
NUOVE RICERCHE SULLA LEGGE DI DRAPER.

Dalla dissertazione presentata per la libera docenza in fisica sperimentale
dal Prof. ALESSANDRO AMERIO.

I.

Cenno storico.

1). *Esperienze del Draper ed altre anteriori.* — Nel 1817 John William Draper ¹⁾ pubblicando i risultati di alcune sue esperienze « *sulla produzione della luce mediante il calore* », credette di poter enunciare la legge che *tutti i corpi solidi e probabilmente anche i metalli fusi diventino visibili alla stessa temperatura* che egli calcolava in circa 525° C.

Questa legge è nota sotto il suo nome e il Kirchhoff ²⁾ credette di trovare in essa un appoggio alla sua teoria « *sulla relazione fra il potere assorbente e il potere emissivo* ».

Anche prima del Draper parecchi fisici si erano occupati della questione, per lo più incidentalmente.

Così il Davy che dice che al calor rosso corrisponde la temperatura di 433° C. e che a questa temperatura i corpi diventano luminosi; il Daniell che dallo studio del suo pirometro deduce che al calor rosso corrisponde la temperatura di 539° C.

Ma chi se ne era occupato estesamente è Thomas Wedgwood ³⁾. Questi nel « *Metodo per connettere il suo termometro con quello a mercurio* » stabiliva fin dal 1784 che la temperatura alla quale i corpi diventano rossi e visibili al buio è di 508° C.

In seguito ⁴⁾ nel 1792 negli « *Esperimenti ed osservazioni sulla produzione della luce da corpi diversi mediante*

1) Philosophical Magazine, 1847, vol. 30, p. 345.

2) Annalen der Physik ecc., 1860, vol. 109, p. 275.

3) Philosophical Transactions, 1784, p. 358.

4) Philosophical Transactions, 1792, p. 28.

calore e attrito » descrive una serie di esperienze delle quali sono interessanti le seguenti :

Nel fondo di un tubo verticale di terra cotta, egli fissa tre cilindri cavi fatti con terra da stoviglie e chiusi all'estremità inferiore ; di essi uno è annerito internamente, un altro dorato, il terzo verniciato. Il tubo si trova colla parte inferiore in un fornello e l'A. ne osserva l'interno mediante l'apertura superiore. Allorquando il riscaldamento è sufficiente egli vede che i tre cilindri diventano luminosi *contemporaneamente* (esp. 4^a).

Per accertarsi poi (esp. 7^a) se metalli e corpi terrosi diventino visibili alla stessa temperatura, egli indora secondo striscie trasversali una lamina sottile di terra da stoviglie, e la luta al fondo di un tubo in modo che la faccia parzialmente dorata sia rivolta verso l'interno. Scaldando il tubo in un crogiuolo, e guardando in esso, in più tentativi egli non riesce a distinguere se diventi visibile prima l'oro o prima la porcellana.

Ne deduce che *tutti i corpi debbono diventare visibili alla stessa temperatura.*

Se ora si pensa che l'esperienza fondamentale del Draper consiste nell'esaminare pezzi di vari metalli, posti successivamente entro a una canna da fucile, portata gradatamente all'incandescenza, e nell'osservare che tutti diventano luminosi contemporaneamente alle pareti interne della canna, si è autorizzati ad affermare che la legge, nota col suo nome, era già stata dimostrata, con un metodo affine dal Wedgwood, oltre cinquant'anni prima e dovrebbe quindi chiamarsi col nome di questo fisico.

2). *Esperienze posteriori a quelle del Draper.* — Edmond Becquerel ¹⁾ in alcune esperienze, che ripetevano sostanzialmente quelle del Draper, osservava che tutti i corpi che poneva in un tubo di porcellana diventavano contemporaneamente luminosi a 488° C. e che a temperature più elevate *emettevano sempre la luce con eguale intensità.*

1) Edmond Becquerel *La Lumière*, 1868, vol 1, pag 70.

La legge del Draper così confermata, appoggiata inoltre all'importante teoria del Kirchhoff, non suscitò gravi dubbi fino al 1887.

In quest'anno H. F. Weber ¹⁾ lavorando intorno a lampadine a incandescenza con filamento di carbone, notò che le osservazioni del Draper dovevano essere incomplete.

Infatti, scaldando il filo gradatamente colla corrente elettrica e osservando dopo lunga permanenza al buio, osservò che la prima luce emessa non è rossa, ma *incolora*, e la chiamò luce grigia, o nebbiosa, o spettrale ecc. Osservata questa luce allo spettroscopio vide che dava origine ad una striscia bigia nella regione del giallo e del verde giallognolo; che al crescere della temperatura questa striscia si allungava quasi simmetricamente dalle due parti, mantenendosi incolora fino a che la temperatura non fosse sufficientemente elevata, e che assumeva poscia i colori dello spettro.

In seguito esaminò lamine metalliche sottili scaldate mediante i prodotti della combustione di un bruciatore di Bunsen, misurandone la temperatura per mezzo di una pila termoelettrica saldata alla lamina in modo che nella saldatura non ci fosse ingrossamento.

Trovò così che i diversi metalli diventano luminosi a temperature diverse che vanno da 378° C. pel ferro a 417° per l'oro.

Queste esperienze indicano chiaramente che esistono delle condizioni nelle quali la legge del Draper non è verificata.

Ciò fu confermato l'anno successivo da R. Emden ²⁾, assistente del Weber, proseguendo la ricerca non solo collo stesso metodo ma persino collo stesso apparecchio. Egli trovò temperature minime di visibilità variabili da 403° C. pel pakfong a 423 per l'oro.

Sulla legge del Draper esistono pochi altri lavori importanti.

P. L. Gray ³⁾ dall'esame di due lamine di platino di cui una annerita, l'altra no protette dall'esterno mediante una

1) Annalen der Physik. 1887, vol. 32, pag. 256

2) Ann. d. Phys. 1889, vol. 36.

3) Philosophical Magazine 1894, vol. 37, p. 549.

doccia di lamina di ottone e chiuse in una cassetta, conchiude che esse diventano visibili alla stessa temperatura; che questa dipende assai dalla preparazione dell'osservatore, varia notevolmente da un osservatore all'altro e può scendere sino a 370° .

P. Pettinelli ¹⁾ osserva la base superiore di un massiccio cilindro di ghisa posto in una stufa, su di essa sparge delle polveri e trova che la visibilità è a temperatura più bassa pei corpi che sono più emissivi *pei raggi oscuri*. La temperatura minima è di 404° ; non verifica l'efficacia della preparazione dell'occhio.

Ch. E. Saint John ²⁾ trova che metalli bruniti o ricoperti di ossidi, scaldati in una stufa in modo che assumano la temperatura delle pareti hanno lo stesso splendore, ma assumono splendori diversi tosto che si introduca nella stufa un corpo più freddo.

J. T. Bottomley ³⁾ esamina due lastrine di platino delle quali una annerita, l'altra brillante, poste in tubi di vetro vuotati, deduce che esse diventano visibili al buio quando le loro temperature sono 435° per la lamina brillante, 452 per quella annerita.

