettori	15
§ 4. Vettori applicati a centri. Momento rispetto a un punto e rispetto a un asse	24
§ 5. Risultante e momento risultante di un sistema di vettori applicati	29
§ 6. Sistemi equivalenti di vettori applicati e loro riduzione	34
§ 7. Sistemi di vettori applicati paralleli	45
§ 8. Sistemi di numeri e loro equivalenza	50
§ 9. Derivazione di un vettore variabile	54
§ 10. Derivazione di un punto variabile	58
§ 11. Integrazione dei vettori	60
§ 12. Proprietà differenziali delle curve. — Formula del Front.	61
§ 13. Eliche similiari	73
ESERCIZI	76

Cap. II. — Cinematica del punto,

§ 1. Considerazioni preliminari	84
§ 2. Generalità sul moto di un punto	92
§ 3. Velocità	99
§ 4. Moto piano in coordinate polari. — Velocità angolare	103
§ 5. Accelerazione	108
§ 6. Moto ad accelerazione costante. — Moto dei gravi	114
§ 7. Moto oscillatori	125
§ 8. Moto curvilinei. — Moto kepleriani	144
§ 9. Moto eliocentrico uniforme	152
ESERCIZI	160

Cap. III. — Cinematica dei sistemi rigidi.

§ 1. Generalità	168
§ 2. Moti traslatori	168
§ 3. Moti rotatori	179
§ 4. Moti rototraslatori	179
§ 5. Moti rigidi generali	182
§ 6. Angoli di Eulero	194
ESERCIZI	200

Cap. IV. — Moti relativi e applicazioni ai moti rigidi.

§ 1. Generalità	208
§ 2. Velocità assoluta, relativa e di trascinamento	204
§ 3. Teorema del Coriolis	206
§ 4. Moto di un sistema rigido rispetto a due riferimenti materiali fra loro	208
§ 5. Applicazioni	208
§ 6. Generazione di un moto rigido per moto di rigidi rotolanti	215
§ 7. Moti rigidi intorno ad un punto fisso e precessioni regolari	218
§ 8. Determinazione di un moto rigido date le caratteristiche	224
ESERCIZI	231

Cap. V. — Moti rigidi piani.

§ 1. Generalità. — Teorema di Eulero e istante istantaneo di rotazione	238
§ 2. Trasformate polari	238
§ 3. Profili coniugati	238
§ 4. Esempi di moti rigidi piani	240
§ 5. Metodo episcoidale per l'incastamento di profili coniugati	248
§ 6. Moto del polo sulle traiettorie polari	248
§ 7. Teorema geometrico e formula del Savary	252
§ 8. Moto episcoidale	256
§ 9. Moto relativo di due figure piane che si muovono a punti fissi	259
§ 10. Curve sugli ingranaggi	258
§ 11. Trasformazione analitica del problema del moto rigido piano	262

ESERCIZI	262
---------------------------	-----

CAP. VI. — Generalità sulla cinematica dei sistemi.

§ 1. Sistemi cinematici e loro spostamenti possibili	Pag. 289
§ 2. Sistemi cinematici	302
§ 3. Spostamenti virtuali	309
§ 4. Sistemi a legami anallattici	314

CAP. VII. — Concetti e postulati fondamentali della Meccanica.

§ 1. L'idea di forza	320
§ 2. Punto materiale libero	328
§ 3. Proporzionalità fra forza e accelerazione	328
§ 4. Sovrapposizione degli effetti di forze simultanee	329
§ 5. Punto materiale vincolato. — Reazioni	330
§ 6. Equilibrio di un punto materiale. — Legge del moto indipendente. — Misura statica delle forze	332
§ 7. Legge d'inerzia. — Massa	335
§ 8. Specificazione del sistema di riferimento. — Influenza osservativa della meccanica celeste. — Asse fuso e moto assoluto. — Torre galileiana	339
§ 9. Rappresentazione sostanziale delle forze naturali. — Forze posizionali e forze conservative	345
§ 10. Equazioni differenziali del moto di un punto	354

CAP. VIII. — Concetti meccanici derivati. — Unità meccaniche e omogeneità. — Similitudine e modelli.

§ 1. Lavoro	360
§ 2. Lavoro ed energia cinetica	367
§ 3. Potenza	371
§ 4. Impulso di una forza e quantità di moto. — Percosse	375
§ 5. Unità meccaniche	376
§ 6. Dimensioni delle grandezze meccaniche e numerici di similitudine. Omogeneità	384
§ 7. Similitudine e modelli	390

Esercizi (relativi al Cap. VII e VIII) 406

CAP. IX. — L'attrito e la statica del punto.

