

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCV.

1908

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XVII.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1908

**Fisica terrestre.** — *La radiazione attinica del sole al Monte Rosa.* - Osservazioni eseguite alla Capanna Regina Margherita coll'attinometro fotoelettrico di Elster e Geitel. Nota di C. ALESSANDRI, presentata dal Socio V. VOLTERRA.

1. In altra Nota <sup>(1)</sup> abbiamo studiato l'andamento della energia termica della radiazione solare alla Capanna Margherita, deducendolo dalle osservazioni ivi eseguite il giorno 8 settembre 1907 col pireliometro a compensazione elettrica di Ångström, e abbiamo trovato che l'energia termica della radiazione solare in funzione dello spessore d'aria attraversato, poteva essere con notevole approssimazione rappresentata mediante la formola recentemente proposta dal Bemporad <sup>(2)</sup>.

$$Q = A \cdot p^{\epsilon^n}$$

essendo  $Q$  l'intensità della radiazione corrispondente allo spessore d'aria  $\epsilon$ ;  $A$ ,  $p$  ed  $n$  delle costanti che, nel nostro caso, avevano i valori

$$A = 2,0858$$

$$p = 0,7338$$

$$n = 0,625$$

Il risultato più importante che ne deducemmo (prescindendo dalla determinazione del valore dell'energia termica della radiazione solare ai limiti dell'atmosfera) fu che il coefficiente medio di trasmissione dell'alta atmosfera per i raggi solari che, assorbiti dal nerofumo, si convertono in calore, non è costante ma cresce gradatamente col crescere della distanza zenitale del sole, e cioè cresce coll'aumentare dello spessore d'aria attraversato. Come vedemmo, questo fenomeno si spiega bene ritenendolo come una conseguenza dell'assorbimento selettivo dell'atmosfera terrestre sulla luce degli astri, in accordo colle idee prima esposte dal Langley e più recentemente sviluppate dal Bemporad.

2. Oltre alle misure pireliometriche, vennero fatte, in quel giorno, alla Capanna Margherita, delle misure attinometriche della radiazione solare con un attinometro fotoelettrico di Elster e Geitel. Come si sa, questo appa-

<sup>(1)</sup> *Osservazioni alla Capanna Regina Margherita col pireliometro di Ångström.* Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani, anno 1908.

<sup>(2)</sup> Cfr. A. Bemporad, *Saggio di una nuova formola empirica per rappresentare il modo di variare della radiazione solare col variare dello spessore atmosferico attraversato dai raggi.* Rendiconti della R. Accademia dei Lincei. Cl. di Sc. fis. mat. e natur. Vol. XVI, 2° sem. 1907.

recchio consta essenzialmente di una sfera di zinco amalgamato, di 2 cm. e mezzo di diametro, in comunicazione con l'armatura interna di un condensatore e con un elettrometro; la sfera è rinchiusa in un involucro metallico da cui è elettricamente isolata; l'involucro, l'armatura esterna del condensatore e la scatola dell'elettrometro, sono al suolo (erano metallicamente collegati col rivestimento di rame della Capanna). Per le osservazioni, si carica il sistema di elettricità negativa fino a un dato potenziale, poi si fa cadere sulla sfera di zinco, attraverso a un diaframma, che, nel nostro caso, era di 15 mm. di diametro, un fascio di raggi solari.

Perchè l'esperienza riesca, la superficie dello zinco deve essere perfettamente speculare e amalgamata di recente. Si deduce il grado di attinicità della radiazione che si esamina, dalla quantità di elettricità negativa che si disperde in un dato tempo, o, come facemmo noi, dalla rapidità con cui una data massa elettrica negativa si disperde sotto l'azione della radiazione stessa.

Ammettendo, infatti, che il coefficiente di dispersione della elettricità sopra una sfera di zinco amalgamato di recente sia una funzione lineare dell'intensità attinica della radiazione, si ha che l'effetto fotoelettrico (cioè la misura relativa della intensità della radiazione attinica  $J$ ) sarà dato dalla formola:

$$(1) \quad J = \frac{C}{bt} \left\{ \log \frac{V_0}{V'_t} - \log \frac{V_0}{V'_t} \right\}$$

dove  $V_0$  è il potenziale iniziale della sfera di zinco;  $V_t$  è quello dopo la esposizione;  $V'_t$  il potenziale al quale si giunge nel tempo  $t$  quando la sfera non è esposta;  $C$  la capacità del sistema;  $t$  la durata della esposizione;  $b$  il fattore di dispersione.

