



Esperienze sul calore radiante: utilizzo di un banco detto “del Melloni”

Introduzione

Macedonio Melloni nacque a Parma 1798. Dopo aver studiato presso la Reale Accademia di Belle Arti della sua città natale, si trasferì a Parigi e seguì informalmente numerose lezioni presso l'École Polytechnique. Nominato professore di fisica teorico-pratica presso l'Università di Parma nel 1824, fu poi costretto all'esilio per motivi politici, trasferendosi da Firenze a Ginevra e Parigi, nella quale insegnò. Nel 1837 tornò in Italia e due anni dopo Ferdinando II lo nominò professore di fisica a Napoli e, dal 1847, direttore dell'Osservatorio Vesuviano. Destituito da tutte le sue cariche a seguito della sua partecipazione ai moti del 1848, morì di colera nella sua casa di Portici nel 1854. Le esperienze eseguite da Macedonio Melloni sul suo banco sono tutte tese a dimostrare una relazione tra luce e calore per cogliere un'intima connessione alla base del loro comportamento, e quindi della loro natura. Melloni cioè intuì la comune origine di tali fenomeni riuscendo, in questo modo, a estendere i principi noti e verificati validi per la luce al calore, con particolare successo per quanto riguarda il passaggio di esso tramite mezzi solidi trasparenti o semitrasparenti. Per avere un'idea della grandezza delle sue scoperte citiamo di seguito un passo del celebre Trattato elementare di Fisica sperimentale ed applicata e di Meteorologia di A. Ganot, (Edizione 24° del 1868, Francesco Pagnoni Editore, pag. 410-411) nel quale si illustrano le analogie tra luce e calore:

“lo spettro calorifico che accompagna lo spettro luminoso mostra una grande somiglianza tra il calore e la luce. Tuttavia, Melloni avendo fatto conoscere che certe sostanze , come il quarzo, il ghiaccio puro, che lasciano benissimo passare la luce, sono poco permeabili al calore, soprattutto a quello emesso da certe sorgenti, e che il quarzo affumicato, che riesce assai poco trasparente, è all'opposto molto diatermano, sembra esservi qui un carattere distintivo tra il calore e la luce; ma questa differenza scompare quando si faccia riflesso alla divisione del calore in calore oscuro e in calore luminoso. Infatti, considerando prima il calore luminoso, cioè quello che si trova nella parte visibile dello spettro, ed sperimentando progressivamente sui sette fasci di uno spettro ottenuto con

un prisma di salgemma, Jamin e Masson scopersero, mediante la pila di Melloni, che le sostanze trasparenti, che danno libero passaggio alla intera luce, come il salgemma, il vetro, l'allume, lasciando pur passare tutto il calore, tenendo calcolo delle perdite occasionate dalla riflessione all'ingresso o all'uscita. Gli stessi scienziati, avendo ottenuto lo stesso risultato col far passare i diversi fasci dello spettro attraverso lastre di vetro verde, turchino e violetto, conclusero che, nella parte luminosa dello spettro, il calore e la luce si trasmettono sempre nelle stesse proporzioni attraverso a qualsiasi mezzo.

I risultati non sono più gli stessi col calore oscuro, cioè quello che si trova al di là del rosso, o che è emesso da una piastra di rame scaldata a 400 gradi, o da un cubo dello stesso metallo pieno d'acqua a 100 gradi. Infatti, mentre il salgemma dà libero passaggio egualmente a tutti i calori oscuri, come già scopersero Melloni, il vetro, l'allume, e in generale, tutti i corpi trasparenti e le sostanze traslucide colorate, trattengono i raggi che incominciano a farsi oscuri. Finalmente, il salgemma, il vetro, il quarzo, ricoperti di nero fumo, non danno più passaggio alla luce, ma continuano ad essere attraversati dai raggi calorifici oscuri. [...] Riassumendo. Alla complessità dello spettro calorifico è dunque dovuta la differenza che si manifesta, in certi casi, tra il calore e la luce; e gli esperimenti qui sovracitati provano all'evidenza che i raggi calorifici sono in tutto paragonabili ai raggi luminosi; soltanto certi corpi trasparenti per la luce e pel calore luminoso non lo sono affatto pel calore oscuro, e viceversa.”