§ 1. Equilibrio di un punto appoggiato su di una superficie	417
§ 2. Indipendenza delle condizioni di equilibrio dal modo in cui sono realizzati i vincoli	427

§ 3. Punto vincolato a muoversi su di una superficie su di una

curva Pag. 429

§ 4. Sezione statica di stabilità dell'equilibrio 433

Esercizi 437

CAP. X. — Geometria delle masse.

§ 1. Massa di un corpo	439
§ 2. Densità	440
§ 3. Baricentro di un sistema discreto di punti materiali	445
§ 4. Baricentro di un corpo, di una superficie o di una linea materiale	450
§ 5. Momenti d'inerzia	459
§ 6. Ellissoide d'inerzia. — Asse principali. — Casi particolari notevoli	464
§ 7. Momenti d'inerzia di corpi, superficie e linee materiali. — Esempi	470

Esercizi 480

CAP. XI. — Cenni sull'attrazione Newtoniana.

§ 1. Generalità	489
§ 2. Potenziale	491
§ 3. Applicazioni	504

Esercizi 507

CAP. XII. — Principio di reazione. — Condizioni necessarie per l'equilibrio di un corpo.

§ 1. Principio di reazione	523
§ 2. Condizioni necessarie di equilibrio comuni a tutti i sistemi materiali	524

CAP. XIII. — Statica dei solidi.

§ 1. Postulato costitutivo dei solidi e sue conseguenze	530
§ 2. Condizioni necessarie e sufficienti per l'equilibrio di un solido	542
§ 3. Equilibrio di solidi vincolati	543
§ 4. Equilibrio dei solidi appoggiati	553

INDICE	XVII
§ 5. Stabilità dell'equilibrio di un solido	Pag. 563
§ 6. Sistemi sull'attrito elastico	567
§ 7. Moto insipiente di una locomotiva. — Massimo sforzo di trazione	575
ESERCIZI	579

CAP. XIV. — Statica dei sistemi articolati, dei fili e delle verghe.

§ 1. Sistemi articolati. — Sforzi. — Sollecitazioni nodali . . .	594
§ 2. Sistemi articolati semplicemente isostatici	599
§ 3. Caratteristiche geometriche delle traviature reticolari piane (tralicci)	608
§ 4. Equilibrio di un sistema elasticamente indeformabile sottoposto a sollecitazioni portanti nodali	618
§ 5. Sistemi sulle curve tramite tre figure piane e reciproche . .	626
§ 6. Applicazioni ai tralicci	637
§ 7. Fili flessibili ed inestensibili	645
§ 8. Equazioni intrinseche dell'equilibrio dei fili ed applicazioni .	670
§ 9. Equilibrio delle voghe	683
ESERCIZI	699

CAP. XV. — Principio dei lavori virtuali e statica generale.

§ 1. Principio dei lavori virtuali	701
§ 2. Condizioni generali d'equilibrio. — Relazione simbolica della Statica	713
§ 3. Osservazioni sui postulati particolari già ammessi nella Statica dei solidi e dei fili	719
§ 4. Statica dei sistemi pesanti. — Principio del Torricelli . . .	723
§ 5. Statica dei sistemi a legami semplici. — Macchine semplici .	726
§ 6. Statica dei sistemi elastici a quanti si vogliono gradi di libertà. — Condizioni di equilibrio in coordinate lagrangiane	733
§ 7. Statica generale. — Metodo dei moltiplicatori del Lagrange. — Calcolo delle reazioni	738
§ 8. Applicazione ai tralicci piani staticamente indeformabili .	753
ESERCIZI	766

CAP. XVI. — Equilibrio relativo.

§ 1. Nozione di equilibrio relativo. — Regole di applicazione generale	766
--	-----

XVIII	INDICE
§ 1. Casi particolari notevoli ed esempi illustrativi	Pag. 764
§ 2. Rotazione di ragione d'un albero orizzontale. — Eccentricità dell'appoggio sui cuscinetti	768
§ 3. Rotazione al traino	772
§ 4. File su carrocce rotanti	783
§ 5. Trasmisitori a cinghie	787
§ 6. Pesa e attrazione terrestre. — Variazione di g sulla latitudine. — Deviazione della verticale	792
ESERCIZI	806
INDICE DEI NOMI	803
INDICE ANALITICO	805