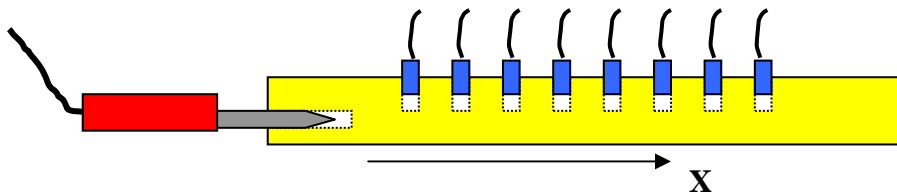


Laboratorio di termodinamica: esperienza 2

Conduzione del calore lungo una barra

Strumenti a disposizione:

- Barra a sezione quadrata di ottone con una serie di buchi distanziati l'uno dall'altro di ≈ 5 cm
- 12 termocoppie rame-costantina da inserire nei buchi della barra
- lettore digitale dei segnali delle termocoppie
- saldatore a punta da 50 W per riscaldare la barra ad una estremità



Caso a) : dissipazione di calore dalla superficie laterale della barra

Questa condizione si realizza non mettendo nessuna coibentazione laterale alla barra che prevenga la dispersione dalle pareti laterali della barra.

Richiami di teoria:

In queste condizioni l'andamento della temperatura lungo la barra non segue un'andamento lineare, bensì di tipo esponenziale. Per una barra di sezione quadrata di lato a , si ha il seguente andamento teorico:

$$\frac{T(x) - T_A}{T_2 - T_A} = e^{-2\sqrt{\frac{\eta}{k \cdot a}} x}$$

dove η è la conducibilità termica barra/aria, k è la conducibilità termica della barra, T_A è la temperatura ambiente e T_2 è la temperatura per $x=0$, ovvero la temperatura misurata dalla prima termocoppia.

In scala semilogaritmica abbiamo:

$$\ln \frac{T(x) - T_A}{T_2 - T_A} = -2\sqrt{\frac{\eta}{k \cdot a}} x$$

Procedimento di misura:

Inserire le termocoppie nei fori della barra (lasciare libero il primo buco vicino al saldatore), inserire il saldatore ed aspettare che si raggiunga l'equilibrio termico. Leggere le temperature delle termocoppie

Errori di misura:

Δx : errore di misura del metro; ΔT : errore di sensibilità della termocoppia, propagazione degli errori statistici sulle grandezze derivate.

N.B. $\sigma_T \cong \frac{\Delta_T}{\sqrt{3}}$ ed analogamente per l'errore sulla posizione della termocoppia.

Analisi dei dati:

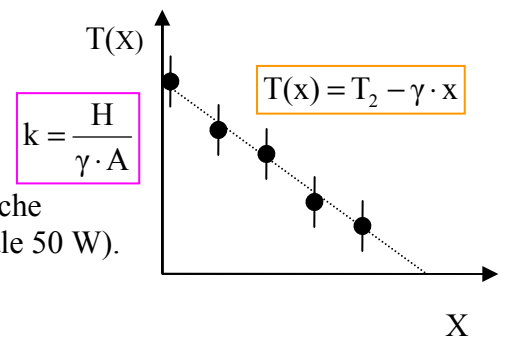
Prendere come origine delle ascisse la posizione della prima termocoppia. Fare un fit lineare con i minimi quadrati per determinare il coefficiente angolare della retta. Tenete presente che per $x=0$ si ha $\ln(1)=0$, quindi la retta da fittare è del tipo $y=bx$. Una volta ricavato b , misurare la sezione della barra, quindi potete ricavare il valore η/k tra la conducibilità barra-aria e la conducibilità k della barra, che potrà essere ricavata nel punto seguente dell'esperienza.

Caso b) : nessuna dissipazione di calore dalla superficie laterale della barra

Questa condizione si realizza rivestendo la barra con una guaina di materiale isolante

Richiami di teoria:

- In regime stazionario il gradiente di temperatura lungo la sbarra è costante: $dT/dx = \text{costante} = -\gamma$
- Dall'andamento di T lungo la barra in funzione di x si ricava γ :
- si può poi ricavare la conducibilità termica della barra, dove A è la sezione della barra e H è la quantità di calore che attraversa la barra per unità (nel nostro caso a regime vale 50 W).



Procedimento di misura:

Rivestire la barra di materiale isolante (senza scottarsi). Leggere le temperature delle termocoppie.

Errori di misura:

Come nel caso precedente.

Analisi dei dati:

Prendere come origine delle ascisse la posizione della prima termocoppia. Fare un fit lineare con i minimi quadrati per determinare γ . Ricavate poi la conducibilità termica della barra, assumendo che la quantità di calore che attraversa la barra per unità di tempo sia uguale alla potenza elettrica nominale dissipata dal saldatore. Infine trovate il valore η della conducibilità barra-aria.