O. Lummer, del quale non ho potuto finora leggere il lavoro, ritiene che non tutti i corpi diventino luminosi alla stessa temperatura, e dice che, essendosi posto in ottime condizioni, è riuscito a scorgere tracce di luminosità a 360° .

3. Da quanto precede non sarebbe facile farsi un'idea chiara riguardo alla legge di Draper senza ricorrere ai concetti teorici, perchè non si può concludere altro che *devono esistere delle condizioni nelle quali la legge del Draper non si verifica*.

Lo sviluppo di questi concetti troverà luogo più opportuno in altra nota, perciò accennerò solo la parte essenziale per la critica delle esperienze citate.

Nel 1858 Balfour Stewart aveva enunciato che *l'assorbi-*

1) Nuovo Cimento, 1895, vol. 1, p. 183.

2) Ann. d. Phys., 1895, vol. 56, p. 495.

3) Phil. Mag. 1900, vol. 23, p. 560.

mento di una lamina è uguale alla sua radiazione per ogni quantità e qualità di calore.

Questa legge o passò inosservata o non fu compresa; ad ogni modo è meno completa di quella del Kirchhoff, enunciata nel 1860, nella quale è introdotto il concetto di corpo nero; in questa legge è detto che a parità di temperatura il rapporto tra il potere emissivo e il potere assorbente, per tutti i corpi, e per tutte le lunghezze d'onda, è uguale al potere emissivo del corpo assolutamente nero alla stessa temperatura.

Questo corpo assolutamente nero, ossia perfettamente assorbente per tutti i raggi, non esiste probabilmente in natura ma si può ottenere con artifici.

Così una cavità che abbia le pareti dotate di assorbimento finito per qualsiasi raggio e tenute a temperatura uniforme, nell'interno è assolutamente nera; infatti immaginando una piccolissima apertura praticata in un punto delle pareti, è chiaro che un raggio che vi penetri resta completamente assorbito nelle molteplici riflessioni; inversamente attraverso alla piccola apertura uscirà, emessa dalla cavità, la radiazione del corpo assolutamente nero. E se nell'interno vi sono corpi aventi tutti la temperatura delle pareti, anche essi emetteranno come se fossero perfettamente neri.

In modo analogo si comporta una cavità a pareti internamente speculari, nella quale esista una porzione di materia avente un certo potere assorbente per raggi di ogni lunghezza d'onda.

Per conseguenza qualunque sia la natura dei corpi, se questi sono richiusi in cavità a pareti assorbenti e la temperatura è uniforme, o se sono rinchiusi in ambienti a pareti speculari, essi emettono sempre ugualmente come se fossero perfettamente neri.

4) *Critica delle esperienze sulla legge di Draper.* — Nelle esperienze di Draper, Wedgwood, Becquerel, John, si portano all'incandescenza corpi diversi scaldando il recipiente a pareti assorbenti che li contiene ed esaminandoli per un'apertura,

Anche se in esse non è detto che si avessero riguardi speciali perchè la temperatura delle pareti fosse uniforme, è certo che riproducono con approssimazione grande le condizioni dei corpi neri a pareti assorbenti. Per conseguenza in questi recipienti si stabilisce la radiazione del corpo nero, qualunque sia il potere emissivo delle pareti e dei corpi, i quali emettono tutti ugualmente e diventano visibili insieme.

Dunque da queste esperienze non può risultare la legge di Draper.

Le esperienze del Gray, che confermano la legge, presentano di caratteristico una doccia di lamina di ottone, piegata due volte ad angolo retto, che protegge la lastrina di platino e quindi riproducono almeno approssimativamente un corpo nero a pareti riflettenti, ciò che può eliminare ogni efficace azione dei poteri emissivi; d'altra parte in esse si nota una tale latitudine nei risultati, da restare alquanto dubbiosi sull'uguaglianza delle due temperature di visibilità.

Le esperienze del Bottomley, sono contrarie alla legge di Draper, ma il fatto che il platino brunito diventi visibile prima di quello annerito e che a parità di temperatura la sua luce superi quella dell'altro, fa pensare a qualche causa d'errore.

E infatti la temperatura della lamina, misurata mediante la resistenza elettrica, è veramente uguale alla temperatura della superficie emittente?

È certo che quando si tratta di superficie metalliche la differenza deve essere piccolissima ¹⁾, ma quando questa superficie è costituita da uno strato di nero fumo che conduce male calore ed elettricità la differenza può diventare notevolissima, e quindi tale da annullare l'effetto del maggior potere emissivo.

Quest'osservazione vale anche per le esperienze del Gray e in parte anche per quelle del Pettinelli.

Nelle esperienze del Weber e dell'Emden i corpi irradiano liberamente ²⁾ e qui veramente sarebbe dimostrata la

1) F. Kurlbaum, Ann. d. Phys. Vol. 2, 1900, p. 546.

2) Cfr. pag. 342.

legge di Draper qualora i corpi diventassero visibili alla stessa temperatura, ma si verifica tutto il contrario, e non si trova nessuna ragione per attribuire questa contraddizione ad una causa di errore.

Per conseguenza esse contraddicono nettamente alla legge, mentre le esperienze che la confermano sono in massima inconcludenti.

Scartiamo adunque la legge di Draper.

Con ciò la teoria del Kirchhoff non viene per nulla intaccata.

Infatti il Kirchhoff, indicando con I l'intensità della radiazione emessa secondo la normale dall'unità di superficie del corpo nero, e quindi con αI l'intensità emessa nello stesso modo da un corpo avente il potere assorbente α , dice: Se si scalda gradatamente un corpo esso emette raggi la cui lunghezza d'onda supera quella dei raggi visibili fino a che la temperatura non abbia raggiunto un certo limite; giunto a questo limite incominciano a mostrarsi i raggi del rosso estremo, e aumentando la temperatura vengono emessi raggi di lunghezza d'onda sempre minore, mentre gli altri crescono d'intensità.

La funzione I fino ad una certa temperatura è nulla per una data lunghezza d'onda e , per le temperature superiori cresce con queste. Ne segue che tutti i corpi incominciano ad emettere raggi di una stessa lunghezza d'onda alla stessa temperatura, così incominciano ad essere rossi tutti a uno stesso punto ecc. L'intensità dei raggi emessi dai diversi corpi è però proporzionale ai loro poteri assorbenti per detti raggi.

Ora è evidente che il nostro occhio non ci indica la presenza di un dato raggio appena questo viene emesso, ma allorché ha raggiunto una certa intensità. E infatti, come ha scoperto il Weber, la prima sensazione luminosa che si osserva in un corpo gradatamente scaldato, non è prodotta dai raggi rossi, ma dai giallo-verdastri per i quali l'occhio ha una sensibilità maggiore ¹⁾ e tuttavia i raggi rossi posseggono già più energia.

1) Langley. Phil. Mag. 1889, vol. 27, p. 1. — H. Ebert. Ann. d. Phys. 1888, vol. 33, p. 136.

Quindi le esperienze nelle quali non si verifica la legge di Draper non contradicono all'ipotesi di Kirchhoff, perchè si può sempre supporre che i vari corpi incomincino contemporaneamente ad emettere raggi di una stessa natura, ma in causa delle differenze dei poteri emissivi li emettano con l'intensità necessaria per la visione a temperature differenti.

