

Cognome.....Nome.....Matricola.....Firma.....
RICONSEGNARE SEMPRE QUESTO FOGLIO COMPILATO

Corso integrato di Misure e Strumentazione Industriale e Laboratorio di Energetica / Nucleare

Prova del 7 settembre 2012

Prova di Misure e Strumentazione Industriale

1. Vengono riportate nelle tabelle sottostanti due serie di misure, effettuate tramite un opportuno calibro laser (incertezza strumentale trascurabile), del diametro di una sfera di acciaio per cuscinetti. La prima serie rappresenta misurazioni effettuate a una temperatura di 20 °C; la seconda serie alla temperatura di utilizzo di 80 °C.

SERIE 1 [mm]

10,003	10,001	10,001	10,002	9,998	10,000	9,999	10,003	10,002	10,004
10,000	10,000	9,999							

SERIE 2 [mm]

10,013	10,01	10,008	10,011	10,012	10,011
--------	-------	--------	--------	--------	--------

- a) Si calcoli il diametro della sfera secondo la norma UNI 4546, esprimendo la misura con intervallo di confidenza del 95%.

$$\mu_{D1} = 10,000923mm$$

$$\mu_{D2} = 10,010833mm$$

$$\sigma_{D1} = 0,0018mm$$

$$\sigma_{D2} = 0,00172mm$$

$$u_{D1} = \frac{\sigma_{D1}}{\sqrt{n_1}} = 0,0004995mm$$

$$u_{D2} = \frac{\sigma_{D2}}{\sqrt{n_2}} = 0,0007032mm$$

Misura Serie 1: 10,00092 ± 0,00050 mm

Misura Serie 2: 10,01083 ± 0,00070 mm

Per l'incertezza estesa, essendo la cardinalità della Serie 1 maggiore di 10 (N=13) possiamo utilizzare l'approssimazione gaussiana. Per un LC pari a 95%, si ha un fattore di copertura di 1,96 quindi:

Misura 1: $10,00092 \pm 0,00098$ mm (LC 95%, fc 1,96)

Per la Serie 2 invece è necessario fare riferimento alla distribuzione t-student. Con $\nu = 5$ e LC 95%, il fattore di copertura è 2,57. Quindi:

Misura Serie 2: $10,0108 \pm 0,0018$ mm (LC 95%, fc 2,57)

- b) Si calcoli la massa volumica della sfera a 20 °C, sapendo che la media delle misure della massa effettuata attraverso una bilancia con risoluzione del centesimo di grammo è pari a 4,03 g.

$$V = \frac{4}{3} \pi * \left(\frac{10,00092}{2} \right)^3 = 523,743 \text{ mm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{4}{3} \pi \left(\frac{D}{2} \right)^3} = \frac{4,03}{523,743} = 0,0076946 \frac{\text{g}}{\text{mm}^3}$$

$$u_m = \frac{0,01}{2\sqrt{3}} = 0,00288 \text{ g}$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial m} = \frac{1}{\frac{4}{3} \pi \left(\frac{D}{2} \right)^3} \frac{\partial \rho}{\partial D} = \frac{-18}{\pi} \frac{m}{D^4}$$

$$u_\rho = \sqrt{\left(\frac{3}{4\pi} \left(\frac{2}{\mu_{D1}} \right)^3 * u_m \right)^2 + \left(\frac{-18}{\pi} \frac{\mu_m}{\mu_{D1}^4} * u_D \right)^2} = 5,6 \cdot 10^{-6} \frac{\text{g}}{\text{mm}^3}$$

Misura Massa volumica: $(7694,6 \pm 5,6) * 10^{-6} \text{ g/mm}^3$

2. Si desidera misurare la temperatura di un liquido utilizzando una termocoppia con curva di taratura: $E(mV) = 5 \cdot \sqrt[4]{t(^{\circ}C)^3}$.

La temperatura del giunto freddo viene determinata tramite una termoresistenza Pt100; un circuito a quattro fili impone una corrente di misura di 2mA e ai capi della termoresistenza si misura una caduta di tensione pari a 0,22 V.

- a) Sapendo che il coefficiente di temperatura α è $3,850 \cdot 10^{-3} \text{ }^{\circ}C^{-1}$, determinare la temperatura del giunto freddo.

$$R_t = \frac{0.22 \text{ V}}{0.002 \text{ A}} = 110 \text{ } \Omega$$

$$R = R_0(1 + \alpha t)$$

$$t = \frac{\left(\frac{110}{100} - 1\right)}{\alpha} = 25,97 \text{ }^{\circ}C$$

- b) Sapendo che il valore della lettura della termocoppia è di 88,58mV, calcolare la temperatura del giunto di misura immerso nel liquido.

$$E_{0-25.97} = 5 \cdot \sqrt[4]{25,97^3} = 57,52 \text{ mV}$$

$$E_t = 57,52 + 88,58 = 146,10 \text{ mV}$$

$$T = \sqrt[3]{\left(\frac{146,1}{5}\right)^4} = 90 \text{ }^{\circ}C$$

3. Un sensore di spostamento presenta una caratteristica lineare e un campo di misura da 0 mm a 50 mm corrispondenti a un'uscita in tensione da 0 V a 10 V. Volendo apprezzare il centesimo di millimetro, si determini il numero minimo di bit necessario per un convertitore analogico digitale.

$$r = \frac{F_{max} - F_{min}}{2^n}$$

$$\frac{1}{5} * 0.01 = \frac{10 - 0}{2^n}$$

$$2^n = 5000$$

$$n = 12,28 \rightarrow n = 13$$

4. In un laboratorio medico sono state allestite due pedane opportunamente sensorizzate. Con la prima si desidera monitorare il peso dei pazienti semplicemente facendoli salire su di essa. Con la seconda si vuole valutare la capacità motoria dei pazienti ai quali viene richiesto di effettuare un salto sulla pedana. Ipotizzando di effettuare misure di accelerazioni in entrambi i test, quali tipi di sensori risultano più appropriati per una pedana e quali per l'altra?

5. Confrontare un pirometro monocromatico con un pirometro bicromatico, con particolare riferimento alle componenti che determinano le incertezze di misura.