



## VIDEOLABORATORIO 6

### La conduzione del calore nei solidi

#### Scopo del videolaboratorio

Questo videolaboratorio, di carattere squisitamente qualitativo, fornisce una dimostrazione pratica della diversa conducibilità termica di corpi di materiale differente, analizzando il loro comportamento quando una loro estremità viene immersa in un recipiente contenente acqua calda. La variazione di temperatura all'estremità opposta è osservata mediante sensori collegati a un sistema di acquisizione e analisi dati online, che permettono di tracciare in tempo reale il grafico della temperatura in funzione del tempo. Per esigenze di brevità, nel videolaboratorio la fase di costruzione del grafico è accelerata di circa 30 volte. Il grafico è commentato qualitativamente dal presentatore.

#### L'apparato sperimentale

Il dispositivo sperimentale consiste di un recipiente contenente acqua calda nel quale sono immerse, attraverso un coperchio di materiale isolante, tre verghe di forma e dimensioni identiche ma di

diverso materiale: alluminio, ottone e PVC (materiale plastico).

Alle estremità libere delle tre verghe sono agganciati altrettanti sensori di temperatura in acciaio inossidabile, collegati a un sistema di acquisizione e analisi dati online. La risoluzione delle misure di temperatura fornite dai sensori è di 0,1 K.

I valori di conducibilità termica dei tre campioni non sono menzionati nel videolaboratorio, che intende fornire una descrizione puramente qualitativa del fenomeno.

Li elenchiamo qui:

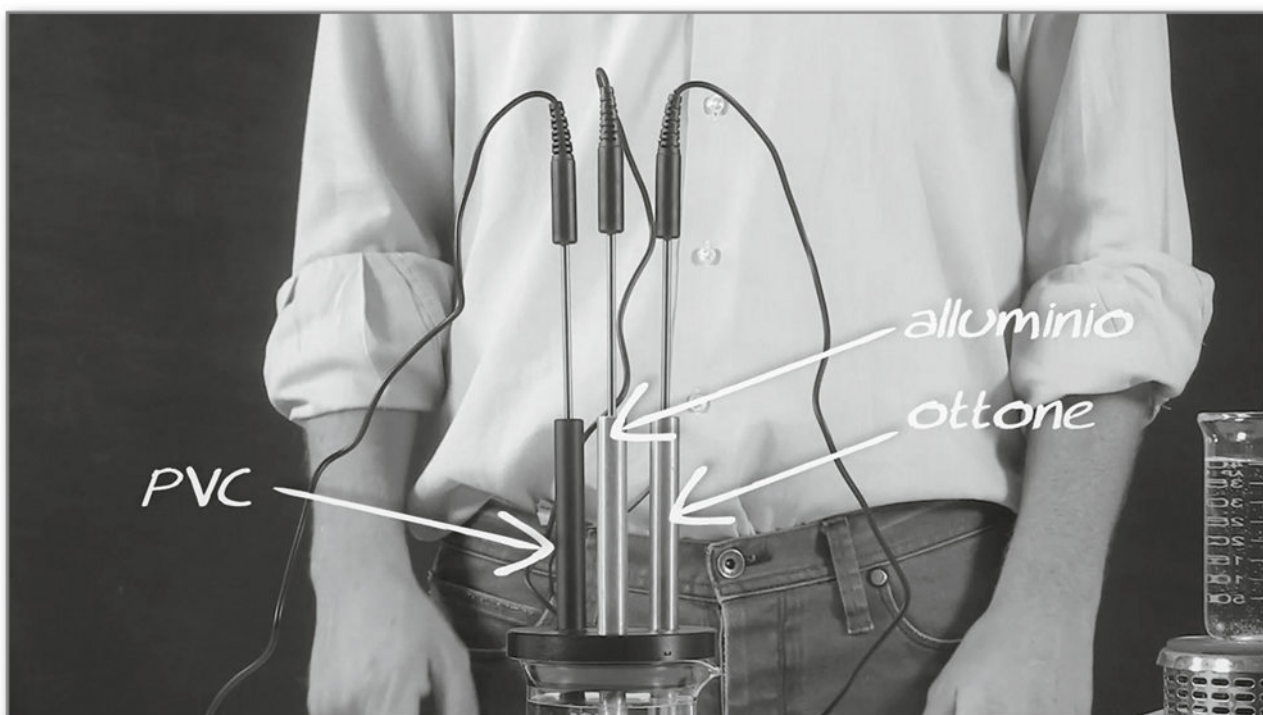
- Alluminio: 237 W/(m · K)
- Ottone: 111 W/(m · K)
- PVC: 0,15 W/(m · K)

