


SCOPO

Misurazione della conducibilità in aste metalliche

FUNZIONI

- Misurazione dell'andamento della temperatura lungo un'asta metallica, un'estremità della quale viene riscaldata e l'altra raffreddata, in stato stazionario e non stazionario.
- Misurazione del flusso di calore nello stato stazionario.
- Determinazione della conducibilità termica del materiale dell'asta.

RIASSUNTO

Nella conduzione termica il calore viene trasferito da una zona più calda a una più fredda per effetto dell'interazione reciproca di molecole o atomi contigui, senza che vi sia spostamento di materia. In un'asta metallica cilindrica, le cui estremità sono mantenute a temperature differenti, si genera dopo un determinato periodo di tempo un gradiente di temperatura lungo l'asta, per cui la temperatura partendo dall'estremità più calda diminuisce uniformemente avvicinandosi a quella dell'estremità più fredda, generando un flusso di calore costante. Il passaggio dallo stato non stazionario a quello stazionario viene osservato mediante serie di misurazioni ripetute, rilevando per ciascuna la temperatura nei punti di misurazione. Le aste metalliche vengono riscaldate elettricamente, in modo tale da poter determinare il flusso di calore nello stato stazionario in base alla potenza elettrica.

APPARECCHI NECESSARI

Numero	Apparecchio	Cat. n°
1	Kit conducibilità termica	1017329
1	Asta conduttiva termica Al	1017331
1	Asta conduttiva termica Cu	1017330
1	Alimentatore CC 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)	1003312 o
	Alimentatore CC 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)	1003311
1	Termometro tascabile digitale rapido	1002803
1	Sensore a immersione NiCr-Ni Tipo K, -65°C – 550°C	1002804
1	Paio di cavi di sicurezza per esperimenti 75cm, rosso/blu	1017718
1	Set di 10 becher, forma bassa	1002872

1
BASI GENERALI

Il calore può essere trasferito da una zona più calda a una più fredda mediante conduzione, irraggiamento e convezione. Nella conduzione termica tale trasferimento di energia avviene da una zona più calda a una più fredda per effetto dell'interazione reciproca di molecole o atomi contigui, senza che vi sia spostamento di materia. Se, ad esempio, si riscalda un'asta metallica gli atomi nell'estremità più calda oscillano più intensamente, ovvero con un'energia più elevata che nell'estremità fredda. L'energia viene trasferita agli atomi contigui per effetto degli urti, innescando l'effetto di conduzione lungo l'asta. In particolare, i metalli sono buoni conduttori termici, perché a questo effetto si aggiungono le collisioni tra elettroni liberi e atomi.

In un'asta con sezione trasversale A , le cui estremità sono mantenute a temperature differenti, si genera dopo un determinato periodo di tempo un gradiente di temperatura lungo l'asta, per cui la temperatura partendo dall'estremità più calda diminuisce uniformemente avvicinandosi a quella dell'estremità più fredda. Contemporaneamente nel tempo dt una quantità di calore dQ scorre nella sezione trasversale dell'asta, generando un flusso di calore costante P_Q :

$$(1) \quad P_Q = \frac{dQ}{dt} = \lambda \cdot A \cdot \frac{dT}{dx}$$

 P_Q : Flusso di calore (misurato in Watt)

 A : Sezione trasversale dell'asta

 λ : Conducibilità termica del materiale dell'asta

 T : Temperatura, x : Coordinate di spazio lungo l'asta

Prima di raggiungere il gradiente di temperatura costante, nell'asta si produce una distribuzione della temperatura nel tempo $T(x,t)$, che si avvicina gradualmente allo stato stazionario. Vale la seguente equazione differenziale

$$(2) \quad \lambda \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}(x,t) - c \cdot \rho \cdot \frac{\partial T}{\partial t}(x,t) = 0$$

 c : Calore specifico e ρ : Densità del materiale dell'asta

Nello stato stazionario vale conformemente all'equazione (1)

$$(3) \quad \frac{\partial T}{\partial t}(x,t) = 0 \quad \text{e} \quad \lambda \cdot \frac{\partial T}{\partial x}(x,t) = \text{const.} = \frac{P_Q}{A}$$

Nell'esperimento un'estremità dell'asta viene riscaldata elettricamente. Una sorgente di calore alimentata elettronicamente fornisce all'asta conduttiva termica un flusso di calore, che può essere calcolato in base alla potenza elettrica

$$(4) \quad P_{el} = U \cdot I$$

mediante la misurazione della tensione di riscaldamento U e della corrente di riscaldamento I . La regolazione elettronica della corrente fa in modo che l'estremità dell'asta raggiunga in un tempo estremamente rapido la temperatura di 90 °C, che viene poi mantenuta costante.

Attraverso apposite lamelle di raffreddamento il calore viene ceduto all'altra estremità dell'asta raffreddata con acqua ghiacciata o con semplice acqua a temperatura ambiente. La potenza termica ceduta può essere determinata utilizzando un calorimetro.

Un manicotto isolante riduce la perdita di calore dell'asta conduttiva termica nell'ambiente e migliora la linearità del profilo di temperatura nello stato stazionario. Utilizzando un termometro elettronico istantaneo vengono misurate le temperature in determinati punti di misurazione lungo l'asta. Vengono utilizzate un'asta di alluminio e una di rame.

ANALISI

Il flusso di calore P_Q corrisponde alla potenza elettrica P_{el} meno una dispersione minima P_i : $P_Q = P_{el} - P_i$

$$\text{Pertanto si ha:} \quad \lambda = \frac{P_{el} - P_i}{A} \cdot \frac{L}{T(0) - T(L)}$$

(L : La distanza tra i punti di misurazione della temperatura selezionati)

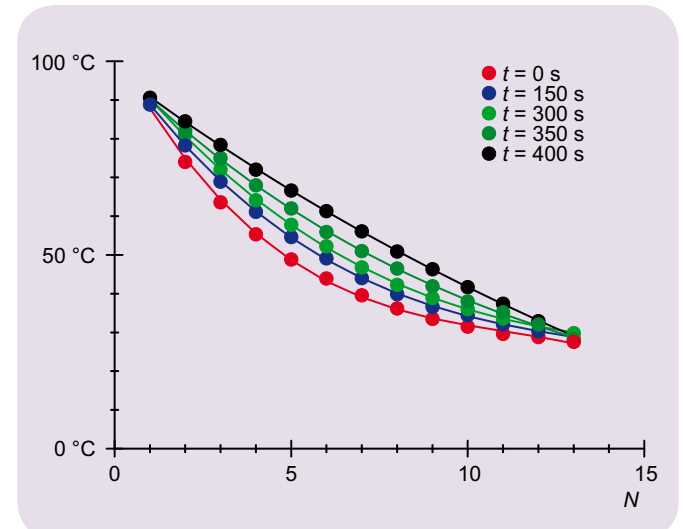


Fig. 1: Temperature lungo l'asta di alluminio in cinque serie di misur a una distanza temporale di 150 s