

Cognome.....Nome.....Matricola.....Firma.....

RICONSEGNARE SEMPRE QUESTO FOGLIO COMPILATO

**Misure Meccaniche e Termiche - Prof. Gasparetto**

**Appello del 13 febbraio 2014**

DOMANDE

*NB Ci si attendono risposte complete ed approfondite ad ogni singola domanda*

1. La misura del lavoro: esprimere nome e simbolo della sua unità di misura nonché la grandezza in termini di unità fondamentali.
2. xxx
3. xxx

PROBLEMA A

*NB Ci si aspetta che vengano raggiunti tutti i risultati numerici richiesti*

Si vuole determinare tramite applicazione di estensimetri elettrici, il carico assiale su una sezione quadrata di una trave in acciaio con lato di 20 mm. Si supponga di conoscere la tensione di alimentazione del ponte di 5 V, e le seguenti caratteristiche degli estensimetri  $G_f = 1.99 \pm 0.5\%$ ,  $\beta_k = 1.4 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ,  $R_o = 120 \text{ } \Omega \pm 1\%$ . Il modulo elastico del materiale vale  $E = 206 \text{ GPa}$ , il modulo di Poisson  $\nu = 0.3$ . Ipotizzando di avere a disposizione due estensimetri e volendo compensare gli effetti di temperatura:

4. indicare come si realizzerà la disposizione degli estensimetri sulla trave e nel circuito elettrico, e come si completerà il ponte di misura;
5. valutare la sensibilità del sistema;
6. determinare il carico applicato corrispondente ad una lettura di 23 mV, quando l'azzeramento del ponte viene fatto a  $20 \text{ } ^\circ\text{C}$  e la lettura a  $80 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

PROBLEMA B

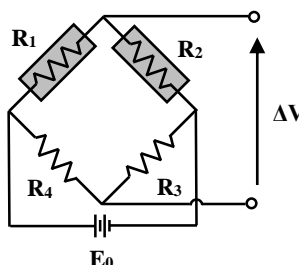
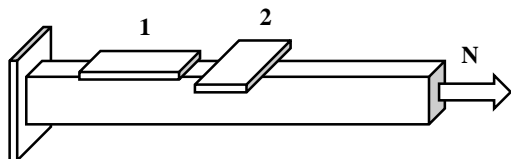
7. Si vuole effettuare una misura di temperatura in un bagno liquido. Si decide di impiegare una termocoppia con una  $\tau = 35 \text{ s}$ . La termocoppia che si trova inizialmente a temperatura ambiente ( $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) dopo 85 s di immersione nel bagno fornisce il valore di  $1255 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Qual è la temperatura reale del liquido?
8. Indicare quanto tempo bisogna attendere al fine di avere una lettura che non si discosti più di  $5 \text{ } ^\circ\text{C}$  dal valore di temperatura del liquido.

*NB: le domande avranno la seguente valutazione: 1 (5 punti), 2 (7 punti), 3 (7 punti), problema A (7 punti), problema B (7 punti). Si prevede che la risposta ad ognuna delle domande 2,3,A,B richieda al massimo 20 min.*

PROBLEMA A

4.

Posizionamento degli estensimetri:



5.

Equazione del ponte di Wheatstone:

$$\Delta V = \frac{E_0}{4} \left[ \frac{\Delta R_1}{R_1} - \frac{\Delta R_2}{R_2} \right]$$

$$\left| \frac{\Delta R_1}{R_1} \right| = G_f \varepsilon = G_f \frac{N}{EA}$$

$$\left| \frac{\Delta R_2}{R_2} \right| = -\nu G_f \varepsilon = -\nu G_f \frac{N}{EA}$$

$$\Delta V = \frac{E_0}{4} G_f (1 + \nu) \frac{N}{EA}$$

• SENSIBILITA' DEL PONTE:

$$S = \frac{\Delta V}{N} = \frac{E_0 \cdot (1 + \nu) \cdot G_f}{4 \cdot E \cdot A} = 3.92445388 \cdot 10^{-8} \text{ V/N}$$

$$i_{S,rel} = i_{G_f,rel} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3}} = 0.29\%$$

$$i_S = 1.13 \cdot 10^{-10} \text{ V/N}$$

$$S = (3.924 \pm 0.011) \cdot 10^{-8} \text{ V/N (l.c. 68\%)}$$

6.

Gli effetti interferenti della temperatura sono compensati, si deve valutare la nuova sensibilità a 80°C:

$$S_{80} = S_{20} \cdot (1 + \Delta T \cdot \beta_k) = 3.95741930 \cdot 10^{-8} \text{ V/N}$$

$$i_{S80,rel} = i_{S20,rel} = i_{G_f,rel} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3}} = 0.29\%$$

$$i_{S80} = 1.13 \cdot 10^{-10} \text{ V/N}$$

$$S_{80} = (3.957 \pm 0.011) \cdot 10^{-8} \text{ V/N (l.c. 68\%)}$$

Carico applicato:

$$N = \frac{V_m}{S_{80}} = 5.81186836 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$i_{N,rel} = i_{S80,rel} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3}} = 0.29\%$$

$$i_N = 1.68 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$N = (5812 \pm 17) \cdot 10^2 \text{ N (l.c. 68\%)}$$

## PROBLEMA B

7. Temperatura del giunto nel tempo:

$$T(t) = T_{AMB} + (T_{FIN} - T_{AMB}) \cdot (1 - e^{-t/\tau})$$

Temperatura finale ( $t = 85$  s):

$$T_{FIN} = T_{AMB} + \frac{T(t) - T_{AMB}}{1 - e^{-t/\tau}} = 20 + \frac{1255 - 20}{1 - e^{-85/35}} = 1374.4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

8. Tempo necessario affinché la lettura si discosti di  $5$   $^\circ\text{C}$  dal valore finale di temperatura:

$$t = -\tau \cdot \ln\left(1 - \frac{T(t) - T_{AMB}}{T_{FIN} - T_{AMB}}\right) = -35 \cdot \ln\left(1 - \frac{(1374.4 - 5) - 20}{1374.4 - 20}\right) = 196.1 \text{ s}$$