ATTI

DELLA

REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCXI.

1914

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXIII.

1° SEMESTRE.

ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1914

Fisica. — *Sulla formazione della rugiada e della brina.* Nota di ANTONINO LO SURDO, presentata dal Corrisp. A. GARBASSO.

La rugiada e la brina si depositano sulle superficie dei corpi raffreddati per il raggiamento contro la volta celeste; questo raggiamento è massimo per una superficie nera ed ha l'intensità

$$Q = \sigma\ (u^4 - \theta^4) \tag{1}$$

dove σ indica la costante di emissione del corpo nero, u la temperatura assoluta della superficie radiante, e θ quella grandezza che io ho già definito come temperatura virtuale del cielo [1], la quale rappresenta la temperatura di un corpo nero in equilibrio di radiazione colla volta celeste. Il corpo esposto tende quindi a raffreddarsi quando, come avviene sempre di notte, $\theta < u$; e θ rappresenta il limite inferiore al quale tende la temperatura della superficie raffreddandosi per la radiazione notturna.

Ciò posto, risultano evidenti per la superficie *nera* e per la *grigia* le due seguenti condizioni:

1) *Per la formazione della rugiada e della brina è necessario che la temperatura virtuale del cielo sia più bassa della temperatura per la quale è massima la tensione del vapor d'acqua contenuto nell'aria in prossimità della superficie radiante.*

2) *Per la formazione della brina è necessario che la temperatura virtuale del cielo sia minore di quella del ghiaccio fondente.*

Consideriamo il caso semplice del raffreddamento di una lamina estesa, isolata termicamente per modo che lo scambio di calore avvenga soltanto per radiazione, dalla superficie superiore orizzontale che supponiamo nera.

Indichiamo con l lo spessore, ed esso sia piccolo così da potere trascurare le differenze di temperatura dentro la lamina, ϱ la densità del corpo, c il suo calore specifico, ed u la temperatura la quale risulterà funzione del tempo t. L'eguaglianza fra il calore perduto dalla lamina e quello raggiato si può rappresentare coll'equazione:

$$-\varrho l c \frac{du}{dt} = \sigma (u^4 - \theta^4)\,. \tag{2}$$

[1] Nuovo Cimento. Fasc. di giugno 1913.

Integrando si ottiene:

$$(3) \qquad t = -\frac{\varrho l c}{2\sigma\theta^3}\left\{\frac{1}{2}\lg\frac{u-\theta}{u+\theta} - \operatorname{arc\,tg}\frac{u}{\theta}\right\} + \text{cost}\,;$$

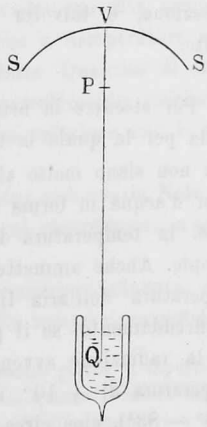
e ponendo $u = u_0$, per $t = 0$:

$$(4) \qquad t = \frac{\varrho l c}{2\sigma\theta^3}\left\{\frac{1}{2}\left[\lg\frac{u_0-\theta}{u_0+\theta} - \lg\frac{u-\theta}{u+\theta}\right] - \left[\operatorname{arctg}\frac{u_0}{\theta} - \operatorname{arc\,tg}\frac{u}{\theta}\right]\right\}.$$

Questa espressione ci permette di calcolare il tempo che occorre perchè la lamina esposta verso un cielo a temperatura virtuale θ costante, si porti dalla temperatura iniziale u_0 alla temperatura u. Quindi se per u si pone la temperatura alla quale diventa massima la tensione del vapor d'acqua nell'aria, t indica il tempo di esposizione necessario perchè cominci la formazione della brina e della rugiada: tempo che al caso pratico deve considerarsi solo come un limite inferiore di quello effettivamente occorrente, che è maggiore a causa dello scambio di calore per convezione e del difetto di isolamento termico.

Per strati poco conduttori e di spessore rilevante non si può ammettere la uguaglianza della temperatura all'interno: essa allora dipende anche dalla distanza dalla superficie raggiante. Il caso più generale è quello di uno strato avente estensione e profondità indefinite, limitato da una superficie nera orizzontale radiante verso il cielo: ma il problema si presenta allora assai più complicato.

Una esperienza per mostrare la formazione della rugiada e della brina in condizioni di radiazione analoghe alle naturali si può facilmente eseguire esponendo una superficie raggiante verso un cielo artificiale a tempe ratura molto bassa, ma in modo che l'ambiente in prossimità della superficie non sia sensibilmente perturbato, colla seguente disposizione.



Uno specchio sferico metallico è disposto col suo asse V Q, verticale ed è rivolto in basso. Sull'asse, nell'intervallo tra il foco F ed il centro di curvatura, si dispone in P, la superficie raggiante orizzontale di piccola estensione rivolta verso l'alto. Tra la superficie P ed un corpo qualsiasi collocato nel piano coniugato avviene per mezzo dello specchio uno scambio di calore per radiazione, e se lo specchio avesse un potere riflettente unitario per le radiazioni che si scambiano, la superficie in P verrebbe a raggiare come se

invece che verso lo specchio fosse esposta sotto un cielo alla temperatura del corpo trovantesi in Q.

