

Esercitazione in Laboratorio n.1 (21-22 / 10 / 2003)

L'esercitazione comprende tre diverse misure. Ciascun gruppo deve prendere i dati e riportare i dati sul quaderno in modo che ciascuno studente possa nel seguito rielaborare i dati presi.

Misura 1)

Si tratta di determinare la densità dell'alluminio tramite misure di volume e massa di un campione di blocchi di alluminio. Dato il valore della densità dell'alluminio

$$\rho(\text{Al}) = 2.70 \text{ g / cm}^3$$

si deve concludere se il risultato della misura effettuata sul campione è "compatibile" con il valore atteso.

Ogni gruppo dispone di N cilindri di alluminio. Ha inoltre a disposizione i seguenti strumenti per misure di "spessore":

1 calibro ventesimale con nonio;

1 calibro palmer.

Per la misura di massa sono a disposizione 2 tipi di bilancia, una analogica e una digitale.

Sequenza di operazioni consigliate.

1. Prendere confidenza con i 5 strumenti a disposizione, determinandone risoluzione e precisione.
2. Provare a valutare la "intercalibrazione" tra i 2 strumenti di misura di spessori e tra i 2 strumenti di misura di massa.
3. Procedere alle misure scegliendo uno strumento per le masse ed uno per gli spessori. È importante non confondere i cilindri e fare una tabella con le misure rilevanti per ciascun cilindro. Ricavare la densità di ciascun cilindro.
4. Studiare la distribuzione delle densità misurate. Ricavare la migliore stima del valore vero della densità e stimare l'incertezza su tale valore.
5. È tale valore compatibile con la densità dell'alluminio ?

Misura 2)

Utilizzando il calibro ventesimale, stimare la capacità di interpolazione degli studenti.

Aprire a caso il calibro, tenere coperto il nonio e poi tentare (senza sbirciare il nonio) di stimare al meglio la lettura sul calibro stesso. Poi guardare il nonio (senza cambiare l'apertura del calibro) e valutare il "valore vero". Mettere in tabella valore stimato e valore vero. Ripetere la misura una ventina di volte per studente.

Misura 3)

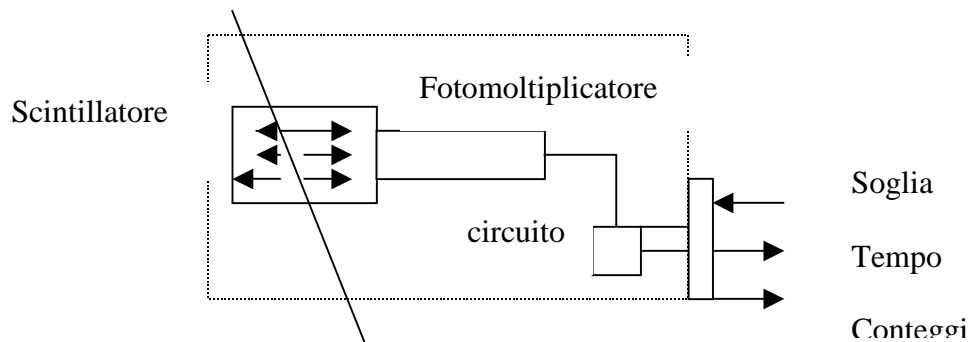
Questa misura viene effettuata da ogni gruppo a turno, spostandosi nella stanza vicina. Utilizzando un apposito programma al calcolatore, misurare i tempi di reazione di ciascun componente del gruppo. Vengono misurati i tempi di reazione sia a segnali visivi che a segnali sonori secondo le modalità del programma che saranno illustrate.

Prendere una sequenza visiva di 20 misure per ogni studente ed una sonora sempre di 20 misure. In totale sono 120 misure. Stampare il risultato ed incollarlo sul quaderno.

Esercitazione di Laboratorio 2 (6-7/11/2003)

La seconda esercitazione si propone di far fare agli studenti esperienza di fenomeni di conteggio sia binomiali che poissoniani. A tal fine vengono utilizzati (a) *un contatore* e (b) *un pallinometro*.

- (a) Contatore. Ogni gruppo ha a disposizione una “scatola nera” contenente un pezzo di materiale scintillatore che emette luce al passaggio di radiazioni ionizzanti, un fotomoltiplicatore che traduce il segnale luminoso in impulso elettrico, ed un circuito elettrico che conta il numero di volte che il segnale elettrico supera una certa soglia regolabile dall'esterno. In figura è mostrato uno schema del contatore.



Il contatore può essere fatto funzionare in due modi:

- (1) fissato il tempo Δt si conta il numero di conteggi in Δt
- (2) fissato il numero di conteggi si misura dopo quanto tempo tale numero di conteggi viene raggiunto.

Dall'esterno della scatola nera sono visibili: 1 manopola per selezionare modo (1) o modo (2), un regolatore del numero di conteggi o del tempo e infine un display che indica il numero di conteggi (nel modo (1)) ed il tempo trascorso (nel modo (2)). Si propone di:

- Effettuare misure di conteggi a Δt fissati (modo (1)): scegliere valori opportuni di Δt (per esempio 1 s, 10 s, 100 s). Per ogni intervallo di tempo scelto effettuare un campione di misure (una cinquantina per esempio) e fare l'istogramma dei valori ottenuti.
- Effettuare misure di tempo per avere un conteggio. Fare un campione significativo di queste misure (per esempio un centinaio) e fare l'istogramma dei valori ottenuti

(b) Pallinometro. Si tratta di un esperimento virtuale che si fa utilizzando una simulazione al calcolatore. Il pallinometro è costituito da N file di chiodi, disposti in modo tale che la k -esima fila sia costituita da k chiodi. Se lanciamo M palline dalla sommità è interessante chiedersi dove, alla fine della catena ciascuna pallina lanciata andrà a disporsi tra le $N+1$ posizioni raggiungibili. Avremo così la distribuzione delle palline che potremo confrontare con ciò che ci aspettiamo sulla base delle caratteristiche del processo. Si propone semplicemente di:

- Prendere i dati con il pallinometro per diversi valori del numero di file di chiodi (per esempio $N=4, 10, 30$) e riportare gli istogrammi per ogni set di misure. Vedere qualitativamente se tornano con ciò che vi aspettate.