Del resto la teoria del Kirchhoff non sta nell'ipotesi sulla funzione I , bensì essenzialmente nella legge di Kirchhoff e per conseguenza si potrebbe ancora supporre che :

1° I vari corpi incomincino ad emettere una data specie di raggi a temperature differenti, ossia ognuno di essi possenga per ogni temperatura uno spettro suo proprio di determinata estensione.

2° I vari corpi emettano tutti i raggi a qualunque temperatura, in ragione dei poteri assorbenti, ossia il loro spettro si estenda sempre da $\lambda = 0$ a $\lambda = \infty$, di modo che la funzione I non sia mai nulla se non per $\Theta = 0$, $\lambda = 0$, $\lambda = \infty$, e vari con continuità per tutto il campo delle Θ e delle λ .

Ad ogni modo da nessuna di queste ipotesi deriva la legge di Draper, ma bensì che una determinata intensità di una radiazione viene ottenuta a temperatura tanto minore quanto maggiore è il potere assorbente.

E poichè questa relazione non risulta dall'insieme delle esperienze descritte, mi sono proposto di dimostrarla sperimentalmente.

II.

Parte sperimentale.

1). *Generalità.* — Dopo quanto precede è quasi certo che la legge di Draper non esiste, per quanto ci siano delle contraddizioni tra alcune esperienze. Tuttavia, perchè la dimostrazione sperimentale abbia valore assoluto, è necessario che ponga in evidenza la relazione che deve esistere tra le temperature di luminosità e i poteri emissivi dei corpi.

Poichè la legge in esame si riferisce alle sole radiazioni di temperatura, ho escluso a priori dall'esame quei metalli

che riscaldati si ossidano, perchè in questi durante l'ossidazione la radiazione potrebbe essere eccitata dalla reazione chimica, oltre che dalla temperatura, e perciò evitandoli si ottiene il vantaggio che i poteri emissivi, almeno dopo le prime esperienze, non varino più se non con la temperatura e colla lunghezza d'onda.

Ho seguito due metodi differenti.

Nel primo osservavo le differenze di luminosità tra due superficie emittenti, scaldate alla stessa temperatura, e quale delle due diventasse visibile per prima, senza misurarne le temperature, nell'altro misuravo le temperature di visibilità dei vari corpi e poscia ne esaminavo le variazioni facendo crescere i poteri assorbenti col metodo che descriverò.

Tutte le esperienze furono eseguite in una stanza dell'Istituto fisico della R. Università di Torino, nella quale potevo ottenere buio perfetto.

2). *Primo metodo.* — Una striscia di argento puro e laminato, avente le dimensioni di mm. $150 \times 3 \times 0,02$ circa, è tesa tra due elettrodi di grosso filo di rame, in un largo tubo di vetro vuotato mediante una tromba di Geryk. Gli elettrodi di rame passano entro ai tubetti A e B di vetro, e l'intervallo tra il filo e la parete è riempito con ceralacca (fig. 1).

Sopra una faccia della laminetta di argento, lungo la mediana, sono segnati sei rettangoli delle dimensioni di millimetri 1×3 . Di essi *aa* sono di inchiostro nero, *bb* di nero fumo deposto direttamente dalla fiamma di una candela, ed hanno spessore già discernibile ad occhio nudo, *cc* sono di ossido di ferro, ottenuto bagnando leggermente la lamina con soluzione diluita di solfato ferroso, poi facendo evaporare l'acqua lentamente, indi portando la laminetta al calor rosso. Sono di color rosso cupo ed aderiscono molto fortemente. Il loro spessore è trascurabile.

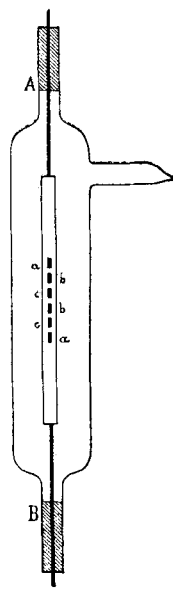


Fig. 1.

Mi chiudevo all' oscuro e dopo circa un quarto d' ora incominciavo l' esperienza che consisteva nello scaldare la lamina mediante la corrente elettrica e nell' osservare.

Facevo crescere poco per volta la corrente della laminetta finchè l' occhio avvertisse una lieve luminosità.

Così potei verificare il contegno della luce grigia già descritto dal Weber, che dipende dalla distribuzione dei coni e dei bastoncini sulla retina, secondo le idee di J. v. Kries, e oltre a ciò vidi che comparivano prima i due rettangoletti d' inchiostro, poscia i due di nero fumo, in seguito quelli di ossido di ferro, e finalmente la lamina.

Seguitando ad aumentare la corrente, aumentava la luce emessa da tutti i punti, ma meno rapidamente pel nero fumo che per le altre parti, tanto che al rosso vivo uno dei rettangoli di nero fumo non era più brillante della lamina. Questo rettangolo aveva uno spessore maggiore dell' altro. Ciò dimostra che il nero fumo, in quelle condizioni, assumeva una temperatura di tanto inferiore a quella dell' argento, da compensare l' effetto del maggior potere emissivo, e sta a conferma dell' obbiezione fatta alle esperienze del Bottomley, del Gray ecc. (pag. 318).

Presi un' altra laminetta di argento e circa delle stesse dimensioni della precedente; sopra una faccia segnai, col solfato ferroso, quattro rettangoletti nel modo indicato dalla figura 2, A A stretti, B B larghi e ripetei l' esperienza.

Anche qui vedevo luminosi prima i quattro rettangoli, poscia tutta la lamina sulla quale essi spiccavano più brillanti.

Quando la lamina era tutta luminosa ne esaminavo anche l' altra faccia; essa appariva nettamente più scura che altrove in corrispondenza dei punti B, e ciò perchè in B l' emissione è maggiore e quindi minore la temperatura, cosicchè: in B l' ossido di ferro ha una temperatura inferiore a quella del resto della lamina, eppure diventa visibile prima.

Per queste esperienze scelsi l' argento perchè è il metallo più conveniente, sia per la sua ottima conducibilità termica, sia per il suo piccolo potere emissivo.



Fig. 2.

Per le esperienze descritte è forse possibile ottenere condizioni anche migliori, sostituendo al tubo di vetro un recipiente a pareti assorbenti, perchè il vetro per riflessione rimanda alla laminetta una certa quantità dei raggi che ne riceve e per ciò ne aumenta apparentemente il potere emissivo, diminuendo il contrasto colle parti più emittenti.

Ma anche così queste esperienze indicano che corpi aventi poteri emissivi diversi diventano luminosi a temperature diverse; più presto se il potere emissivo è maggiore.

Sia queste esperienze che le altre da me fatte, sono molto faticose per l'occhio, trattandosi di osservare superficie emittenti ristrette e intensità luminose molto piccole.

3). *Secondo metodo.* — a) Le esperienze definitive furono fatte secondo il principio seguente.

Suppongo di scaldare una lamina metallica mediante la corrente elettrica, in una sfera cava di rame annerita internamente, e tenuta alla temperatura assoluta di zero gradi.

Finchè la sfera di rame è allo zero assoluto, la lamina irradia l'energia liberamente, come farebbe nello spazio libero, perchè la sfera assorbe energia e non ne trasmette.