Come si evince dal brano, l'importanza di Melloni non sta solo nelle sue scoperte e nelle sue esperienze, che restano comunque fondamentali, ma soprattutto nell'intuizione di quella connessione calorico-luce che ha poi ispirato numerosi scienziati in tutto il mondo a proseguire le sue ricerche fornendo un quadro generale più preciso di quanto non fosse riuscito a fare lo stesso Melloni. Di primaria importanza risulta anche il fatto che per i suoi esperimenti Melloni ideò e fece costruire uno strumento di misura, il termomoltiplicatore, che rese possibile la messa in opera di ogni esperimento operato anche dai suoi diretti successori e sul cui funzionamento rimandiamo al paragrafo successivo.

Descrizione del banco di Melloni

Il banco del Melloni fu messo a punto nella prima metà del XIX sec modificando un banco ottico per adattarlo ad esperienze riguardanti il “calorico raggianti”, termine con il quale venivano definite le radiazioni infrarosse e, in alcuni casi, anche quelle dello spettro del visibile (il “calore luminoso” al quale si faceva riferimento nel testo di A. Ganot).

Esso è costituito, nella sua versione più comune, da una base in legno di mogano (97x35) sulla quale è fissata, mediante due colonnette, una barra di ottone lunga un metro con scala centimetrata su di un lato. Tale barra funge da sostegno sia per la sorgente di calore, sia per il rilevatore, oltre che per una serie di accessori, tutti fissativi tramite l'utilizzo di cavalierini muniti di viti a pressione. Il banco è dotato di alcune sorgenti di calore. Queste sono: il *Cubo di Leslie*, che consiste di un cubo di ottone

contenete acqua portata ad ebollizione da un bruciatore ad alcool posto nella parte sottostante. Inoltre quattro facce del cubo presentano superfici differenti per variare la capacità emissiva della sorgente (annerita, bianca, lucida e satinata); la Lampada di Locatelli, classica lampada ad olio con sistema di alimentazione costante; una spirale di platino ed una lamina di rame, rese incandescenti mediante un bruciatore ad alcool.

Come “strumento di misura” è utilizzato un termomoltiplicatore, costituito da una termopila (reinventata per meglio adattarla ai propri scopi da Melloni stesso nel 1829) e da un Galvanometro a statico di Nobili:

La Termopila viene utilizzata come rivelatore della radiazione infrarossa. Una base sostiene, attraverso un supporto snodato, una testa cilindrica contenente la termopila che è costituita da numerose coppie termoelettriche antimonio-bismuto disposte in serie. I raggi infrarossi, convogliati tramite un cono d'ottone, incidono sulla giunzione metallica delle termocoppie provocando una corrente rivelabile dallo strumento.

Il Galvanometro a statico ideato da L. Nobili nel 1826 è formato internamente da un filo di rame rivestito di seta snodato a mo' di matassa sopra un telaio di legno, sulla quale vi è un'apertura romboidale. Attraverso questa è fatto passare un ago calamitato dal cui centro parte un'asticella metallica che porta un indice parallelo all'ago. Dalla parte superiore della matassa ha un uncino a cui è legato un filo che va ad un altro uncino superiore il quale può salire e scendere. Tutto questo sistema è sito su di una base di ottone in una campana di vetro, poiché se così non fosse, a causa della massa piccolissima dell'ago, esso potrebbe essere disturbato dalle agitazioni dell'aria. I due capi del filo vanno a terminare all'estremo di una stecca di avorio in due pezzi metallici ai quali si congiungono i fili attraverso cui deve passare la corrente per far sì che la matassa chiuda il circuito e ne faccia parte essa stessa. Una vite serve a far girare il telaio intorno al suo centro per portare l'ago parallelo ai due fili, e quindi l'indice sullo zero delle divisioni del cerchio. Il tutto si basa su di un sistema astatico formato da due aghi paralleli collegati fra loro con polarità opposte e sospesi ad un filo. In tal modo viene eliminata l'influenza del campo magnetico terrestre. Uno dei due aghi è libero di ruotare all'interno di una bobina mentre l'altro si trova all'esterno e serve come indice della rotazione.

Altri accessori, circa 40 in origine, erano composti da lastre di sostanze cristalline o di vetri colorati e incolore, prismi di salgemma, ed in particolare da schermi per selezionare il fascio uscente dalla sorgente e fenditure per regolare l'intensità del fascio. Tra questi ricordiamo:

Un Doppio Diaframma (Chopper), costituito da due pannelli neri paralleli distanziati di circa un centimetro posto su base reclinabile. Può essere manovrato da vicino o a distanza, tramite un filo di seta ed ha funzione di un “interruttore”, in quanto, quando è alzato, assorbe tutte le radiazioni.

