

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCI.

1894

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME III.

1° SEMESTRE



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1894

Matematica. — *Sulle superficie algebriche le cui sezioni piane sono curve ellittiche.* Nota di GUIDO CASTELNUOVO, presentata dal Socio CREMONA.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Termodinamica. — *Di alcune relazioni termodinamiche sui vapori.* Nota del prof. STEFANO PAGLIANI, presentata dal Socio BLASERNA.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Fisica. — *Influenza delle scosse e della durata d'azione delle forze sui cicli di deformazione.* Nota del dott. M. CANTONE, presentata dal Socio BLASERNA.

I. Scosse.

« L'argomento che trattiamo in questa prima parte può avere interesse pratico sotto due aspetti, sia che si voglia indagare come agisca uno sforzo applicato o soppresso troppo rapidamente, sia che si prenda in esame l'effetto di vere scosse comunicate al corpo, e poichè in entrambi i casi questo è sollecitato ad oscillare attorno la posizione d'equilibrio, ho creduto opportuno di comprendere sotto unico titolo ⁽¹⁾ le due specie di azioni.

« Noi già sappiamo ⁽²⁾ che cambiando il senso di variazione della forza muta la legge che segue il corpo nel deformarsi, in modo che se noi, invece di venire direttamente ad un determinato carico, vi arriviamo usando forze con valori oscillanti attorno quello definitivo, dobbiamo cadere in un punto del diagramma più alto o più basso dell'altro fornitoci dagli ordinari processi a seconda che si operi per forze crescenti o decrescenti. Ne viene di conseguenza che i due punti della *curva d'isteresi*, relativi allo stesso valore della forza, tenderanno ad avvicinarsi fra loro, e ciò mostra sino ad

⁽¹⁾ Il sig. G. Wiedemann (V. Wied. Ann. 6, p. 506) dà il nome di scossa a diverse azioni capaci di disturbare l'assetto molecolare, come scuotimenti, forze magnetiche, variazioni di temperatura. Io ho voluto contenermi per ora fra limiti assai più ristretti,

⁽²⁾ V. Rend. Acc. dei Lincei, vol. II, 2° sem., p. 246, 295.

un certo punto dover esser l'influenza delle scosse nello stesso senso dell'accomodazione (1).

« L'esperienza conferma tutte queste previsioni, e rivela del pari come per effetto delle scosse si abbia in una lastra presa allo stato iniziale un aumento di cedevolezza quando si operi con forze crescenti con continuità.

« Le serie cui si riferiscono le seguenti tabelle, furono eseguite facendo prima compiere al corpo diversi *cicli bilaterali* (2). nelle condizioni ordinarie e fra i medesimi limiti di forza da usare nell'esperienze colle scosse. Alla produzione di queste servivano tre pesi da 38 grammi, che applicati opportunamente sui due piatti generavano le piccole variazioni del carico attorno il valore determinato dai pezzi di piombo.

« Il processo che seguivo era abbastanza semplice. Arrivato per forze decrescenti, ad esempio, ad un valore P del peso flettente e notata l'altezza della mira, producevo coi pesi da 38 gr., che voglio indicare con p , le alternazioni $\{(P - 3p) \cdot P \cdot (P + 2p)\}$, $\{(P + 2p) \cdot P \cdot (P - p)\}$, $\{P - p\} \cdot P$, e facevo la nuova lettura al catetometro. Nel caso che si raggiungesse il punto in esame per forze crescenti, si cominciavano invece le alternazioni parziali da $P + 3p$, ma per il resto si operava in modo del tutto analogo.

« Ho voluto nello studio della questione procedere coll'ordine avanti esposto, tenendo di mira specialmente l'azione di un carico esercitato o soppresso con grande rapidità. Ma anche invertendo l'ordine, per realizzare casi possibili di scosse meccaniche in senso opposto a quello pocanzi stabilito, non ne rimaneva alterata la natura del fenomeno, solo che l'effetto era minore.

« I valori di L danno le altezze della mira nei cicli ordinari. In quelli colle scosse le letture L^0_σ , fatte appena dopo l'applicazione dei pesi di piombo, risentono talvolta l'influenza delle scosse precedenti, ma si discostano sempre dalle letture L'_σ compiute quando si ultimava la scossa. Ai valori di L'_σ corrispondono le variazioni delle saette $\Delta s'_\sigma$, riportate per uno studio approssimato dell'andamento del modulo.