Siano e ed a i poteri emissivo ed assorbente della lamina in queste condizioni.

Se scaldo la sfera alla temperatura della lamina, questa diventerà parte di un corpo nero del quale avrà per conseguenza il potere emissivo (E) e il potere assorbente (1).

Quando la sfera ha una temperatura intermedia tra le due ora considerate, la sua radiazione cade sulla lamina, questa ne assorbe una parte, l'altra riflette; la quantità riflessa si sovrappone alla radiazione diretta della lamina che per conseguenza si comporta come se emettesse più energia che se la sfera non ci fosse, meno però del corpo nero; il suo potere emissivo sarà compreso tra e ed E , il potere assorbente tra a ed 1 .

C'è dunque il modo di variare il potere emissivo ad arbitrio, con continuità ed in modo perfettamente determinabile.

Nel caso mio, trattandosi di osservare l'emissione di raggi luminosi i quali, se pure vi si trovano, devono essere straor-

dinariamente deboli nella radiazione dei corpi tenuti alla temperatura ordinaria, basta misurare la temperatura minima di luminosità per i vari metalli, quando irradiano nella sfera tenuta alla temperatura dell'ambiente, poscia scaldare questa sfera in modo che tutti i suoi punti abbiano la stessa temperatura e ripetere la misura; siccome i poteri emissivi delle lamine sono aumentati accostandosi a quello del corpo nero, le temperature minime di visibilità devono essersi abbassate, e la diminuzione dev'essere più sensibile pei corpi aventi i minori poteri emissivi.

Si noti che se fossero vere la legge del Draper, e l'ipotesi del Kirchhoff che ho discusso prima, questo ragionamento non avrebbe valore e le temperature minime di visibilità dovrebbero rimanere inalterate.

b) Calcolo dei poteri emissivi. — Si possono determinare tanto i poteri emissivi totali, quanto quelli spettanti ad una data lunghezza d'onda, delle lamine nelle condizioni sopradette.

Comincio coi poteri emissivi totali.

Se corpo e sfera hanno la stessa temperatura Θ , fra essi si stabilisce la radiazione normale la cui intensità, per la legge di Stefan è

$$Q = C \Theta^4$$

essendo C una costante.

Se la temperatura del corpo aumenta a Θ_1 , esso invierà alla sfera più calore di quanto ne riceva, e precisamente, se fosse nero invierebbe in più la quantità

$$C (\Theta_1^4 - \Theta^4)$$

ma se ha il potere emissivo a , e la sfera è bene annerita, invierà in più la quantità

$$\Delta Q = a C (\Theta_1^4 - \Theta^4).$$

In tutto dunque il corpo emetterà

$$Q + \Delta Q = C \Theta^4 + a C (\Theta_1^4 - \Theta^4)$$

mentre se fosse nero emetterebbe

$$Q_1 = C \Theta_1^4.$$

Il potere assorbente sarà dunque diventato

$$(1) \quad A = \frac{Q + \Delta Q}{Q_1} = \frac{\Theta^4 + a(\Theta_1^4 - \Theta^4)}{\Theta_1^4} = a + (1 - a) \frac{\Theta^4}{\Theta_1^4}$$

e il potere emissivo sarà

$$(2) \quad E = \left(a + (1 - a) \frac{\Theta^4}{\Theta_1^4} \right) E.$$

Per determinare i poteri emissivi parziali bisogna applicare la legge della ripartizione dell'energia nello spettro.

Le esperienze di Paschen e Wanner hanno dimostrato che la formula del Wien è applicabile per tutte le temperature raggiunte nella regione visibile dello spettro, perciò mi servo di essa.

Finchè corpo e sfera hanno la stessa temperatura l'emissione dell'onda di lunghezza λ sarà data da

$$E_{\lambda\Theta} = K e^{-\frac{B}{\Theta}}$$

dove K e B sono costanti per ogni data onda, e è la base dei logaritmi naturali.

Se la temperatura di entrambi salisse a Θ_1 si avrebbe

$$E_{\lambda\Theta_1} = K e^{-\frac{B}{\Theta_1}}$$

ma se l'aumento si fa solo per il corpo il cui potere assorbente è α_λ , l'incremento della radiazione λ non sarà più

$$K \left(e^{-\frac{B}{\Theta_1}} - e^{-\frac{B}{\Theta}} \right)$$

ma

$$\alpha_\lambda K \left(e^{-\frac{B}{\Theta_1}} - e^{-\frac{B}{\Theta}} \right)$$

e quindi il corpo irradierà con la lunghezza d'onda λ l'energia

$$K \left[e^{-\frac{B}{\Theta}} + a_{\lambda} \left(e^{-\frac{B}{\Theta_1}} - e^{-\frac{B}{\Theta}} \right) \right]$$

Il nuovo potere assorbente sarà dunque

$$A_{\lambda} = \frac{K \left[e^{-\frac{B}{\Theta}} + a_{\lambda} \left(e^{-\frac{B}{\Theta_1}} - e^{-\frac{B}{\Theta}} \right) \right]}{K e^{-\frac{B}{\Theta_1}}}$$

ossia

$$(3) \quad A_{\lambda} = a_{\lambda} + (1 - a_{\lambda}) e^{\frac{B}{\Theta_1} - \frac{B}{\Theta}}$$

e il potere emissivo

$$(4) \quad E_{\lambda} = \left[a_{\lambda} + (1 - a_{\lambda}) e^{\frac{B}{\Theta_1} - \frac{B}{\Theta}} \right] E_{\lambda}.$$

c) Apparecchi e disposizione delle esperienze. — Per la ragione detta poco prima ho lasciato da parte i metalli che si ossidano; per altre ragioni di indole essenzialmente pratica ho dovuto limitare l'esame a lamine di argento, oro e platino ottenute collo stesso laminatoio, e di platino annerito mediante una leggera platinatura.

I tre metalli erano puri.

Da ognuna delle lamine tagliai delle lastrine aventi la forma della figura 3.

Lo spessore alquanto diverso da una lastrina all'altra era di circa mm. 0,02, la larghezza mm. 2,5 circa, la lunghezza cm. 12 pel platino, 16 per gli altri metalli: le due appendici EC, FD erano di larghezza inferiore al mezzo millimetro.

Le quattro estremità A, B, C, D erano saldate mediante argento a quattro fili di rame dei quali i due saldati in A e B servivano per mandare la corrente elettrica nella lamina, e gli altri due per mandarne una derivazione in un galvanometro. I quattro fili di rame, paralleli, passavano attraverso a un grosso tappo di sughero dal quale erano isolati mediante tubetti di vetro, e con due ripiegature ad angolo retto anda-

vano a pescare in quattro pozzetti di mercurio i quali servivano per inserire la lamina nei circuiti della corrente riscaldatrice e del galvanometro. L'insieme è rappresentato dalla fig. 4.



Fig. 3.