Esercitazione in Laboratorio n.3 (12/ 11 / 2003)

L'esercitazione consiste nella determinazione dell'accelerazione di gravità g attraverso misure di allungamento e di periodo di oscillazione di una molla.

Appendiamo una massa m ad una molla di costante elastica k appesa a sua volta ad un supporto. In condizioni di equilibrio, la molla risulterà allungata rispetto alla sua posizione di equilibrio in assenza di pesi, di una quantità tale da rendere uguali e contrarie le 2 forze in gioco:

$$k\delta x = mg$$

per cui l'allungamento δx risulterà pari a:

$$\delta x = \frac{mg}{k}$$

Spostando lievemente il peso dalla posizione di equilibrio lungo la verticale, inizierà un moto di "piccole oscillazioni" intorno alla posizione di equilibrio, di periodo:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Utilizzando opportunamente le 2 relazioni trovate otteniamo una misura di g .

Sono a disposizione di ogni gruppo:

- Una molla appesa al supporto corredata di carta millimetrata per misure di allungamento;
- 10 dischetti che si possono appendere alla molla;
- Bilance per la misura della massa dei 10 dischetti;
- Un cronometro manuale a lettura digitale per le misure di periodo;

Si suggerisce la sequenza di operazioni

- (1) Misurare la massa dei 10 dischetti (mantenendo l'identità di ciascun dischetto).
- (2) Appendere un dischetto alla molla e misurare:
 - l'allungamento δx
 - il periodo delle piccole oscillazioni Tper ciascuna delle 2 misure occorre stimare l'incertezza di misura. Se necessario ripetere più volte la misura e misurare la deviazione standard delle misure stesse.
- (3) Ripetere la misura per 2 dischetti, poi per 3 e così via fino a 10 dischetti. Riportare in tabella i risultati (m , δx , T).
- (4) Al termine delle misure riportare su grafico i seguenti andamenti:
 - δx in funzione di m
 - T in funzione di \sqrt{m}e verificare qualitativamente l'accordo con gli andamenti previsti.
- (5) Calcolare per ciascuna delle 10 configurazioni di dischetti il valore di k e da questo il valore di g . Stimare per ogni misura l'incertezza su g . Graficare k e g in funzione di m per vedere se ci sono andamenti.
- (6) Dare la migliore stima "complessiva" di g con la sua incertezza.

Esercitazione in Laboratorio n.4 (27-28/ 11 / 2003)

L'esercitazione consiste nella misura di due costanti di tempo: quella di un termometro (τ_t), e quella di un "termos" (dewar) (τ_d). Nel primo caso si tratta di vedere quale è il "tempo caratteristico" con cui un termometro si stabilizza alla temperatura che si vuole misurare, nel secondo caso si vede con quale tempo caratteristico un "termos" vede diminuire la temperatura al suo interno. La formula che descrive il processo è in entrambi i casi:

$$T(t) = T_F - (T_F - T_o)e^{-\frac{t}{\tau}}$$

in cui T_F e T_o sono rispettivamente la temperatura cui si tende, e quella di partenza.

Si ha a disposizione:

- un dewar con tappo con 2 aperture per inserire i termometri e 1 ulteriore apertura dove è alloggiato un "agitatore";
- 2 termometri (A e B);
- un cappuccetto da inserire nel termometro A;
- un cronometro manuale;
- una vaschetta

Elenco delle operazioni da fare:

- (1) Misura preliminare: studio della calibrazione relativa tra i due termometri. Si mette acqua calda nel dewar (riempiendolo a metà). Poi si mettono progressivamente piccole quantità di acqua fredda. In ciascuna condizione, dopo aver atteso che la situazione si sia stabilizzata, si effettuano misure di temperatura con i 2 termometri. Si riportano in grafico i valori delle differenze tra le letture, $\Delta t = t_A - t_B$ in funzione di t_A . Si interpreta il risultato ottenuto. D'ora in avanti si prende il termometro A come riferimento e tutte le t_B saranno corrette secondo la curva di calibrazione relativa ottenuta.
- (2) Riempire il dewar di acqua calda. Inserire il termometro B in uno dei 2 buchi del dewar e lasciarlo sempre lì fino a fine esperienza. Leggere la temperatura del dewar a intervalli regolari (per esempio ogni minuto) e annotarla su una tabella tempo-temperatura. D'ora in avanti, B è il monitor della temperatura del dewar e dai valori in tabella è possibile desumere τ_d .
- (3) Misura di τ_t del termometro A. Dopo aver tenuto A in contatto con l'acqua fredda della vaschetta ed avere osservato la stabilizzazione della temperatura letta, inserire A nel dewar contenente acqua calda e:
 - misurare la temperatura ad intervalli regolari usando il cronometro e fare tabella tempo-temperatura; ripetendo questo tipo di misura stabilire anche l'incertezza da associare alle temperature lette; infine riportare in carta semilogaritmica le misure;
 - misurare il tempo impiegato da A a raggiungere una temperatura $T^* = T_B - (T_B - T_o)/e$.Anche in questo caso, la ripetizione della misura permette di valutare l'incertezza su tale tempo.

In ogni caso è importante per ogni misura registrare la temperatura di B durante la misura, almeno all'inizio e alla fine.