Un Diaframma forato recante fessure di varie forme e dimensioni (5 cerchi ed 1 quadrato) che possono essere aperte una per volta attraverso un meccanismo a disco rotante.

Un diaframma costituito da un singolo pannello nero posto su base fissa, un diaframma nero su base snodata.

Il banco originale doveva poi essere dotato di un braccio secondario che si poteva fissare su quello principale e ruotare in modo tale da ottenere angoli di ampiezze differenti, utile per gli esperimenti sulla riflessione. Anche tale meccanismo, come la maggior parte di quelli sopra indicati, apparteneva già al sistema del banco ottico tradizionale, ma l'originale utilizzo che ne fece Macedonio Melloni risultò ancora una volta fondamentale per lo studio sul calorico raggiante.

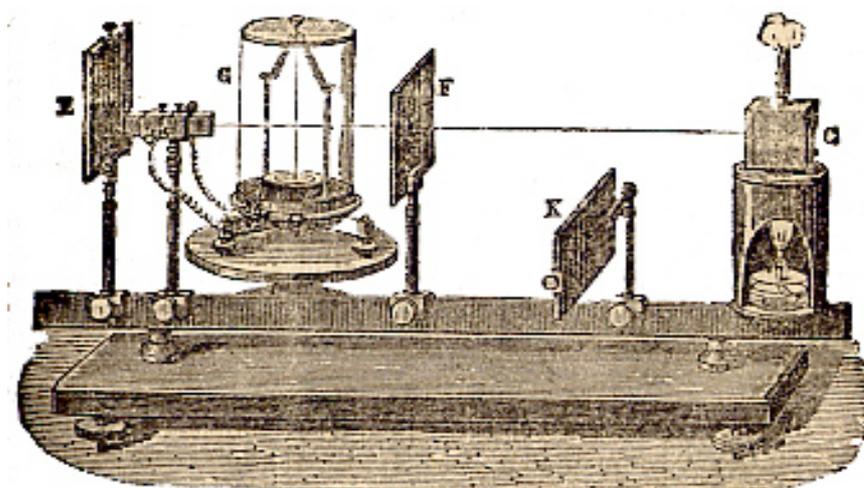


Fig. 1 banco del Melloni (Ganot, 1963)

Pile termo – elettriche.

Una nota particolare merita il componente principale del Banco, la pila termoelettrica. Questo strumento ideato da Nobili, fu realizzato in varie configurazioni. Melloni, la perfezionò rendendola funzionare al suo strumento per lo studio del calor radiante. In abbinamento al Galvanometro astatico formava il cosiddetto “termomoltiplicatore”. La descrizione seguente è tratta da [1]

Per conoscere le leggi dello sviluppo dell'elettricità nelle pile termo elettriche, ne sono state composte di otto, ventiquattro, trentadue elementi, bismuto e rame; alcuni vasi d'argilla alternativamente pieni di ghiaccio e di acqua calda servono a tenere rispettivamente le saldature fredde a zero gradi e quelle calde a sessanta o ottanta gradi.

Un piccolo ago calamitato sospeso ad un filo di seta si pone sul mezzo di un elemento di rame, e fa conoscere con le sue vibrazioni l'intensità della corrente che passa per la pila. Con questo mezzo è facile dimostrare la veridicità del principio generale indicato già da Oersted e Fourier, secondo il quale l'intensità della corrente è proporzionale al numero degli elementi che sono in attività; ma si

dimostra ancora che qualunque sia il numero degli elementi di una pila, quando questi sono messi in azione, l'intensità assoluta della corrente è esattamente la stessa.

Poiché la corrente della pila di 32 elementi ha esattamente la stessa intensità di corrente della pila di 24 e 8 elementi alla stessa differenza di temperatura, sarà della stessa intensità anche la corrente generata da una sola coppia, purché la differenza di temperatura sia la stessa. Segue che se si pone in attività una sola coppia della pila di 32 elementi, la corrente non è che la sedicesima parte di quella generata da una sola coppia, ossia da due elementi: dimostrazione della legge fondamentale che l'intensità è inversa alla lunghezza del circuito.