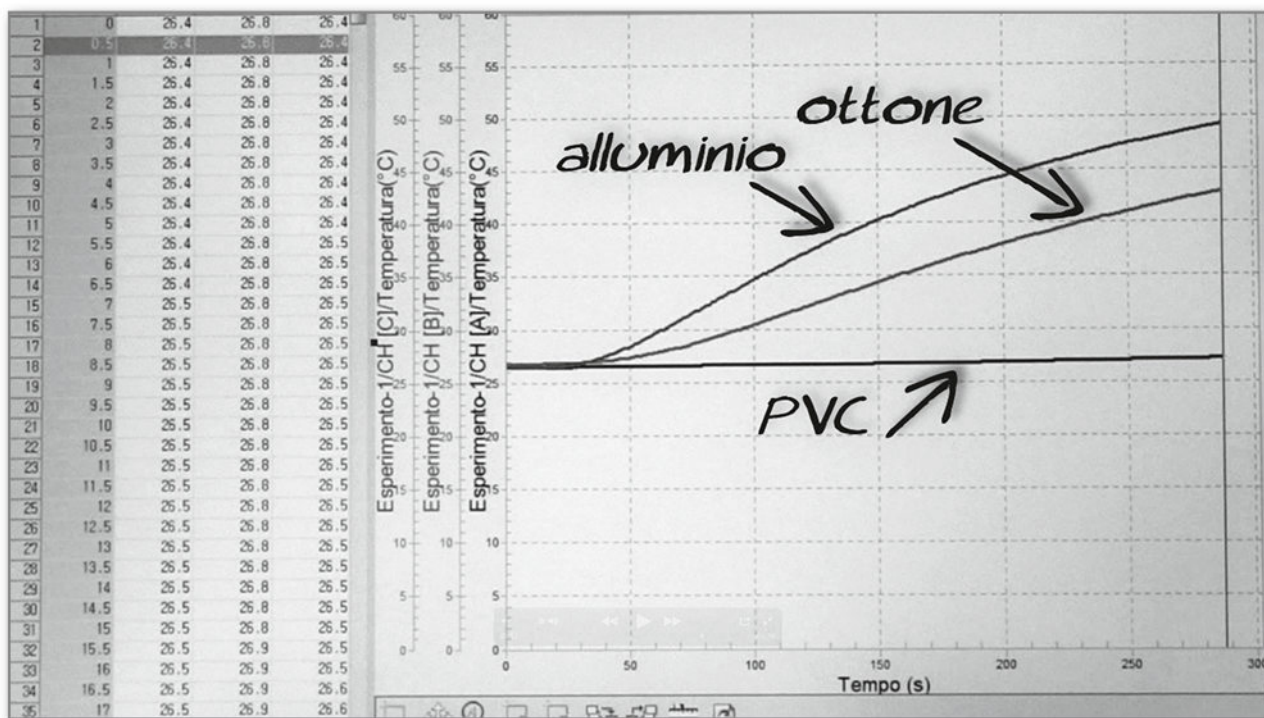
#### Concetti fondamentali

Il videolaboratorio inizia introducendo la formula per la conduzione del calore attraverso una parete solida indefinitamente estesa:

$$Q = k \frac{S \Delta T \Delta t}{l}$$

dove  $Q$  indica la quantità di calore che transita,  $k$  è la conducibilità termica,  $S$  è la superficie della parete,  $\Delta T$  è la differenza di temperatura applicata





ai lati della parete,  $\Delta t$  è il tempo trascorso e  $l$  indica lo spessore della parete.

La formula può essere riferita, in prima approssimazione, anche al caso dei conduttori cilindrici effettivamente impiegati nell'esperimento. Assumiamo infatti di trascurare la dissipazione di calore attraverso le pareti laterali dei cilindri, dato il valore ridotto della conducibilità termica dell'aria secca ( $0,026 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  a temperatura ambiente e pressione standard) rispetto a quello dell'acciaio di cui sono fatti i sensori di temperatura (circa  $50 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ).

### Analisi dei grafici e dei dati

Dopo una prima proiezione del videolaboratorio è possibile tornare a soffermarsi sul grafico che presenta le curve di temperatura riprodotte dai tre diversi sensori (tempo 01:50).

Nei tratti iniziali delle curve è evidente una fase transiente, in cui i sensori entrano in equilibrio termico con le verghe. A partire da questo momento la differenza di temperatura tra verga e acqua si riduce progressivamente per effetto del riscaldamento delle verghe e, in misura minore, del raffreddamento dell'acqua.