Colla O_0 *ricotta* si operarono per ogni punto di fermata due scosse; le letture L''_σ fatte dopo la seconda non sono molto diverse da quelle che si riferiscono alla prima, ed il senso delle divergenze è incerto; pare dunque che scosse ripetute a brevi intervalli di tempo non debbano produrre in seguito al primo spostamento effetti ulteriori notevoli.

(1) V. loc. cit. p.

(2) V. loc. cit. p. 247.

O₀ ric. TABELLA I. 15 Febb.

P	L	L ⁰ _σ	L' _σ	L'' _σ
0	134.27	133.98	—	—
4	121.68	121.47	121.40	—
6	115.71	115.39	115.06	115.08
8	109.40	109.00	107.02	107.00
10	101.12	101.32	96.95	96.90
8	106.39	102.33	102.40	102.40
6	112.18	108.11	108.17	108.17
4	118.14	114.04	114.31	114.34
0	130.90	127.32	127.88	127.96
-4	144.76	142.27	143.90	143.86
-6	151.70	149.82	152.11	152.13
-8	158.60	157.98	160.93	160.93
-10	167.03	167.02	172.74	172.94
-8	162.98	167.16	166.35	166.33
-6	157.18	161.23	160.63	160.71
-4	151.00	154.98	154.56	154.49
0	137.16	141.07	140.30	140.33
4	123.28	125.77	124.78	124.78
6	116.42	118.20	116.71	116.71
8	109.25	110.07	108.10	108.03
10	101.16	101.04	96.83	96.75
A	93.10		169.63	169.00

O₄ TABELLA II. 17 Marzo

P	L	A _s	L ⁰ _σ	L' _σ	A' _s _σ
0	132.06		132.12	—	
4	122.00	10.06	122.06	122.02	10.06
8	112.24	9.76	112.30	112.24	9.78
12	102.68	9.56	102.74	102.36	9.88
14	97.44	5.24	97.50	96.38	5.98
12	101.72	4.28	100.70	100.72	4.34
8	110.80	9.08	109.76	109.78	9.06
4	120.50	9.70	119.48	119.52	9.74
0	130.74	10.24	129.82	129.43	10.41
-4	141.12	10.38	140.30	140.56	10.63
-8	151.34	10.22	150.86	151.14	10.58
-12	161.64	10.30	161.64	162.40	11.26
-14	167.25	5.61	167.54	168.82	6.42
-12	162.90	4.35	164.32	164.24	4.58
-8	153.53	9.37	154.98	154.90	9.34
-4	143.86	9.67	145.24	145.10	9.80
0	133.59	10.27	134.04	134.76	10.34
4	123.04	10.55	124.12	123.90	10.86
8	112.82	10.22	113.58	113.24	10.66
12	102.64	10.18	102.88	102.26	10.98
14	97.40	5.24	97.36	96.28	5.98
A	54.81			94.02	

O₆ ric. TABELLA III. 18 Maggio

P	L	A _s	L	A _s	L'σ	L'σ	A's'σ
0	135.49				135.48	—	
3	130.64	4.85			130.60	130.48	5.00
5	127.24	3.40			127.14	126.80	3.68
7	123.80	3.94			123.16	122.52	4.28
8	121.04	2.26	121.04		120.97	120.08	2.44
7	122.54	-1.50	122.58	-1.54	121.58	121.58	-1.50
5	125.64	-3.10	125.68	-3.10	124.70	124.78	-3.20
3	128.88	-3.24	128.90	-3.22	128.00	128.14	-3.36
0	134.06	-5.18	134.08	-5.18	133.36	133.70	-5.56
-3	139.81	-5.75	139.79	-5.71	139.32	139.80	-6.10
-5	143.65	-3.84	143.69	-3.90	143.40	143.94	-4.14
-7	147.67	-4.02	147.74	-4.05	147.60	148.37	-4.43
-8	149.88	-2.21	149.86	-2.12	149.92	150.84	-2.47
-7	148.36	-1.52	148.32	1.54	149.30	149.28	1.56
-5	145.20	3.16	145.19	3.13	146.14	146.08	3.20
-3	141.96	3.24	141.95	3.24	142.82	142.66	3.42
0	136.78	5.18	136.78	5.17	137.45	137.16	5.50
3	131.20	5.58	131.20	5.58	131.62	131.18	5.98
5	127.36	3.84	127.34	3.86	127.56	127.03	4.15
7	123.22	4.14	123.24	4.10	123.35	122.60	4.43
8	121.04	2.18	121.02	2.22	121.02	120.10	2.50
A		27.92		28.43			36.77