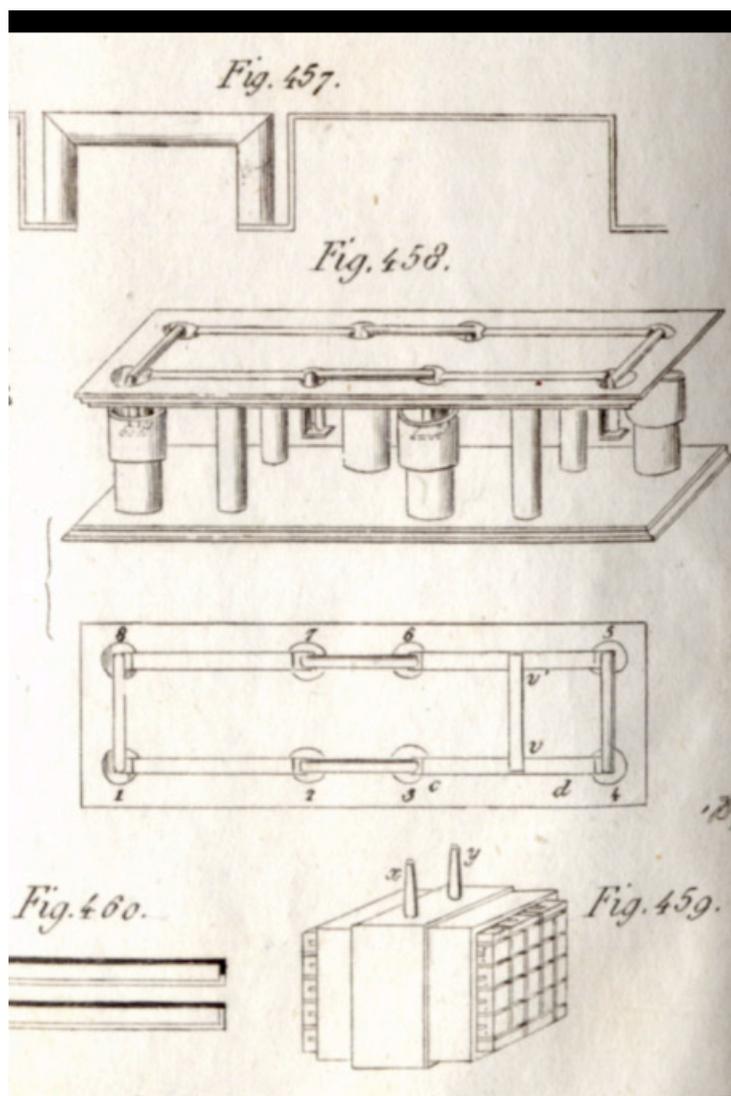


fig. 1

Se invece in una pila di 8 elementi si riscaldano solo le saldature 1 e 4 alla stessa temperatura, tenendo tutte le altre a zero gradi, non ci sarà passaggio di alcuna corrente nella pila: le saldature non possono fare nascere altro che due correnti uguali e contrarie; ma se si pongono in comunicazione vv' tra i due elementi in rame cd ed ef, questa darà passaggio ad una vigorosa corrente. Segue perciò che le correnti contrarie nascenti da due saldature 1 e 4 punto non si distruggono, ma ciascuna di esse circola come se fosse sola. Per mettere pienamente in chiaro

questa verità basta osservare l'intensità della corrente vv' , e dimostrare che questa è quella che risulta dall'unione delle correnti derivate contrarie e disuguali che devono passare per l'unione vv' . perciò le opposte correnti non si distruggono, riducendosi allo stato di equilibrio e di quiete, ma ciascuno di essi compie i moti che avrebbe seguito da solo.

Le pile delle quali abbiamo parlato sono state fatte col fine di cercare le leggi fondamentali della corrente. A causa della loro massa e del loro volume però esse non possono servire per osservazioni termometriche. Tra le pile che si possono prendere in considerazione a questo fine, c'è sicuramente quella del Nobili, una delle più ingegnose e sensibili. Questa pila è composta 25 o 30 verghe di bismuto e di antimonio delicatissime, aventi 4 o 5 cm di lunghezza. Esse sono saldate in modo che tutte le saldature pari siano da una parte e tutte quelle dispari dall'altra; la loro nione forma un piccolo fascio compatto e solido per via delle sostanze isolanti che tramezzano le piccole verghe, le quali non si devono toccare in altro punto fuorché nelle saldature. I due semi-elementi nei quali termina la catena, comunicano uno con la cavicchia x e l'altro con g , le quali formano così i poli della pila.