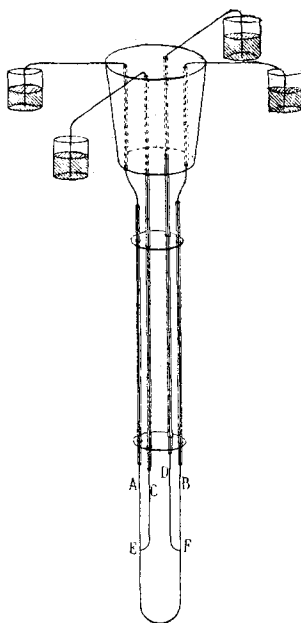


Fig. 4

Il recipiente nel quale introducevo le lamine per variarne a piacere il potere emissivo, consisteva in una sfera a grosse pareti di rame annerite internamente, posta nel centro all'incirca di un cilindro pure di rame. Il diametro della sfera era di circa cm. 9, quello del cilindro cm. 16 su 20 di altezza. Due tubi di rame A e B (figure 5 e 6) saldati alla sfera e al cilindro li tenevano rigidamente uniti, e permettevano l'introduzione della lamina per A e la sua osservazione per B; i loro diametri erano rispettivamente mm. 16 e mm. 11. Altri due tubi servivano: C per l'introduzione di un termometro T, il cui bulbo giungeva vicinissimo alla sfera, all'altezza di B; D per riempire o vuotare il cilindro e per aggiungere un re-

frigerante a circolazione di acqua, oppure semplicemente a ricaduta.

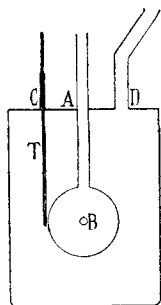


Fig. 5.

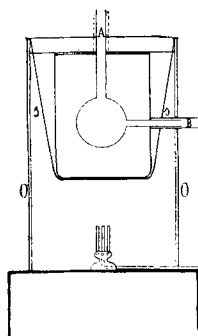


Fig. 6.

Tutte le saldature erano fatte ad argento, e le connessioni di C e D col termometro e col refrigerante erano fatte con amianto e luto.

Nello spazio compreso fra sfera e cilindro introducevo la sostanza che doveva servire per mantenere a temperatura uniforme le pareti della sfera, cioè acqua per le temperature dell'ambiente e di 100°; paraffina per le temperature superiori.

Queste mi erano indicate dal termometro T, un Baudin graduato fino a 400° del quale avevo esaminato lo zero e il 100, perchè me ne servivo per determinare la variazione della resistenza elettrica delle lamine col crescere della temperatura.

Il cilindro di rame sorretto da due staffe *s s* di ferro, era entro a un altro cilindro, più grande, di terra cotta *O O*, dal cui orlo superiore pendevano le staffe e che poggiava sopra una robusta base di mattoni (fig. 6).

Un foro laterale permetteva il passaggio del tubo B d'osservazione avvolto in un manicotto di amianto; un altro permetteva l'accensione di un bruciatore di Bunsen a sei becchi posto sotto al cilindro di rame. Due dischi di amianto chiudevano superiormente il cilindro di terra cotta.

La disposizione che mi permetteva di scaldare la lamina e di misurarne la temperatura è la seguente (fig. 7).

La corrente elettrica proveniente da una batteria di pile Bunsen o di accumulatori Tudor, giungeva anzitutto al com-

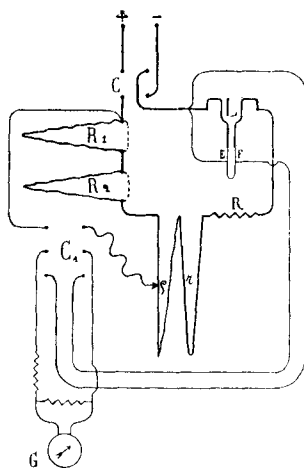


Fig. 7.

mutatore a mercurio C, in seguito percorreva la lamina L da esaminare, un reostata R, un reocordo r di filo di packfong del diametro di 3 mm., che servivano per regolarla; indi un reocordo p fatto con nastro di nichelina, lungo m. 1,20 largo cm. 1 grosso mm. 0,5, e finalmente due resistenze aggiuntive R_1 , R_2 fatte con nastro di nichelina lunghe circa m. 1,20, grosse mm. 0,5 e larghe una cm. 1, l'altra cm. 2; queste potevano venir inserite nel circuito o escluse mediante ponti di grosso filo di rame amalgamato, da immergersi in pozzetti di mercurio, ove pescavano pure i loro estremi costituiti da grossi fili di rame.

Dall' ultimo di questi pozzetti partiva un filo diretto al commutatore C, al quale si univa pure un altro punto della resistenza di nichelina preso sul reocordo con un contatto mobile; ad esso giungevano ancora i due fili del galvanometro G e due fili uniti agli elettrodi E, F della lamina.

Il commutatore C, serviva dunque per sostituire la derivazione presa sulla lamina con quella presa su un dato tratto del nastro di nichelina; era del solito tipo ad altalena, coi quattro pozzetti estremi scavati nella paraffina, e per garantire il con-

tatto della parte centrale oscillante tra due perni, sorretti da colonnine di ebanite, coi perni stessi, avevo saldata ad essa e ai perni due fili flessibili di rame.

Con questa disposizione potevo determinare celeremente e con precisione grande la resistenza della laminetta, deducendola dalla resistenza della nichelina che dà al galvanometro la stessa deviazione.

Per galvanometro ho adoprato un Despretz-D'Arsonval ordinario, a grande resistenza e shunt al quale avevo cambiato la sospensione per renderlo più sensibile ed io ne osservavo con un cannocchiale le deviazioni su una scala posta a circa due metri da esso, in modo che potevo fare senza spostarmi l'osservazione della lamina e l'osservazione al cannocchiale. Nel suo circuito ponevo una resistenza di parecchie migliaia di ohm, ciò che rendeva più precise le misure, perchè eliminava l'inconveniente della variazione di resistenza nel contatto mobile, e delle differenze tra i circuiti che univano il commutatore C_1 alla nichelina o alla lamina.

d) Modo di eseguire le esperienze. — Nelle esperienze procedevo nel modo seguente. Dopo tre quarti d'ora ¹⁾ di permanenza al buio perfetto, chiudevo il circuito della corrente, poi facevo crescere questa gradatamente, tenendo l'occhio applicato contro il manicotto di amianto avvolgente il tubo d'osservazione B, finchè appariva la luce grigia; allora regolavo la corrente col reocordo di packfong r fino a quando la luce assumeva quel carattere d'instabilità suo particolare per cui *basta fissarla perchè scomparisca*, mentre compare all'occhio che non fissi direttamente la lamina, e basta una piccola diminuzione di temperatura perchè scomparisca del tutto; in questo momento invertivo la corrente mediante il commutatore C.

Verificato se il carattere permaneva, illuminavo la scala, leggevo la deviazione al galvanometro dovuta alla corrente derivata dalla lamina *fin da quando ne facevo l'osservazione*,

1) Il tempo era dato da un pendolo che batte i quarti d'ora.

poscia invertivo il commutatore C_1 , cioè mandavo nel galvanometro la derivazione presa dalla nichelina, e spostavo il contatto mobile fino ad ottenere la stessa deviazione; leggevo la posizione del contatto; invertivo allora la corrente mediante C e ripetevo le osservazioni al galvanometro tanto per la lamina quanto per la nichelina.

Ciò fatto leggevo la temperatura al termometro T .