O₁₂ ric. TABELLA IV. 9 Agosto

P	L 1° ciclo	L 2° ciclo	L'σ	L'σ	L'σ-L'σ
8	102.32	102.36	102.40	—	—
6	107.48	107.49	107.56	107.58	0.02
4	112.86	112.88	112.94	112.97	0.03
0	124.32	124.36	124.39	124.50	0.11
-4	136.24	136.27	136.30	136.51	0.21
-6	142.12	142.20	142.22	142.64	0.42
-8	148.59	148.51	148.50	—	—
-6	143.29	143.23	143.20	143.15	-0.05
-4	137.82	137.73	137.70	137.65	-0.05
0	126.20	126.14	126.12	126.00	-0.12
4	114.30	114.25	114.22	114.02	-0.20
6	108.49	108.45	108.42	108.05	-0.37
8	102.36	102.40	102.42	—	—
A	20.94	19.56		14.53	

« Come si vede le scosse agiscono nel senso avanti indicato. Di più i cicli colle alternazioni parziali si chiudono, ed il modulo nelle varie fasi del processo è notevolmente diminuito.

« Bisogna osservare intanto che, mentre ogni singola scossa ha tendenza a diminuire l'area d'isteresi, questa risulta invece accresciuta. Il paradosso non è dovuto ad altro che all'influenza delle oscillazioni attorno i punti estremi del ciclo, le quali facendone aumentare l'ampiezza portano l'aumento cennato dell'area. Infatti la tabella IV, che contiene i risultati di un ciclo colle scosse nei vari punti, eccettuati gli estremi, mostra appunto che l'energia dissipata diminuisce sotto l'azione di scosse che non alterino l'ampiezza del ciclo.

« I fatti di cui ci siamo occupati, servono a giustificare le cautele da usarsi nella carica e nella soppressione delle forze deformatrici, poichè le

oscillazioni che ne derivano sul corpo possono aumentare la deformazione o diminuire l'effetto permanente, recando così disturbi sistematici atti a modificare la legge elastica che si vuol prendere in esame.

« Il sig. Wiedmann (1) ritiene che queste azioni dovute alle scosse riguardino l'elasticità susseguente, uniformandosi in ciò al concetto espresso da altri fisici. Pure ammettendo che un'influenza possano avere i moti vibratorii sulle azioni elastiche susseguenti, credo che l'esperienze riportate sieno bastevoli a mostrare come gli effetti delle scosse da noi studiate sieno da ascrivere in massima parte alla legge di deformazione del corpo.

« Il processo delle *alternazioni decrescenti* non è che un caso particolare di scosse applicato alla saetta residua: la diminuzione che ne consegue per questa può, come si è visto, essere tanto grande da farla sparire. Però se usando di tali scosse la prima deformazione di senso opposto a quella da cui si è partiti, ne fosse per una ragione qualunque maggiore, dovremo aspettarci, e l'esperienza lo prova, una saetta residua di senso contrario alla primitiva.

II. Elasticità susseguente.

« È noto che le azioni elastiche susseguenti nei corpi poco plastici, non sono così grandi da alterare in modo notevole la natura delle leggi che essi seguono nel deformarsi. Ciò nonpertanto ho creduto opportuno un esame superficiale dell'argomento, per accertare l'entità di quelle azioni nei processi ciclici da noi avanti studiati.

« Con diverse lastre prese nello stato iniziale, vennero compiute ricerche intese a valutare gli spostamenti della mira dall'applicazione del carico sino a quando fosse raggiunto l'equilibrio definitivo. Avuto riguardo al metodo usato per la misura delle saette, non erano da aspettarsi risultati di grande esattezza, occorrendo un certo tempo per puntare la mira ad ogni nuovo carico; però, siccome nei metalli crudi il fenomeno in questione non era molto marcato, le incertezze da cui potevano essere affetti i valori delle saette residue ci lasciavano un campo d'indagine abbastanza libero per il nostro esame. Nel caso dei metalli ricotti, essendovi una variazione più rapida dell'altezza della mira, specialmente per le grandi forze, siamo in condizioni ancora meno favorevoli, ma ad onta di ciò si riesce ad apprezzare un comportamento del corpo in tutto analogo a quello che si ha col metallo crudo.

« Comincio dal riassumere i risultati ottenuti colla O_6 nei primi cicli bilaterali fra $+16$ e -16 . Per brevità di locuzione indico con Δ le variazioni delle saette dovute all'elasticità susseguente.

(1) Wied. Ann. 29, p. 226, 1886.