Due fili avvolti ad elica rada e coperti di seta pongono la comunicazione tra i poli della pila e il moltiplicatore. Se si conoscesse con precisione la conducibilità del bismuto e dell'antimonio, si potrebbe agevolmente calcolare la lunghezza di un filo di rame di una data grossezza che rappresenta il circuito della pila, e quindi ricavarne il numero dei giri che converrebbe dare al moltiplicatore affinché esso avesse la sensibilità maggiore possibile. In mancanza di questo metodo indiretto, si aggiungono successivamente al circuito della pila due diverse lunghezze di uno stesso filo di rame, osservando le corrispondenti intensità. Si dedurrebbe agevolmente che il circuito della pila diminuisce l'intensità di corrente per quanto lo farebbe in una determinata lunghezza del filo. Ma per via di semplici tentativi si giunge a formare un moltiplicatore che corrisponde allo scopo con sufficiente sensibilità. Parlando del calore raggianti si potranno vedere gli esperimenti fatti dal Melloni con questo strumento, che egli chiama termo-moltiplicatore.

Gli esperimenti storici

Sui manuali di Fisica dell'800, vengono riportati alcuni "classici" esperimenti da realizzare con il Banco del Melloni. Questi riguardano le leggi di propagazione del calore e tendono a dimostrare la similitudine tra luce e calore. Riproponiamo di seguito alcuni esperimenti base, tratti da un classico testo di didattica [2] nello specifico la propagazione rettilinea del calore, la legge del quadrato delle distanze e la diversa capacità di irraggiamento di un corpo riscaldato in funzione del suo colore. Riportiamo anche un esperimento relativo all'utilizzo di un radiometro per dimostrare che questo strumento risponde anche con l'esposizione ai raggi calorifici. Nel nostro caso, la piastra riscaldata raggiunge una temperatura di circa 70°C ma l'effetto riportato sul testo [2] non si evidenzia.

Propagazione in linea retta.

L'idea che l'azione termica a distanza vada in linea retta e in forma di raggi è molto antica, ma la sua dimostrazione diretta è dovuta al Melloni.

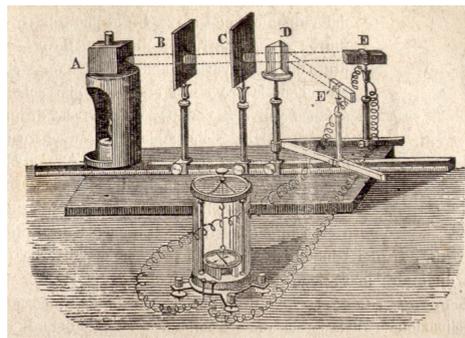


fig. 2 – esperimento sulla propagazione rettilinea del calore

L'apparecchio di cui egli fece uso era costituito da due parafuochi forati, (fig. 2) parallela ad essi stava una delle facce di un cubo di latta che conteneva acqua mantenuta in ebollizione dalla fiamma di un bruciatore ad alcool. La faccia del cubo rivolta verso i parafuochi era ricoperta di nerofumo, sostanza che dava alle superfici dei corpi raggianti il massimo potere emissivo e le rendeva atte ad assorbire secondo una ragione costante le radiazioni calorifiche di qualsiasi sorgente. Alla fine, una pila termo-elettrica, colpita in una delle sue basi, metteva in moto l'ago del galvanometro a cui stava unita. Finché la pila giaceva sull'asse dei due fori, il galvanometro diceva che essa era colpita dal calore emesso dalla faccia annerita del cubo; ma se per poco era deviata da quell'asse l'ago ritornava immediatamente sullo zero del quadrante. Sostituendo al calore l'acqua bollente di quello di ogni altra sorgente termica, l'effetto era lo stesso. Il calore dunque si muove per linee rette.

Nel nostro esperimento abbiamo utilizzato un solo parafuoco. Il prisma riportato in figura permette di eseguire un altro esperimento relativo alla dispersione spettrale del calore raggiante da parte di un prisma.

Legge delle distanze.

Ogni azione fisica che assume forma raggiante, non può concepirsi se non come variabile in ragione inversa dei quadrati delle distanze dal centro dell'azione; tali sono la luce, il suono, il calore.

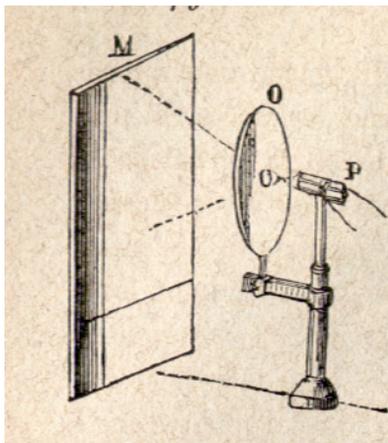


fig. 3 verifica della legge delle distanze

Si prenda un parafuoco O con un foro nel mezzo, (fig. 3) e in un punto molto grande dell'asse del foro, si fissi la pila termoelettrica P; si immagini un cono che avendo il vertice nel centro della faccia della pila, abbia per base l'ampiezza del foro, e che la superficie di questo cono sia indefinitamente prolungata oltre la sua base. È chiaro che la quantità di raggi calorifici che la parete riscaldata M di un muro opposto al parafuoco può inviare alla pila per mezzo del foro, deve essere proporzionale alla porzione di superficie, intercettata su questa parete dall'immaginaria superficie conica.