Nel caso nostro, potendosi operare con grande capacità elettrostatica, vennero disposte le cose in modo da aversi:  $C = \text{cost.}$ ;  $b = \text{cost.}$ ;  $V_0 = \text{cost.}$ ;  $V'_t = V_0$  (questa ultima condizione poteva ritenersi, nel nostro caso, praticamente soddisfatta, perchè, operando con una grande capacità elettrostatica ed essendo l'isolamento elettrico del sistema assai buono, nel tempo  $t$  di durata dell'esperimento il potenziale del sistema non variava in modo apprezzabile quando la sfera di zinco era tenuta sottratta all'azione dei raggi solari, e cioè l'otturatore del diaframma era tenuto chiuso. In tali condizioni la formola (1) assume la forma semplice

$$(2) \quad J = k \frac{1}{t}.$$

La misura veniva fatta nel seguente modo. Si caricava la sfera di zinco a un potenziale di alcun poco superiore ai 300 Volts ( $V_0 = 300$ ); verificato che, a sfera coperta, il potenziale rimaneva sensibilmente costante, si apriva l'otturatore e si notavano gli istanti in cui, scaricandosi il sistema, la fo-

gliolina d'alluminio dell'elettrometro, osservata con un microscopio micrometrico, passava alla prima, seconda, terza, quarta divisione del micrometro, corrispondenti rispettivamente a potenziali del sistema decrescenti in progressione aritmetica: se la serie dei tempi era ben regolare e, ripetendo l'esperimento per almeno tre volte di seguito, si ottenevano valori ben concordanti, l'osservazione era tenuta buona, altrimenti si riamalgamava la palla e si ricominciava la misura. Con la formola (2) vennero poi calcolati i valori della intensità attinica della radiazione quali figurano nella colonna 5<sup>a</sup> della tabella I. Tali valori essendo espressi in unità arbitrarie, hanno, naturalmente, solo un valore relativo, e vennero ottenuti ponendo nella (2)  $k = 12$ .

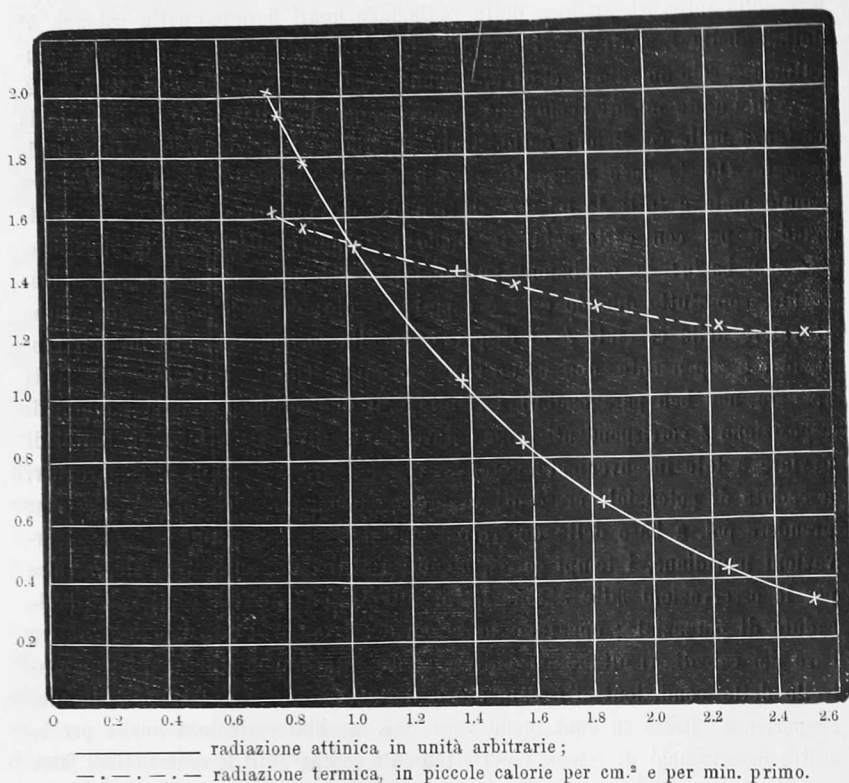
In queste misure, come già si è accennato, è di grande importanza la costanza nelle condizioni dello strato superficiale della sfera di zinco amalgamato. Questa deve essere di zinco ben puro, perfettamente levigata, e va amalgamata a tutte le misure, mettendola nel mercurio ben secco e strofinandola poi con carta seta, in modo da renderne ben tersa la superficie. Ma non basta: le condizioni superficiali della sfera si modificano rapidamente, soprattutto quando essa è esposta al sole; e, conseguentemente, anche il valore della costante  $b$  di dispersione della formola (1) che da tali condizioni è dipendente, non ha un valore costante. Questa circostanza fa sì da rendere non ben paragonabili i risultati di due misure quando i tempi di esposizione  $t$  corrispondenti sono notevolmente diversi fra loro. Io tentai di ovviare a tale inconveniente notando, come dissi, i tempi di scarica relativi a cadute di potenziale crescenti in progressione aritmetica, in modo da poter prendere poi, a base della determinazione dell'energia attinica, per le osservazioni meridiane, i tempi corrispondenti a forti cadute di potenziale, mentre per le osservazioni fatte a Sole basso sull'orizzonte, quelli relativi a piccole cadute di potenziale; operando in tal modo, i tempi d'esposizione assunti a base dei calcoli, risultano poco diversi; di più, come accennai, si ha un controllo delle condizioni d'isolamento e della costanza del fattore  $b$  durante l'esperienza. Resta in ogni modo vero che sarebbe pericoloso anche per le nostre osservazioni di ritenere perfettamente comparabili le osservazioni fatte con distanze zenitali troppo diverse; e quindi sarà prudente di limitare la discussione ai risultati ottenuti con osservazioni fatte a distanze zenitali del Sole non troppo differenti, e precisamente, nel nostro caso, alle sole osservazioni eseguite dalle 7<sup>h</sup>.30<sup>m</sup> alle 16<sup>h</sup>.30<sup>m</sup>, trascurando le altre.