« Procedendo per forze crescenti i valori di Δ cominciano a rendersi apprezzabili a partire dal carico 10, e crescono poi con rapidità sempre maggiore sino a raggiungere con 16 pesi $0^{\text{mm}}14$, ossia circa $\frac{1}{20}$ della deformazione dovuta al 16° peso. Cambiando il senso di variazione della forza le Δ si annullano per ricomparire con segno cambiato quando si è già ai carichi negativi a cominciare da -7 , dal quale limite crescono in valore assoluto con andamento meno accelerato di prima sino ad un massimo di $0^{\text{mm}}14$. Per la seconda metà del ciclo si riproducono sensibilmente i fenomeni relativi alla trasformazione da $+16$ a -16 , ma con intensità alquanto minore: infatti si hanno valori sensibili di Δ solo fra $P = 13$ e $P = 16$, ed il massimo relativo a quest'ultima forza trovasi ridotto a $0^{\text{mm}}08$.

« In un secondo ciclo abbiamo un accenno ad analoghe vicissitudini, se non che l'elasticità susseguente si fa sentire alla fine di ogni mezzo ciclo e per circa $0^{\text{mm}}04$. Procedendo oltre, questi spostamenti residui diventano ancora meno apprezzabili, sicchè dopo tre o quattro cicli le azioni dovute al tempo mancano quasi del tutto, nè si riproducono dopo avere scaricata la lastra colle *alternazioni decrescenti*, a meno che non avvenga un lungo riposo del corpo.

« I valori di Δ si riferiscono ad un intervallo di tempo che variava da 3' a 7' a seconda della minore o maggiore grandezza di Δ . Si riteneva conseguito l'equilibrio stabile quando per 2' non si aveva spostamento visibile della mira.

« È giusto intanto osservare che la seconda lettura non poteva considerarsi come definitiva; l'esperienza mostrò infatti ulteriori variazioni per essa in un periodo di tempo molto lungo; ma il senso ne era sempre lo stesso, per cui le nostre esperienze, se non ci permettono di valutare la totalità dell'effetto, sono bastevoli a farci riconoscere l'indole del fenomeno.

« Si potè constatare del resto che lasciando per qualche giorno uno dei carichi relativi al passaggio da P a zero, non variava affatto l'altezza della mira. Viene così assodato che i particolari studiati nei cicli di deformazione non possono essere dovuti all'elasticità susseguente, nè subire da essa influenza notevole.

« Altre lastre di ottone crudo cimentate per cicli bilaterali, diedero risultati analoghi a quelli avuti colla O_6 ; si aveano solo differenze quantitative da un caso all'altro, ottenendosi in generale azioni susseguenti tanto più forti quanto più pronunziate erano le deformazioni dovute ai singoli carichi, e non manifestandosi in modo sensibile il fenomeno nei limiti di forza dentro i quali gli scostamenti dalla legge di Hooke non apparivano rilevanti.

« L'ottone ricotto sotto questi aspetti si comporta come il metallo crudo, giacchè le grandi variazioni delle saette col tempo si hanno solo quando il corpo presenta una cedevolezza considerevole.

« Facendo subire ad una lastra cicli unilaterali, le letture fatte appena dopo la modificazione del carico sono definitive, se si eccettuino quelle che corrispondono al carico massimo, le quali riescono alterate col tempo, ma di pochissimo.

« È notevole come l'area d'isteresi, e quindi anche la legge di deformazione lungo il ciclo, dipendano dalla rapidità con cui questo si compie. Colla lastra O_1 che a causa del lavoro precedente non presentava saette variabili col tempo, si produssero in tre giorni parecchi cicli bilaterali, taluni alla maniera ordinaria, altri passando da un valore della forza al successivo dopo 3'. Le aree d'isteresi ottenute trovansi qui appresso segnate:

12 Dic. Cicli fra + 10 e — 10: 3,37, (3,91), 3,09.
16 Dic. Cicli fra + 18 e — 18: 50,41, 44,98, (45,62), 43,57.
20 Dic. Cicli fra + 20 e — 20: 135,60, 129,97, 122,67, (123,88), 120,32.

« I numeri dentro parentesi, che misurano le aree relative al processo lento, sono in ciascuna delle tre serie più grandi di quelli che li precedono nello stesso rigo, mentre operando nelle condizioni ordinarie dovrebbero essere più piccoli.