Ora, da questa porzione di superficie varia proporzionalmente al quadrato della distanza che corre tra la pila e la parete del muro; quindi in ragione diretta dello stesso quadrato dovrebbe variare l'effetto galvanometrico. Ma eseguendo a prova col recare la pila col suo parafuoco a diverse distanze dalla parete di un muro che i raggi del sole hanno lasciata più calda del mezzo ambiente, si trova che l'effetto galvanometrico è indipendente da quelle distanze.

Dunque, se l'estensione della superficie raggiante sulla pila è cresciuta come il quadrato della distanza, l'efficacia calorifica dei pennelli di raggi che ne sono partiti, ha dovuto viceversa diminuire in ragione dello stesso quadrato.

Potere assorbente-Radiometro.

Il calore che irradia da un corpo, incontrando un altro corpo, o viene assorbito da questo e se riscaldato lo trasforma in sorgente calorifica, o ne viene riflesso, ovvero lo attraversa, rifrangendosi.

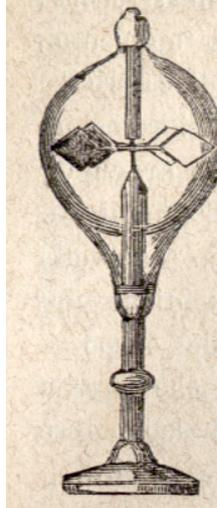


fig.4 radiometro

Il rapporto tra la quantità di calore che incide sopra un corpo e la quantità che questo corpo ne assorbe, costituisce il suo potere assorbente. Esso varia secondo i corpi ed è precisamente uguale al potere emissivo, essendo per ciascun corpo l'uno e l'altro espressi dagli stessi numeri. Così il nero fumo, il quale ha il massimo potere emissivo, ha inoltre il massimo potere assorbente. I metalli levigati, i quali emettono nel raffreddarsi la minima quantità di calore, e ne assorbono anche la minima, allorché sono messi a riscaldare. Per questa proprietà conviene che gli utensili da cucina che servono per cuocere gli alimenti, siano esternamente affumicati e quelli che servono per conservarli caldi, che siano esternamente ben puliti e levigati. Per questa proprietà del diverso potere assorbente, esponendo ad una diversa sorgente calorifica un piccolo mulinello, formato da 4 palette disposte a croce in un palloncino di vetro, in cui si è creato il vuoto, ed avente ciascuna palette una faccia annerita e l'altra lucida, e tutte e quattro essendo disposte nello stesso ordine, si vede che il mulinello gira, spingendo indietro le facce annerite. Questo apparecchio è detto radiometro. La causa prima sta nel diverso potere assorbente delle due facce e nell'esservi ancora, dentro l'apparecchio, un po' di aria o di altro gas. Perché le facce annerite si riscaldano più delle lucenti, le molecole di gas che secondo la teoria dinamica vanno ad urtare contro queste facce annerite, ne rimbalzeranno con maggiore velocità di quelle che vanno ad urtare contro le facce lucide: e siccome per reazione ogni faccia deve muoversi in senso contrario a quello delle molecole che su di essa si riflettono, le facce nere dovranno muoversi all'indietro. Naturalmente se tutto l'apparecchio mobile, le stesse molecole che si riflettono sulle facce annerite, riflettendosi ancora sulle pareti di questo apparecchio, lo obbligheranno a muoversi in senso contrario al mulinello interno.

Potere emissivo di un corpo.

Per eseguire questo esperimento basta disporre il cubo di Leslie sul banco, posizionare la termopila a breve distanza da questo e misurare i valori di tensione in corrispondenza del diverso colore della faccia esposta.

Verifica dell'effetto serra con una termopila di Melloni.