L'inversione della corrente era resa necessaria da piccole correnti termoelettriche che si generavano nelle varie saldature delle lamine e nei vari contatti, specialmente quando scaldavo il bagno; non ho tenuto conto delle esperienze eseguite prima di avvedermi di questo inconveniente, e per quanto l'avessi poi effettivamente eliminato, nelle esperienze successive ho voluto garentirmi mediante l'inversione.

e) Resistenze di nichelina. — La temperatura della lamina essendo data dalla sua resistenza elettrica, e questa dalla lunghezza del nastro di nichelina che produceva la stessa deviazione al galvanometro, dovetti studiare:

1° la resistenza del nastro di nichelina,

2° la variazione della resistenza delle laminette col crescere della temperatura.

La resistenza di nichelina consisteva nei due nastri R_1 , R_2 e nel reocordo ρ ; la misurai con molta cura.

La scelta della nichelina è dovuta al suo piccolo coefficiente di temperatura.

In seguito ho graduato il reocordo determinando successivamente le due parti che lo costituiscono e le cui resistenze hanno un dato rapporto: 1, 2, 3, ecc. e dai risultati ho dedotto una tabella che mi dava la resistenza in ohm della parte del reocordo inserita nella derivazione, dalla lettura della posizione del contatto mobile ¹⁾.

Per conoscere la resistenza della laminetta bastava conoscere su quali delle resistenze di nichelina e su quanti centimetri di reocordo era presa quella derivazione che dava nel

1) Questa posizione si leggeva su scala metallica lunga cm. 120, divisa in mm con nonio, coll' approssimazione di mm. 0,1.

galvanometro una corrente uguale a quella derivata dalla laminetta, e veniva data dal quadro seguente.

Resistenze di nichelina inserite	Resistenze della lamina
$R_1 + R_2 + n$ cm. recordo	ohm 0,1599 + n cm. recordo
$R_1 + n$ »	» 0,1069 + n »
$R_2 + n$ »	» 0,0559 + n »
n »	» 0,0028 + n »

La resistenza di ohm 0,0028 dell'ultima linea era dovuta ai fili di rame che servivano ad escludere R_1 ed R_2 e che univano R_2 a R_1 , R_1 a ρ .

f) Variazione delle resistenze delle lamine colla temperatura. — Applicando i dati del Mathiessen per la variazione di resistenza dell'oro, ai risultati delle prime esperienze, ottenevo per questo una temperatura minima di visibilità di circa 300°; attribuendo al platino il coefficiente di temperatura 0,0025 mi risultava una temperatura di circa 600°. Dovetti quindi studiare le variazioni di resistenza delle lamine adoperate.

Mi servii dello stesso apparecchio e della stessa disposizione che ho descritto e misurai le resistenze delle lamine alle temperature dell'ambiente, dell'acqua bollente e a temperature superiori ottenute colla paraffina.

Durante queste misure la lamina era nella sfera e i due tubi erano ben chiusi con amianto; naturalmente prima di eseguire ogni misura mantenevo lungamente la temperatura al valore voluto.

Così trovai come medie di parecchie misure concordanti i risultati seguenti, coi quali ho costruito le curve 1, 2, 3, 4 della figura 8.

Per il platino

a 14°,7	$r = 0,1013$ ohm
100°	0,1314
305°,7	0,2013
361°	0,2191

dai primi tre valori si ottiene

$$r_t = r_{1437} (1 + 0,003\,52\,t - 0,000\,000\,447\,t^2)$$

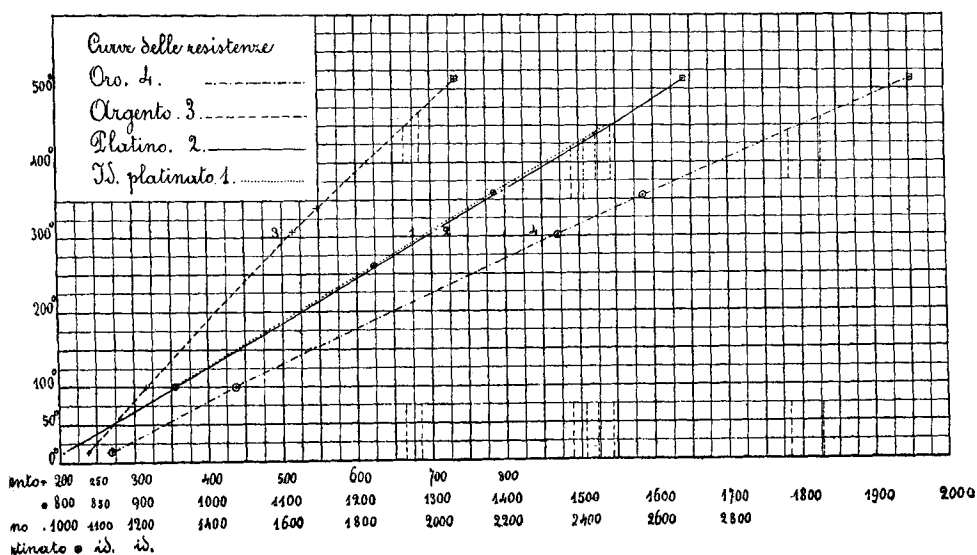


Fig. 8.

dai primi due col quarto

$$r_t = r_{1437} (1 + 0,003\,52\,t - 0,000\,000\,461\,t^2)$$

cosicchè in media si ha

$$(5) \quad r_t = r_{1437} (1 + 0,003\,52\,t - 0,000\,000\,454\,t^2).$$

Per l'argento

a 14°,7	$r = 0,0239$
100°	$r = 0,0316$
302°	0,0514
341°	0,0548

da cui si deduce

$$(6) \quad r_t = r_{1437} (1 + 0,003\,71\,t + 0,000\,000\,866\,t^2).$$

E finalmente per l'oro

a 14°,7	$r = 0,0871$
100°	0,1036
301°,5	0,1472
359°	0,1587

da cui risulta

$$(7) \quad r_t = r_{14,7} (1 + 0,00233 t + 0,000000415 t^2).$$

Delle formule così trovate mi sono servito per estendere le curve in modo da poterne dedurre comodamente le temperature di visibilità note le resistenze.

Pel platino platinato, essendo la platinatura leggerissima, da lasciar scorgere ancora un po' di lucentezza metallica, la resistenza è uguale a quella che aveva prima della platinatura, salvo che per le temperature elevate, alle quali è un po' minore, ma assai poco, tanto da essere poco sensibile la differenza, tra le temperature dedotte dalle due curve di resistenza del platino laminato e del platino annerito.

I coefficienti ottenuti per l'oro e per il platino sono differenti da quelli che si trovano comunemente citati; ciò può dipendere dal fatto che i metalli da me adoperati erano forse solo commercialmente puri, per quanto il loro splendore non variasse menomamente in seguito alle numerose esperienze.

g) Esperienze e risultati. — La sensibilità della disposizione è certo superiore alle variazioni della sensibilità dell'occhio. Infatti essa permette di misurare la temperatura delle lastrine coll'approssimazione di un grado, mentre le variazioni di sensibilità dell'occhio anche con la preparazione detta sono notevolmente superiori.