« Si viene pertanto alla conseguenza che durante l'accomodazione l'avvicinamento dei due rami della *curva d'isteresi* nei cicli successivi dovrebbe riuscire meno marcato se si aspettasse per ogni valore del carico il tempo necessario ad aversi l'equilibrio delle particelle. A risultati di natura opposta si sarebbe condotti nel caso di un corpo oscillante sotto l'azione delle forze elastiche, poichè, a causa della rapidità, con cui esso si deforma, si devono avere allora aree d'isteresi più piccole di quelle che si ricavano col metodo statico.

« Se teniamo presenti i fatti esposti in una precedente Nota ⁽¹⁾, risulta che il fenomeno in esame va di pari passo con quello di accomodazione. Abbiamo dunque due specie di processi per i quali cambia in modo progressivo la forma del corpo sottoposto ad un determinato carico. Però mentre il primo si rende palese per tutta la sua durata, l'altro accusa per ogni interruzione un lavoro interno che, senza modificare in apparenza il corpo, si rivela quando vengano riprodotti cicli compiuti uno o più giorni avanti. Questo particolare distingue essenzialmente i due ordini di fenomeni; e se per le cifre avanti riportate dobbiamo ammettere un'influenza dell'elasticità susseguente sull'accomodazione, non parmi ci si possa spingere fino a supporre, come da taluni si è voluto, che sia questa dovuta alla prima, inquantochè la circostanza ora rilevata ed il fatto che il lavoro produce sul nichel aumento dell'area d'isteresi, bastano a provare che l'accomodazione costituisce un fenomeno a sè.

(1) V. Rend. Accad. dei Lincei, fasc. 12^o, 2^o sem. 1893.

« Debbo infine notare che, siccome gli effetti delle scosse sono concomitanti con quelli relativi all'azione prolungata delle forze, e durante il preteso riposo del corpo possono in esso generarsi per cause disturbatrici moti vibratorî, lo studio dell'elasticità susseguente richiede l'uso di un sito abbastanza tranquillo, perchè agli spostamenti dovuti al tempo non si aggiungano quelli provocati dalle oscillazioni ».

Fisica. — *Sulla struttura e morfologia della grandine.* Nota del prof. MARANGONI, presentata dal Socio BLASERNA.

« La Nota che presentai nella decorsa seduta a codesta Accademia, trattava della produzione del freddo e dell'elettricità, per spiegare la formazione, e l'ingrossamento dei chicchi di grandine. La presente tratterà della struttura, e della forma dei chicchi, su cui i Fisici hanno detto poco o nulla. Il prof. Bombicci ha insistito sul notare l'importanza delle forze cristallogeniche nel fenomeno della grandine⁽¹⁾; ed è appunto questo caldo appello, a studiare mineralogicamente la grandine, che mi ha indotto a tentarne un abbozzo.

« *Struttura.* — Fra neve e grandine v'è un passaggio graduale: neve in aghi esagonali (fig. 1 *a*); in cristalli tabulari *b*; in stelle esagonali, o *crisalliti c*; in fiocchi di neve, che sono ammassi irregolari delle forme precedenti, che aderiscono perchè bagnate; in sferoedrie o neve granulare o nevischio *d*, come infarinata; poi grandine minuta (*gérzil*); grandine grossa come ceci, come nocciole, come noci, come uova, come arancie, come poponi ecc.⁽²⁾.

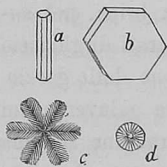


FIG. 1.

Forme di neve.

« Le prime 4 o 5 forme cadono di solito senza lampi, ma con forte potenziale negativo; le altre forme cadono con un apparato di lampi e tuoni, proporzionato alla grossezza dei chicchi.

« Interessa di notare che la solidificazione dell'acqua nell'atmosfera avviene in due modi 1° per sublimazione, sotto forma di cristalli esagonali; 2° per solidificazione di goccioline, sotto forma di ghiaccio, come nel noto fenomeno detto *galaverna* (*verglas*)⁽³⁾, nel quale una moltitudine di canalicoli

(1) Bombicci, *Memoria sulla formazione della grandine, e sui fenomeni ad essa concomitanti.* Bologna, 26 febbraio 1888.

(2) Vedi la descrizione di varie grandinate curiose nella Rivista scient. ind. del Vimercati dal giugno all'ottobre 1893.

(3) Tutti i vocabolari traducono *verglas* colle voci: *nevischio*, *gelicicio*; le quali non hanno nulla a che fare col *verglas*. Nell'Alta Italia e nel Casentino si dice *galaverna*; al Covigliaio si dice *solvetro*; alle Piastre si dice *brucello*; a Firenzuola si dice *vernasca*.