Verificato il funzionamento dello strumento, abbiamo deciso di estendere le misure del Banco di Melloni per eseguire un esperimento che riguarda un argomento di estrema attualità: l'effetto serra. A tutti è ormai noto che il riscaldamento del nostro pianeta è una realtà. Sulle cause ancora si discute in maniera più o meno animata ma ormai nessuno mette in discussione che alcuni gas come l'anidride carbonica, generano il cosiddetto "effetto serra", cioè la nostra atmosfera diventa opaca ad un particolare tipo di radiazione termica, quella a bassa lunghezza d'onda intrappolando così il calore che altrimenti verrebbe disperso verso l'esterno dell'atmosfera. Di questo esperimento è noto il protocollo eseguito con una moderna termopila commerciale. Di questo strumento conosciamo le caratteristiche di funzionamento e quindi siamo sicuri che nel *range* di misura dell'esperimento il suo funzionamento è corretto. Delle termopile ottocentesche, invece, non conosciamo assolutamente nulla. Le caratteristiche di funzionamento di questi strumenti, dipendono in maniera complicata dalle saldature tra le coppie di bismuto-antimonio; dalla purezza dei materiali utilizzati dalle dimensioni fisiche, dall'isolamento ecc.. Disponendo di una termopila moderna (le caratteristiche sono riportate in appendice) utilizziamo solo la struttura del banco Melloni, mentre sono state costruite appositamente. Abbiamo allora deciso di procedere in questo modo: eseguiamo l'esperimento con i due strumenti a due sfere cave di ottone, che simulano l'atmosfera inquinata e non dai gas serra.

Abbiamo organizzato così il nostro esperimento: per simulare il sole abbiamo utilizzato, come sorgente, una lampadina ad incandescenza; questa emette, oltre alla luce anche radiazione infrarossa, così come il nostro sole. A differenza di questo, però, emette una componente infrarossa ad onde lunghe indesiderata, per eliminarla abbiamo "filtrato" la nostra sorgente con una *cuvette* piena di acqua.

Per simulare la nostra terra che emette radiazione termica verso l'atmosfera esterna, abbiamo sostituito la *cuvette* piena d'acqua con una lastra di ottone annerito su una delle due facce.

Per simulare l'atmosfera terrestre abbiamo utilizzato due sfere di ottone con pareti interne a specchio e coperte sulle due estremità con una pellicola di cellulosa rigenerata. Queste rappresentano le camere di assorbimento che permettono di valutare l'effetto serra. La prima camera è rappresentata dalla sfera

senza i rubinetti; questa contiene aria ambiente. La seconda camera può essere saturata con il gas serra attraverso due tubicini di ottone muniti di valvola.

Come gas serra abbiamo utilizzato il Butano per la difficoltà di reperire sul una bombola di anidride carbonica di piccole dimensioni.

Esecuzione dell'esperimento¹:

Preparazione della prima camera di assorbimento:

Chiudere la camera di assorbimento a entrambe le estremità con la pellicola di cellulosa rigenerata. Avvolgere l'estremità del tubo con la pellicola di ricambio e fissarla con nastro adesivo trasparente.

Preparazione della seconda camera di assorbimento:

Chiudere la camera di assorbimento a entrambe le estremità con la pellicola di cellulosa rigenerata. Avvolgere l'estremità del tubo con la pellicola di ricambio e fissarla con nastro adesivo trasparente (opzionale).

Aprire entrambi i rubinetti della camera di assorbimento, collegare la bomboletta di butano a uno dei rubinetti e orientare la camera in modo che il secondo rubinetto sia rivolto verso l'alto e funga da apertura di fuoriuscita dell'aria spinta fuori. A questo punto premere la valvola della bomboletta di butano in modo che il gas fluisca all'interno della camera di assorbimento, e una volta entrata la quantità di gas prevista, chiudere il rubinetto.

Posizionare la termopila sul banco collegata ad un multimetro che permetta la lettura dei microampere.

1

Una lampadina di riflessione produce luce visibile e radiazioni infrarosse la cui componente a onde lunghe viene indebolita al passaggio attraverso una cuvetta colma d'acqua, in modo che la radiazione nella sua composizione a base di luce visibile e radiazioni elettromagnetiche, sia all'incirca comparabile con la radiazione solare. Questa radiazione attraversa una camera di assorbimento colma d'aria o di una miscela di aria e di gas serra e viene misurata dopo l'attraversamento con una termopila di Moll. In tal modo si osserva che l'assorbimento dell'irradiazione solare viene influenzata in modo solo marginale dalla miscela di gas serra.