Prima di assoggettare ogni lamina alle misure, verificai se diventava uniformemente luminosa al passaggio della corrente, e vidi che effettivamente era così per tutta la parte compresa tra i due elettrodi E ed F i quali erano abbastanza lontani da A e B da non risentirne l'effetto, e d'altra parte erano troppo sottili per avere essi stessi un'azione refrigerante notevole.

Con esse eseguii parecchie determinazioni delle temperature minime di visibilità mantenendo mediante acqua la temperatura della sfera a circa 16° ; due mantenendo la temperatura verso 100° , ma la variazione del potere emissivo per le onde luminose era troppo piccola perchè potessi avvertire una differenza nella temperatura di visibilità, così che non ne feci altre; su quella di argento feci pure un'esperienza con la sfera alla temperatura di 330° , pure senza risultato sicuro per la stessa ragione, e finalmente eseguii con tutte varie esperienze tenendo la sfera verso 385° mediante l'ebullizione della paraffina, e queste mi diedero risultato positivo.

In seguito, confermato ciò che prevedevo, che anche colla sfera a temperature notevolmente superiori a quella dell'ambiente, non verificavo azione sensibile sulla temperatura di luminosità, per evitare ogni variazione nelle altre condizioni seguii quest'ordine: facevo una misura tenendo la sfera nella paraffina solida, poi ne facevo un'altra facendo bollire la paraffina, poi cambiavo la posizione della lamina o ne mettevo un'altra e ripetevo le osservazioni.

Ed eccone i risultati:

ARGENTO. (Curva 3 della fig. 8).

Temp. sfera	Resistenza della lamina
$t = 14^{\circ}$	$r = 0,0683$
$t = 15^{\circ}$	$\quad 0,0678$
$t = 16^{\circ}$	$\quad 0,0687$
$t = 80^{\circ}$	$\quad 0,0686$
$t = 330^{\circ}$	$\quad 0,0686$

Da questi valori risulta che la lamina alla temperatura minima di visibilità nella sfera fredda ha la resistenza di

$$\text{ohm } 0,0685$$

cui corrisponde la temperatura

$$T = 469^{\circ}.$$

I valori estremi di T sono

$$T = 463 \qquad T = 474.$$

Le esperienze fatte colla paraffina bollente mi diedero

Temp. sfera	Resistenza lamina
$t = 391^{\circ}$	$r = 0,0668$
$t = 385^{\circ}$	$r = 0,0662$

Veramente questa seconda resistenza avrebbe dovuto essere maggiore della prima, ma la differenza è piccola e può essere attribuita forse, più che agli errori di misura, alla variazione di sensibilità dell'occhio.

Facendo la media si ha

$$t = 388^{\circ} \quad r = 0,0665$$

$$T = 449$$

e il valore minimo di T sarebbe 446° .

ORO. (Curva 4).

Temp. sfera	Resistenza lamina
$t = 20^{\circ}$	$r = 0,1806$
20°	$0,1850$
100°	$0,1828$

in media dunque

$$r = 0,1828$$

da cui

$$T = 460^{\circ}$$

e la minima sarebbe

$$T = 452^{\circ}.$$

Nella paraffina bollente

Temp. sfera	Resistenza lamina
$t = 379^{\circ}$	$r = 0,1800$

Cambiata la paraffina perchè resa impura dalle prolungate ebullizioni:

$t = 387^{\circ}$	$r = 0,1769$
$t = 383^{\circ}$	$r = 0,1786$

In media

$$t = 383 \qquad r = 0,1785$$

$$T = 443$$

e la minima sarebbe

$$T = 437.$$

PLATINO. (Curva 2).

Temp. sfera	Resistenza lamina
$t = 16^{\circ}$	$r = 0,2521$
16°	$0,2470$
20°	$0,2470$

Media

$$r = 0,2487$$

$$T = 449^{\circ}$$

e la minima sarebbe

$$T = 445^{\circ}.$$

Nella paraffina bollente

$t = 380^{\circ}$	$r = 0,2460$
$t = 379^{\circ}$	$0,2435$

Media

$$r = 0,2447$$

$$T = 438^{\circ}.$$

La temperatura minima sarebbe

$$T = 435^{\circ}.$$

PLATINO PLATINATO. (Curva 1).

Temp. sfera	Resistenza lamina
$t = 20^{\circ}$	$r = 0,2433$
20°	$0,2400$

Media

$$r = 0,2416$$

$$T = 432$$

Minima

$$T = 427$$

Nella paraffina bollente

Temp. sfera

Resistenza lamina

379°

$$r = 0,2377$$

378,5

$$0,2383$$

Media

$$r = 0,2380$$

$$T = 422.$$

Minima

$$T = 421.$$

Riunendo i risultati si ottiene la tabella seguente :

	Temp. sfera	Argento	Oro	Platino	Platino platinato
Medie delle temperature minime di visibilità	20° 385° circa	469 449	460 443	449 438	432 422
Differenze		20	17	11	10
Più piccole temperature minime di visibilità	20° 385° circa	463 446	452 437	445 435	427 421
Differenze		17	15	10	6

Questa tabella dimostra, oltre che l'influenza della temperatura delle pareti sulle temperature di visibilità, che in complesso le differenze delle temperature di visibilità decrescono col diminuire delle temperature stesse, secondo la previsione; se poi mediante essa si determina a quale temperatura la dif-

medie delle temperature minime e 405° tenendo conto delle altre.

Questa temperatura è quella alla quale dovrebbe diventare visibile *per me* il corpo perfettamente vero ¹⁾.

h) Poteri emissivi e assorbenti delle lamine. — Da questi risultati si può dedurre il valore dei poteri assorbenti ed emissivi delle lamine, relativamente al corpo nero.

Siano infatti Θ e Θ_1 le temperature di visibilità del corpo nero e del corpo avente il potere assorbente a_λ . Applicando la formula di distribuzione del Wien pel corpo nero

$$E_\lambda = C \lambda^{-5} e^{-\frac{c}{\lambda \Theta}}$$

sarà

$$C \lambda^{-5} e^{-\frac{c}{\lambda \Theta}} = a_\lambda C \lambda^{-5} e^{-\frac{c}{\lambda \Theta_1}}$$

essendo λ la lunghezza dell'onda che per prima viene percepita dall'occhio.

Da questa relazione si ottiene facilmente

$$(8) \quad \log_{10} a_\lambda = -0,434 \, c \, \frac{\Theta_1 - \Theta}{\lambda \Theta_1 \Theta}.$$

Mediante questa formula si possono calcolare i poteri assorbenti essendo noti Θ e Θ_1 , cioè tanto se la sfera è fredda come se è calda.

Ma noto il potere assorbente allorchè la sfera è fredda posso calcolare il valore che assume scaldando la sfera, mediante la formula (3) dalla quale, ricordando che $B = \frac{c}{\lambda}$, ricavò

$$(9) \quad \log_{10} (A_\lambda - a_\lambda) = \log_{10} (1 - a_\lambda) - \frac{c}{\lambda} \frac{\Theta_1 - \Theta_2}{\Theta_1 \Theta_2} \cdot 0,434$$

dove Θ_2 indica la temperatura della sfera.

