

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

RICONSEGNARE SEMPRE QUESTO FOGLIO COMPILATO

## Misure Meccaniche e Termiche - Prof. Gasparetto

### Appello del 3 settembre 2014

#### DOMANDE

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

1. La misura della massa: esprimere nome e simbolo della sua unità di misura nonché la grandezza in termini di unità fondamentali.
2. Studio della indicazione di un termometro per variazioni periodiche della temperatura da misurare.
3. Misure estensimetriche.
4. Termocoppie.

#### PROBLEMA A

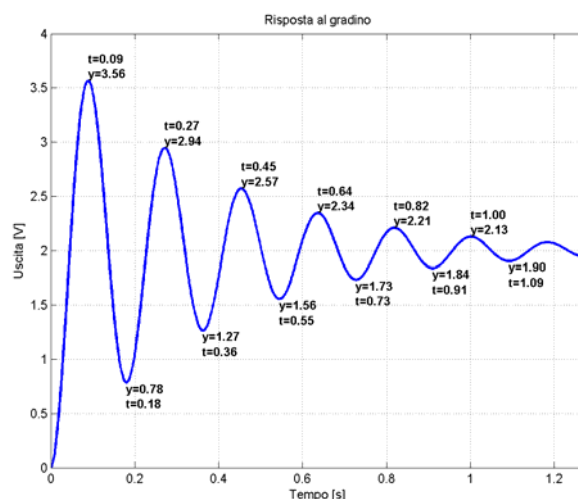
*NB Ci si aspetta che vengano raggiunti tutti i risultati numerici richiesti*

5. L'accelerazione di gravità viene misurata tramite il periodo di oscillazione di un pendolo dalla relazione:  $a=L/T^2$ . Scrivere la misura dell'accelerazione se con una lunghezza  $L=25,1030$  mm misurata con uno strumento avente uno scarto tipo di ripetibilità di  $2,5 \mu\text{m}$  si misura un periodo di oscillazione di  $253,18$  ms tramite un cronometro avente una risoluzione di  $0,02$  ms. Indicare su quale misuratore è preferibile intervenire per ridurre l'incertezza di misura.

#### PROBLEMA B

In corrispondenza di un ingresso a gradino di  $9.81 \text{ m/s}^2$ , un accelerometro ha fornito l'uscita in figura.

6. Scegliere un convertitore A/D (fondo scala e numero di bit) adatto per acquisire il segnale e ottenere una risoluzione migliore di  $0,1 \text{ mV}$ .
7. Si vuole acquisire il segnale con una scheda A/D: indicare il valore della frequenza di campionamento che si imposterebbe per avere un campionamento corretto. [giustificare]
8. Se si campionasse per il tempo indicato in figura ( $1,25 \text{ s}$ ), quale risulterebbe la risoluzione in frequenza dello spettro delle misure acquisite?
9. Indicare che tipo di funzione di risposta armonica corrisponde allo strumento, e quanto valgono i suoi parametri.



#### PROBLEMA C

10. Si vuole effettuare una misura di temperatura in un bagno liquido. Si decide di impiegare una termocoppia con una  $\tau=25$  s. La termocoppia che si trova inizialmente a temperatura ambiente ( $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) dopo  $55$  s di immersione nel bagno fornisce il valore di  $745 \text{ }^\circ\text{C}$ . Indicare quanto tempo bisogna attendere al fine di avere una lettura che non si discosti più di  $5^\circ\text{C}$  dal valore di temperatura del liquido.

*NB: le domande avranno la seguente valutazione: 1 (5 punti), 2 (4,7 punti), 3 (4,7 punti), 4 (4,7 punti), problema A (4,7 punti), problema B (4,7 punti), problema C (4,7 punti). Si prevede che la risposta ad ognuna delle domande 2,3,4,A,B,C richieda al massimo 20 min.*

SOLUZIONE

5.

$$a=L/T^2=25,1030 \text{ mm} / (253,18 \text{ ms})^2=0,3916218 \text{ m/s}^2$$

$$i_L=\sigma_{\text{tiporipet}}=2,5 \text{ } \mu\text{m}$$

$$i_{L,rel}=i_L/L=2,5 \text{ } \mu\text{m} / 25,1030 \text{ mm}=9,96 \cdot 10^{-5}$$

$$I_T=r/(2\sqrt{3})=0,02 \text{ ms} / (2\sqrt{3})=5,77 \text{ } \mu\text{s}$$

$$i_{T,rel}=i_T/T=5,77 \text{ } \mu\text{s} / 253,18 \text{ ms}=2,28 \cdot 10^{-5}$$

$$i_{a,rel} = \sqrt{(m_L i_{L,rel})^2 + (m_T i_{T,rel})^2} = \sqrt{(1 \cdot 9,96 \cdot 10^{-5})^2 + (2 \cdot 2,28 \cdot 10^{-5})^2} = 1,095 \cdot 10^{-4}$$

$$i_a=i_{a,rel} \cdot a=4,29 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}^2$$

$$\text{Quindi scrivo la misura di } a=(0,391622 \pm 0,000043) \text{ m/s}^2$$

Per ridurre l'incertezza di misura bisognerebbe migliorare la misura della lunghezza.

6.

Scelgo FS=0-5 V

$$\text{LSB}=\text{FS}/2^b$$

Quindi  $b > \log(\text{FS}/\text{LSB})/\log(2) = \log(5 \text{ V} / 0,0001 \text{ V})/\log(2) = 15,6$ . Quindi scelgo 16 bit.

7.

$$\text{Periodo medio } t=(1,00 \text{ s} - 0,09 \text{ s})/5=0,182 \text{ s}$$

$$f_s=1/t=5,5 \text{ Hz}$$

$$f_c > 2 \cdot f_s = 11 \text{ Hz} \text{ quindi scelgo } f_c = 20 \text{ Hz}$$

8.

$$\Delta f = 1/T = 1/(1,125 \text{ s}) = 0,8 \text{ Hz}$$

9.

Strumento del 2° ordine sottosmorzato

$$k=0,204 \text{ V}/(\text{m/s}^2)$$

$$\xi = 1/(2\pi n) \cdot \ln(A_i/A_{i+n}) = 7,9\%$$

$$f = 5,5 \text{ Hz}$$

$$f_n = 2\pi f / \text{radq}(1 - \xi^2) = 34,5 \text{ rad/s}$$

10.

Risposta al gradino adimensionalizzata

$$\frac{T(t) - T_i}{T_f - T_i} = 1 - e^{-t/\tau}$$

$$\text{Quindi } T_f = T_i + \frac{T(t) - T_i}{1 - e^{-t/\tau}} = 835,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{E il tempo di attesa dovr\`a essere } t = -\tau \ln\left(1 - \frac{T_f - \Delta T - T_i}{T_f - T_i}\right) = 127,4 \text{ s}$$