Nelle prove da me fatte il corpo radiante era costituito da un vetrino copri oggetti da microscopio, poggiato su un dischetto di feltro, il quale alla sua volta era sostenuto per mezzo di una asticella metallica orizzontale, sottile per ostacolare il meno possibile lo scambio di radiazione, fissata ad un sostegno laterale. Si aveva così un corpo radiante di piccola capacità termica, in certo modo isolato, il quale si può ritenere quasi nero per le onde di grande lunghezza.

Lo specchio era uno dei soliti ustori di ottone, della forma classica. La superficie radiante del vetrino non veniva completamente coperta dallo specchio, poichè il punto P risultava al di sotto del piano base della calotta sferica, ciò veniva a diminuire un poco l'estensione del cielo freddo, ma evidentemente l'effetto doveva essere di piccola entità, poichè diminuiva solo la radiazione con inclinazioni molto grandi.

Il punto Q veniva a trovarsi dentro un recipiente Dewar cilindrico contenente dell'aria liquida, molto ampio, perchè anche i raggi non centrali corrispondenti alle parti esterne dei fasci omocentrici provenienti dal vetrino vi potessero cadere dentro. Il liquido bolliva lentamente, e l'aria fredda si riversava traboccando dall'orlo, ma non dava perturbazioni sensibili poichè il Dewar era collocato in basso a sufficiente distanza dallo specchio.

Con questa disposizione, in un ambiente anche relativamente secco, nel quale cioè il punto di condensazione del vapor d'acqua era molto più basso della temperatura ambiente, si otteneva dopo qualche minuto di esposizione un abbondante deposito di rugiada sul vetrino: e per mostrare che essa era prodotta dalla radiazione bastava interporre uno schermo tra il vaso Dewar e lo specchio, anche al di sopra del vetrino; allora non si otteneva condensazione, e talvolta il deposito ottenuto prima si evaporava rapidamente.

Per ottenere la brina occorre che tanto la temperatura ambiente quanto quella per la quale la tensione del vapore d'acqua nell'aria diventa massima non siano molto al disopra dello zero; poichè se la condensazione del vapor d'acqua in forma di rugiada compensa il calore ceduto per la radiazione, la temperatura della lamina non può più abbassarsi. Ed ecco un esempio. Anche ammettendo che la radiazione avvenga contro un cielo alla temperatura dell'aria liquida, e trascurando tutte le cause che ostacolano il raffreddamento, se il punto di rugiada è al di sopra dello zero, in modo che la radiazione avvenga con un dislivello di 200° in cifra tonda, alla temperatura di $+10°$, il calore raggiato risulta al minuto circa 8.10^{-11} $(283^4 - 83^4)$, cioè circa 0,5 gr. cal. cm^2: per la compensazione basta un deposito di rugiada di gr. 0,0008 circa al minuto primo.

E bisogna pensare che molte cause ostacolano il raffreddamento e quindi agiscono come se la temperatura del cielo fosse notevolmente più alta. Difatti lo specchio ha un potere riflettente piccolo, non copre tutto il cielo, ed alla sua volta emette; l'aria che lambisce il vetrino cede calore per convezione.

Dall'applicazione della formula (4) risulta quindi un tempo molto più piccolo di quello che occorre effettivamente per la condensazione del vapor d'acqua sul vetrino.

Difatti nelle seguenti condizioni:

$$u_0 = 275^\circ \quad \theta = 83^\circ \quad u = 273^\circ$$
$$l = 0{,}02 \text{ cm.} \quad \varrho = 2{,}5 \quad c = 0{,}2$$

il calcolo dà come tempo limite per l'inizio della formazione della brina ($u = o$) circa tre secondi: ma coll'esperienza non sono riuscito a osservare uno strato apprezzabile di brina prima di un paio di minuti [1].

L'esperienza è quindi semplicemente qualitativa.

Chimica fisica. — *Spettri di assorbimento a bassissime temperature.* Nota di ARRIGO MAZZUCCHELLI, presentata dal Socio E. PATERNÒ.

Intorno all'influenza della temperatura sugli spettri di assorbimento delle soluzioni si è fatto molto lavoro (e cito, fra i recenti, gli studî di H. C. Jones); ma quasi tutte le osservazioni si riferiscono a innalzamenti di temperatura al disopra dell'ordinaria.

Sull'influenza delle basse temperature si è fatto assai meno. Degni di nota sono gli interessantissimi studî di H. e J. Becquerel e Kamerlingh Onnes, sugli spettri di fosforescenza dei sali di uranile sino alla temperatura dell'idrogeno bollente, dai quali è risultato che a temperature assai basse le bande divengono più strette e meglio definite. Qualcosa di simile può supporsi che debba avvenire per le bande di assorbimento, poichè fra queste e le bande di fosforescenza esiste una stretta relazione che è stata posta in chiaro dagli studî dei Becquerel.

Io ho iniziato una serie di ricerche in proposito; e in questa Nota preliminare rendo noti i primi risultati ottenuti, che mi incoraggiano a seguitare per questa via.

Per poter riconoscere sin da principio la massima influenza delle basse temperature sugli spettri, è bene di operare colla temperatura più bassa

[1] È bene notare però che occorre circa un minuto e mezzo perchè si depositi uno strato dello spessore di un centesimo di millimetro di brina, quando il calore raggiato alla temperatura $u = 273^\circ$ contro il cielo a temperatura $\theta = 83^\circ$ si compensa con quello di liquefazione e solidificazione.