Il materiale d'osservazione trovasi riunito nella tabella I. Le ore sono espresse in tempo vero del Monte Rosa. Oltre alla misura relativa dell'intensità attinica della radiazione (<sup>1</sup>) vi sono pure riportati i valori corrispondenti dell'intensità termica in piccole calorie della distanza zenitale del Sole e degli spessori d'aria attraversati dai raggi ai tempi delle osservazioni. Per

(<sup>1</sup>) I numeri della 5<sup>a</sup> colonna della tabella I sono stati dedotti per interpolazione grafica dai valori di  $J$  effettivamente osservati.

quanto si riferisce al calcolo di queste ultime grandezze, non che alle condizioni meteorologiche durante le misure, rimando alla Nota sopra citata. Dirò solo qui che il tempo fu, in quel giorno, tutto quanto si può desiderare di favorevole per questo genere di ricerche.

Come evidente risulta dalla figura 1, la radiazione attinica resta assorbita dall'atmosfera terrestre molto più energicamente che non la radiazione termica.



Le ascisse rappresentano gli spessori atmosferici (espressi in atmosfere normali) attraversati dai raggi solari alle diverse ore del giorno, nel tragitto dai limiti dell'atmosfera terrestre all'Osservatorio Regina Margherita; le ordinate rappresentano le corrispondenti intensità (attinica e termica) residue della radiazione.

Assunta come formola d'interpolazione la formola a tre costanti (del Bemporad).

$$(3) \quad J = Bq^{\epsilon^n}$$

dove  $J$  rappresenta l'intensità attinica della radiazione,  $\epsilon$  lo spessore d'aria attraversato,  $B$ ,  $q$  ed  $n$  tre costanti da determinarsi, si trova che la nostra

curva sperimentale della radiazione attinica resta assai bene rappresentata assumendosi per le costanti i seguenti valori:

$$n = 1$$

$$B = 4,2695$$

$$q = 0,3629$$

Essendo il parametro  $n$  della formola (3) uguale all'unità, la curva è adunque, una logaritmica, e quindi, la sottotangente alla curva essendo costante, anche il coefficiente di trasmissione sarà costante (<sup>1</sup>). Ne risulta che per la radiazione attinica, contrariamente a quanto si è trovato per la radiazione termica, l'assorbimento selettivo o è tanto piccolo da potersi ritenere praticamente inesistente, o per lo meno, anche dalle nostre misure alla capanna Margherita, quantunque fatte in condizioni eccezionalmente favorevoli, non è stato messo in evidenza. Questo risultato, a prima giunta in contraddizione con quello già ottenuto per le radiazioni termiche, può spiegarsi considerando che le radiazioni cui è sensibile l'attinometro fotoelettrico di Elster e Geitel (radiazioni ultraviolette) essendo comprese fra limiti assai ristretti dello spettro, devono comportarsi, dal punto di vista dell'assorbimento atmosferico, come luce monocromatica. Ora, per quanto si è detto nella Nota già più volte citata, la legge secondo cui la energia raggianti di una determinata refrangibilità resta assorbita dall'aria atmosferica, quando tale aria non sia inquinata da elementi estranei quali il pulviscolo e il vapore acqueo (o le vescichette d'acqua) che, in notevole quantità trovansi nelle basse regioni dell'atmosfera, deve appunto essere la legge esponenziale di Bouguer-Pouillet, secondo la quale l'energia trasmessa attraverso a uno strato decresce in ragione geometrica col crescere in ragione aritmetica dello spessore dello strato assorbente. Anche il risultato da noi ultimamente ottenuto, adunque, anziché in contrasto coi risultati precedenti, sarebbe una nuova prova della superiorità, sulle stazioni di pianura, di quell'alta stazione d'osservazione per questo genere di ricerche.

Numericamente poi, il coefficiente di trasmissione per la radiazione attinica, quale risulterebbe dalle nostre misure, sarebbe

$$q = 0,363.$$

Per la radiazione termica, a mezzodì, si è trovato in quello stesso giorno il valore

$$p = 0,806.$$

Il rapporto fra i due coefficienti sarebbe adunque

$$k = \frac{p}{q} = 2,22.$$

(<sup>1</sup>) Cfr. Nota citata.

Osservazioni analoghe simultanee eseguite al Colle d'Olen dal prof. Federico diedero  $k = 2,40$ .

In generale poi si sa che, in pianura, coll'aumentare della nebulosità del cielo, il coefficiente di trasparenza per la radiazione attinica del Sole diminuisce relativamente a quello della radiazione termica, talchè il rapporto del secondo al primo risulta aumentato. Questo dato di fatto in piano, è, come si vede, in pieno accordo col risultato da noi ottenuto all'altitudine di 4560 metri sul livello del mare.

TABELLA I.

*Osservazioni alla Capanna Regina Margherita, 8 settembre 1907.*

Ora (t. v.° M. Rosa) (1)	$z_0$ apparente (2)	$\epsilon$ (atmosfera) (3)	Q piccole calorie (pireliometro) (4)	$J_0$ valori ragguagliati (5)	$J_c$ valori calcolati (6)	$J_0 - J_c$ (7)
12. h -	39.°52. '50''	0.7480	1.611	2.03	2.030	0,000
13. —	41. 57. 2	0.7775	1.601	1.95	1.941	+ 0.009
14. —	47. 35. 11	0.8774	1.574	1.80	1.798	+ 0.002
15. —	55. 39. 0	1.0242	1.524	1.51	1.511	- 0.001
16. —	65. 5. 41	1.3692	1.431	1.07	1.066	+ 0.004
16. 20 <sup>m</sup>	68. 26. 0	1.5655	1.380	0.87	0.873	- 0.003
16. 40	71. 49. 42	1.8411	1.300	(0.70)	0.660	+ 0.040
17. —	75. 14. 54	2.2446	1.248	(0.50)	0.440	+ 0.060
17. 10	76. 59. 11	2.5300	1.200	(0.45)	0.333	+ 0.117
17. 20	78. 43. 14	2.8920	1.144	(0.35)	0.228	+ 0.122

(1) Ora dell'osservazione in tempo vero m.° monte Rosa.

(2) Distanza zenitale apparente del sole all'istante dell'osservazione.

(3) Spessore atmosferico (in atmosfere normali) attraversato dai raggi solari nel tragitto dal limite dell'atmosfera all'Osservatorio Regina Margherita.

(4) Intensità termica della radiazione residua, in piccole calorie per cm.<sup>2</sup> e per min. primo (pireliometro Ångstrom).

(5) (6) Intensità attinica ottenuta col fotoattinometro Elster e Geitel.