Tratto dal libro di testo: La fisica attorno a noi - Vittorio Zanetti - Zanichelli

Il materiale necessario è costituito essenzialmente dalla lastrina metallica, annerita con grafite colloidale, che già è stata usata nel paragrafo 15.3 (figura 15.19).
In questo caso, sarà indispensabile applicare una punta perpendicolarmente al pannello, come mostra la figura 15.27. La punta serve per orientare il pannello verso il Sole: infatti, quando i raggi solari incidono a perpendicolo sulla lastrina, l'ombra della punta cade su se stessa.

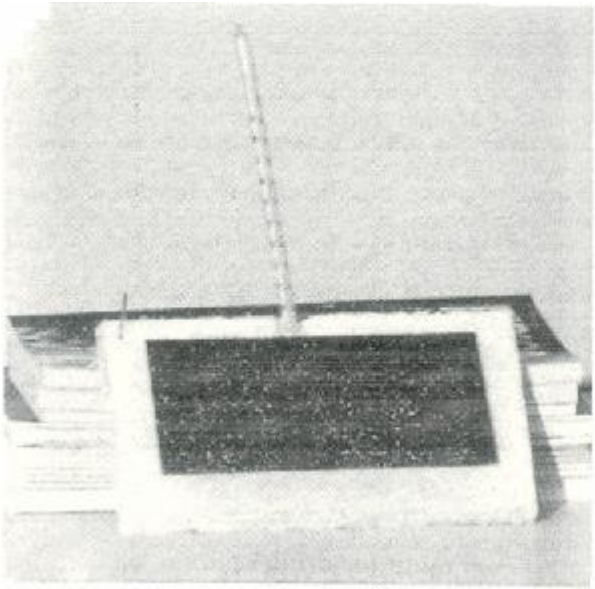


Figura 15.27
Per disporre il pannello perpendicolarmente ai raggi solari, basta che l'ombra della punta infissa nel polistirolo cada sul piede della punta stessa.

Preliminarmente, orienta la lastrina, avendo l'avvertenza di esporla ai raggi solari solo per il tempo strettamente indispensabile a compiere l'allineamento della punta. Questo allo scopo di evitare che la lastrina si scaldi prima del tempo.. Ora sei pronto per iniziare l'esperimento. Scopri la lastrina, e contemporaneamente chiedi a un compagno di far partire il contasecondi. Senza interporti tra la lastrina ed il Sole, leggi il termometro ogni mezzo minuto, finché la temperatura non aumenta più. Un altro compagno può aiutarti a riportare i valori in una tabella temperatura-tempo.
Questa fase può durare 10 ÷15 minuti, a seconda dello spessore e del materiale di cui è fatta la lastrina.

Se la giornata è molto ventilata, la temperatura finale subisce notevoli variazioni, a causa della convezione più o meno efficiente nei vari istanti. Per questo, è opportuno che il posto in cui esegui l'esperimento sia protetto il più possibile dal vento. Infatti, la presenza del vento renderebbe problematico il confronto dei risultati ottenuti dai vari gruppi.
Ora interponi un cartoncino tra il Sole e la lastrina annerita, disponendolo a una distanza non inferiore a 1 m. Riparti quindi con le letture della temperatura, ogni mezzo minuto: questa volta la lastrina, essendo in ombra, si raffredderà gradualmente.
Nella figura 15.28 sono stati riportati i valori ottenuti in due esperimenti effettuati durante una giornata di primavera, con cielo velato e temperatura ambiente attorno a 17 °C. Poiché al momento delle prove il Sole era alto circa 60° sull'orizzonte, la massa d'aria attraversata valeva circa 1,15. Questo valore può essere ricavato con un semplice disegno in scala, analogo a quello della figura 15.7.