1) Il Lummer, nella nota citata avanti, dice di esser riuscito a veder luminosi corpi aventi radiazione di temperatura a soli 360°. Le condizioni in cui facevo io le osservazioni erano ottime, perchè il fondo della sfera che io guardavo costituisce un corpo quasi perfettamente nero. Eppure a 391° non osservai la minima traccia di luce e dalle mie esperienze risulta come più probabile una temperatura tra 400 e 405° per la visibilità del corpo nero. Dipenderà forse da incertezze nell'osservazione?

Eseguendo i calcoli nell'ipotesi che Θ sia 405° ottengo per $\lambda = 0,6 \mu$.

	Dalla (8)			Dalla (9)	In media
	A	a	A—a	A—a	$\frac{A-a}{a}$
Argento	0,13	0,06	0,07	0,04	0,9
Oro	0,20	0,10	0,10	0,06	0,8
Platino	0,20	0,13	0,07	0,07	0,6
Platino platin.	0,43	0,33	0,10	0,10	0,3

I poteri assorbenti dei tre metalli dati dalla seconda colonna concordano con quelli comunemente citati.

La 5ª colonna conferma che la variazione è effettivamente più sentita dai corpi aventi i poteri emissivi minori.

i) Confronto dei poteri emissivi. — Per avere una conferma diretta che i corpi sperimentati hanno poteri assorbenti ordinati come le rispettive temperature di visibilità, feci saldare sopra un disco di argento avente il diametro di mm. 16, e lo spessore di mm. 1,2 tre settori uguali, di argento, di oro, di platino coi metalli stessi che mi avevano servito per fare le laminette.

Scaldando la faccia posteriore del disco, coi prodotti della combustione di un becco Bunsen, osservai che il platino si mantiene il più luminoso dei tre, segue l'oro e poi l'argento.

Avendo poi fatto fare un altro disco uguale allo scopo di misurare i rapporti tra i poteri emissivi dei tre metalli, l'operaio sostituì il platino da me adoprato con dell'altro e quindi dovetti accontentarmi di paragonare i poteri emissivi dell'oro e dell'argento.

Le misure furono fatte con uno spettrofotometro del Vierordt. A un centimetro dalla fenditura ponevo il disco in modo che la linea di separazione tra oro ed argento fosse sul prolungamento dell'asse del collimatore, e perpendicolare alla fenditura.

Il disco D (fig. 9) era fissato entro ad uno più largo E dietro al quale il tubo T adduceva i prodotti della combustione.

In questa disposizione c'è l'inconveniente che una parte della luce emessa da un settore si sovrappone sulla fenditura

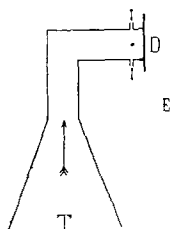


Fig. 9.

alla luce emessa dall'altra, ma, non potendo elevare molto la temperatura, per non allontanarmi troppo dalle condizioni delle altre esperienze, dovevo esaminare quantità piccolissime di luce, così che non ho creduto conveniente ricorrere ad artifici noti.

Le misure mi diedero per rapporto tra il potere emissivo dell'argento e quello dell'oro nel giallo verdastro

$$0,67$$

e poichè questo valore, data la natura e lo scopo della ricerca, concorda abbastanza bene con quello che si deduce dalla 2^a colonna della tabella, me ne sono accontentato.

k) Osservazioni. — Se paragono le temperature di visibilità da me ottenute con quelle trovate dall'Emden, noto che mentre io osservo che diventano luminosi

il platino	a	447°	o	449
l'oro	a	452	o	460
l'argento	a	463	o	469

l'Emden osserva invece

il platino	a	408°
l'oro	a	423
l'argento	a	415

vale a dire a temperature notevolmente inferiori e non disposte nello stesso ordine.

La prima divergenza si potrebbe attribuire a una diversa sensibilità dell'occhio, e infatti il Gray cita delle differenze tra un individuo e l'altro di oltre 30° e il Bottomley trova che il platino diventa luminoso a 435° ; può ancora dipendere dal fatto che io adopro lamine più strette di quelle adoperate dall'Emden; ma si può pure in parte attribuire ad una causa forse più importante di queste.

Infatti nelle misure dell'Emden come in quelle precedenti del Weber, i metalli osservati costituiscono il fondo di un imbuto di rame rovesciato, al disotto del quale un altro imbuto trasporta i prodotti della combustione per riscaldare la lamina.

Allorquando la lamina è alla temperatura di visibilità, le pareti dell'imbuto di rame, della quale essa è il fondo, saranno calde e la loro temperatura andrà crescendo gradatamente dal collo alla base, e in vicinanza della lamina sarà di poco minore alla temperatura di questa. Queste pareti irradieranno e nell'interno la loro radiazione si sommerà a quella della lamina che per conseguenza non irradierà più liberamente, ma come parte di un corpo approssimativamente nero, e perciò la sua temperatura di visibilità si abbasserà.

In quanto al fatto che l'Emden osservi luminoso prima l'argento e poi l'oro, può provenire da una differenza tra le superficie emittenti.

Per conto mio osservo che le lamine erano state successivamente laminate allo stesso laminatoio, che il mio risultato concorda con quello di O. Wiedeburg il quale confrontando l'emissione a 100° di 18 metalli trovò che i loro poteri emissivi si possono ordinare secondo la stessa serie delle resistenze elettriche e termiche, fatta eccezione pel nichelio, e che inoltre l'esperienza fatta col disco a settori dimostra che quest'ordine viene ancora mantenendo a temperature notevolmente superiori a quelle di visibilità, almeno pei tre metalli esaminati.

Conclusioni.

Da quanto precede credo si possa dedurre che :

1° La legge del Draper, che era già stata enunciata dal Wedgwood oltre cinquanta anni prima, non sussiste.

2° I corpi aventi radiazione di temperatura diventano visibili a temperature tanto minori quanto maggiore è il loro potere emissivo.

3° Poichè il potere emissivo *apparente* di un corpo dipende dalla temperatura dei corpi che lo circondano, variando questa, varierà pure la sua temperatura di visibilità; ma poichè la variazione dei poteri emissivi per onde luminose è insensibile fino a 300°, si può anche dire che le temperature trovate sono quelle alle quali i metalli studiati diventerebbero luminosi nello spazio libero, anche se questo fosse allo zero assoluto. La variazione dei poteri emissivi dovuta all'ambiente può diventare sensibile quando si tratti della parte meno rifrangibile e di temperature poco elevate.

4° Le esperienze fatte colla sfera di rame scaldata non sono sufficienti per decidere se nello spettro di un corpo esistono sempre tutte le radiazioni, o se per contro le più piccole lunghezze d'onda si producono a mano a mano che la temperatura si eleva, ma dimostrano chiaramente che *anche prima che un corpo diventi luminoso, nel suo spettro esistono già radiazioni della parte visibile*, però con intensità inferiori alla sensibilità dell'occhio, che solo si possono osservare sovrapponendole opportunamente.

Questo lavoro fu eseguito nell'Istituto fisico della Regia Università di Torino, e io colgo volentieri l'occasione per ringraziare vivamente il Prof. Andrea Naccari che mi fu largo di consigli e di mezzi.

R. Istituto Tecnico di Reggio Calabria.

Agosto 1904.