Per la produzione di radiazioni infrarosse a onde molto lunghe la cuvetta colma d'acqua viene sostituita da un disco di metallo nero che viene riscaldato dalla radiazione della lampada ad incandescenza. Queste radiazioni infrarosse sono all'incirca comparabili alle radiazioni infrarosse della terra. Se si misura la componente trasmessa di tali radiazioni dopo il passaggio attraverso una camera di assorbimento, si osserva un notevole indebolimento quando la camera di assorbimento viene riempita con un gas serra.

Per semplificare le cose, come gas serra viene utilizzato il butano, utilizzato in forma liquida e bomboletta.

Misurazione delle radiazioni infrarosse emesse dal sistema sorgente + cuvette (sole)



fig. 5

Posizionare l'asta con il portalampada su uno dei lati del banco; avvitare la lampadina di riflessione e allinearla lungo la piastra di appoggio, riempire la cuvetta di plastica con acqua e posizionarla a breve distanza dalla lampada. Sistemare la prima camera di riflessione in modo che si trovi a 1 cm di distanza dalla cuvetta. La disposizione è riportata in fig. 5. A questo punto posizionare la termopila a 1 cm di stanza dalla camera di riflessione in corrispondenza della seconda finestra e collegarla al microamperometro. Infine orientare l'apertura della termopila verso il raggio incidente per iniziare la misura.

Attendere qualche minuto, fino a quando il valore letto sul microamperometro non si stabilizza, e riportarlo nella tabella 1, in corrispondenza della voce "sole – senza gas".

Sostituire la camera di assorbimento contenente l'aria con la camera di assorbimento contenente butano, ruotare la termopila, in modo da riportare l'indice del microamperometro al valore zero. Ripetere la misura riportando il valore nella casella "sole – con gas".

Risultato della misurazione: in entrambi i casi la termopila misura all'incirca la stessa intensità. Il butano influisce solo in misura minore sull'assorbimento della radiazione solare.

Misurazione delle radiazioni infrarosse emesse dal sistema sorgente + corpo nero (terra)



fig. 6

Sostituire la cuvette contenete acqua con il disco di ottone. Posizionarlo in modo tale che la faccia di colore nero sia rivolta verso la camera di assorbimento. Attendere almeno 5 minuti in modo da far raggiungere al disco la temperatura di lavoro (circa 65°C). La disposizione è riportata in fig. 6.

Ripetere le operazioni prima descritte riportando i valori misurati nella tabella 1.

Risultato della misurazione: rispetto all'assorbimento in aria, la termopila misura un'intensità decisamente inferiore quando nella camera di assorbimento viene a trovarsi butano.

Sorgente	Senza Gas	Con Gas	Differenza %
"Sole"			
"Terra"			

tabella 1

Strumenti utilizzati:

Termopila

Descrizione: la termopila è un apparecchio ad alta sensibilità per la radiometria (ad esempio per misurare la radiazione termica di un corpo nero, la riflessione della radiazione termica a onde lunghe). La termopila all'interno del suo alloggiamento in metallo dotato di imbuto lucido, contiene una superficie nera di 15 mm di diametro alla quale sono collegati 17 elementi termici. La radiazione termica incidente produce sugli elementi termici una tensione termica U proporzionale all'intensità della radiazione termica.

Dati tecnici:

Sensibilità: ca 0,28 mV/ μ W

Tempo di regolazione: 40 s per il 95% del valore misurato

Superficie nera: 15 mm

Resistenza interna: 1 Ω

Allacciamenti: due prese di sicurezza da 4 mm

Dimensioni: 95mm x 40 mm

Asta: 10 mm

Peso: ca 200 g.

Per evitare una deriva della tensione d'uscita, è necessario bilanciare l'alloggiamento in metallo della termopila e la temperatura ambiente.

Dopo l'esecuzione dell'esperimento attendere qualche minuto per il rilevamento dei valori misurati. A causa del calore emesso dal corpo o di altri influssi estranei, il valore della misurazione potrebbe essere soggetto di alterazioni.

- Durante la misurazione non afferrare mai l'apparecchio
- Evitare l'esposizione alla luce diretta del sole o la vicinanza di corpi riscaldati
- Montare la termopila a 1 cm dall'oggetto di misurazione

Bibliografia

A. Ganot, *Trattato elementare di Fisica sperimentale ed applicata e di Meteorologia* Edizione 24^o
Francesco Pagnoni Editore, Milano 1868, pagg. 410-411

[1] M. Pouillet, *Elementi di fisica sperimentale e meteorologia*, Vincenzo Puzziello Editore, Napoli 1846 pagg. 523, 524

[2]L. Pinto *Trattato elementare di Fisica* Morano Editore, Napoli, 1889 pagg. 456, 460