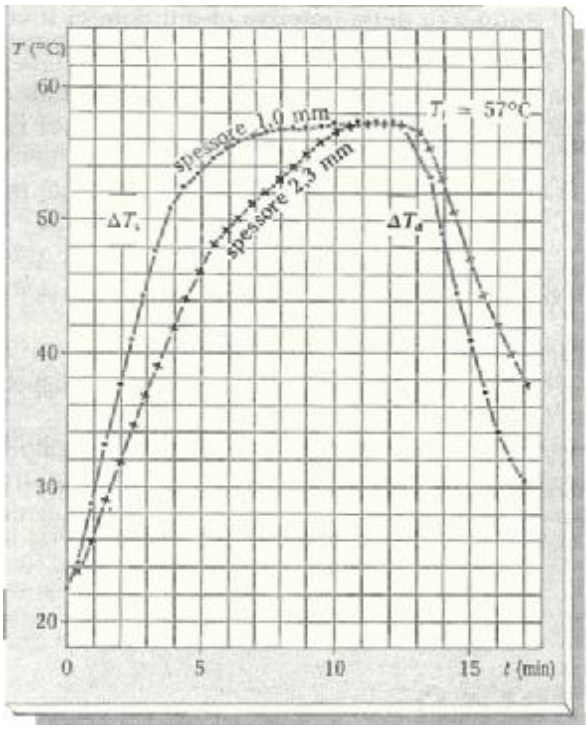


Figura 15.28
Grafico dei dati sperimentali ottenuti con lastrine di alluminio di spessore diverso, stesso giorno e stessa ora. Le lastrine erano state annerite con una stessa vernice nera, non molto opaca, avente coefficiente di assorbimento a ~ 0,85. La temperatura finale T_f della lastrina più sottile è influenzata maggiormente dalle raffiche di vento, avendo capacità termica minore dell'altra lastrina. In una giornata di settembre senza vento e molto limpida, la temperatura finale trovata è stata di molto superiore, pari a circa 70 °C.

Le due curve della figura 15.28 sono state ottenute da due gruppi di ragazzi, uno con lastrina di alluminio di spessore 1,0 mm, l'altro con lastrina dello stesso metallo, di spessore 2,3 mm.
Prima di elaborare i dati sperimentali, occorre prendere in esame il bilancio energetico della lastrina.

Quando la lastrina è esposta ai raggi solari, essa riceve energia raggiante che in parte fa aumentare la sua temperatura e in parte viene riemessa verso l'ambiente circostante, per irraggiamento e convezione, poiché l'ambiente è a temperatura inferiore.
In formule, possiamo quindi scrivere:

$$Q_i = Q_s + Q_d \quad (*)$$

dove Q_i è la potenza incidente, Q_s è la potenza che va ad aumentare la temperatura della lastrina, e Q_d è la potenza
dispersa verso l'ambiente.
Noi vogliamo ricavare il valore di Q_i, quindi dobbiamo conoscere Q_s e Q_d.
La quantità Q_s è facile da calcolare. poiché vale: $Q_s = mc\Delta T_s$
Dove ΔT_s, è l'aumento di temperatura della lastrina nell'unità di tempo.
Per quanto riguarda la quantità Q_d, dobbiamo servirci della fase di discesa, anziché di salita. Quando la lastrina viene posta in ombra, essa si raffredda, e continua a perdere calore come se ci fosse ancora il Sole: infatti, non c'è ragione che la perdita di calore sia diversa da prima, alla stessa temperatura, se il vento non è cambiato, e se tutti gli oggetti circostanti, a parte il Sole che è stato oscurato col cartoncino, sono nella stessa posizione. Quindi, possiamo ricavare quanto calore la lastrina perde nell'unità di tempo, in base al suo raffreddamento. Più precisamente, alla stessa temperatura a cui abbiamo calcolato Q_s, il valore di Q_d può essere così calcolato:

$$Q_d = mc\Delta T_d$$

Ad esempio, dal grafico della figura 15.28 relativo alla !astrina di spessore 1,0 mm, attorno alla temperatura di 50 °C si ricava un aumento di temperatura di 3,0 °C in 0,50 min, il che fornisce il valore seguente:

$$\Delta T_s = 0{,}100°C/s$$

Analogamente, attorno alla stessa temperatura la curva in discesa mostra una diminuzione di 3,0 °C in 0,35 min, quindi

$$\Delta T_d = 0{,}68°C/s$$

Poiché la capacità termica della lastrina vale:

$$cm = 30{,}5g \cdot 0{,}920J/(g \cdot °C) = 28{,}06J/°C$$

sì ha:

$$Q_s = (28{,}06J/°C) \cdot (0{,}100°C/s) = 2{,}8W$$

$$Q_d = 28{,}06 \cdot 0{,}143 = 4{,}0W$$

In conclusione, la potenza incidente sulla lastrina vale:

$$Q_i = Q_s + Q_d = 6{,}8W$$

E poiché la lastrina ha dimensioni 8,0 cm x16,0 cm, la sua area vale 128 cm2, cioè $1{,}28 \cdot 10^{-2} m^2$
Quindi, la potenza specifica q_i proveniente dal Sole vale:

$$q_i = Q/1{,}28 \cdot 10^{-2} = 531W/m^2$$

È importante notare che la lastrina era stata annerita con una vernice nera non molto opaca; quindi, il coefficiente di assorbimento a è stato valutato 0,85, anziché l. (Se fosse stata annerita con grafite, avremmo preso a = 0,95.) Tenendo conto di questo, la potenza specifica incidente è maggiore di quella assorbita, perciò il valore precedente di q, deve essere aumentato in proporzione:

$$q_i / a = 531/0{,}85 = 630W/m^2$$

Inoltre sappiamo che uno spessore di aria pari allo spessore dell'atmosfera assorbe circa il 26% della radiazione che l'attraversa. Sarà quindi necessario determinare lo spessore di aria attraversata dalla radiazione nella giornata dell'esperienza ed individuare di conseguenza la percentuale di energia assorbita dall'atmosfera.