

Laboratorio di Fisica Sperimentale

LABORATORIO DI FISICA SPERIMENTALE
Ingegneria meccanica

A.A. 2020-2021





Prima esperienza
Errori di misura; studio di relazioni lineari:
tabelle e grafici

**lasciare il tavolo di laboratorio in ordine e pulito;
ne siete responsabili (anche della strumentazione)**



LaDiFi
laboratorio didattico di Fisica

adalberto.sciubba@uniroma1.it

INFORMAZIONI SUL CORSO:

<http://www.sbai.uniroma1.it/sciubba-adalberto/laboratorio-di-fisica-sperimentale/2020-2021>

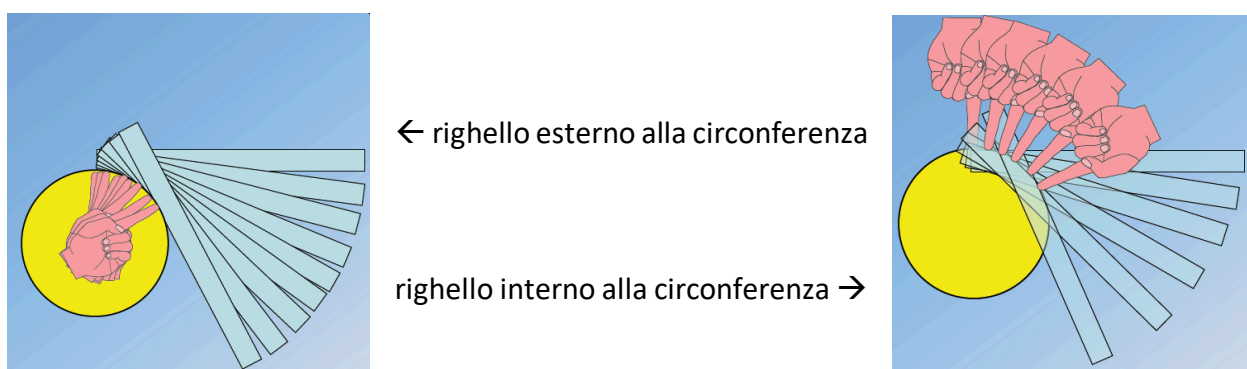
0) PRESENZE (per chi è in presenza)

- riportare sul frontespizio del foglio di laboratorio che andrà consegnato a fine esperienza il numero del tavolo/gruppo, i nominativi del gruppo, la data e firmare in corrispondenza del proprio nome

*Scopo di una misura è determinare il **valore vero** di una grandezza fisica. Il valore ottenuto si discosta dal **valore vero** per una quantità detta **errore di misura**. Ripetendo una misura con uno strumento sufficientemente **sensibile** si ottengono valori diversi a causa di errori di misura che variano casualmente (**errori casuali**) ma gli errori hanno anche una componente sistematica che si presenta sempre uguale a sé stessa finché non si cambia lo strumento o il metodo di misura (**errori sistematici**).*

1) MISURA DI π

- misure; errori di misura; errori sistematici; errori casuali; scarto relativo



Si eseguano 5 misurazioni del diametro D , 5 misurazioni della circonferenza C_e utilizzando un righello con **sensibilità 1 mm/divisione** (farlo ruotare all'esterno della circonferenza rimanendo quanto più possibile in contatto) e 5 misurazioni della circonferenza C_i utilizzando un righello (farlo ruotare all'interno della circonferenza rimanendo quanto più possibile in contatto).

Si riportino nelle 3 colonne di una **tabella** i risultati delle misure utilizzando come **unità di misura** i centimetri apprezzando il millimetro (si potrebbe apprezzare anche il decimo di divisione dello strumento).

Si completi la tabella calcolando nell'ultima riga la media delle 5 misure di ogni colonna

n	D [cm]	C _e [cm]	C _i [cm]
1			
2			
3			
4			
5			
media			

●●● La migliore stima della lunghezza del diametro è data dalla media aritmetica delle misure:

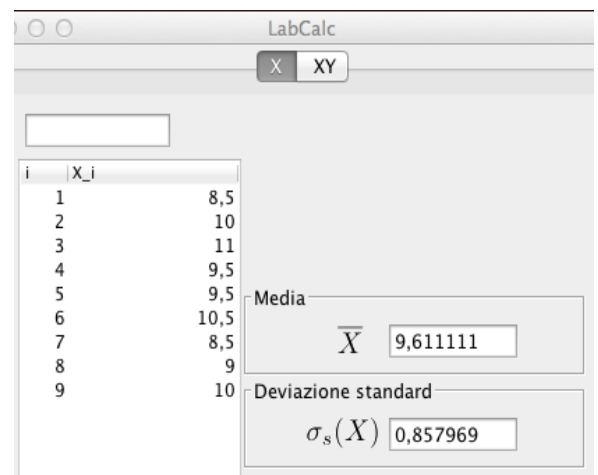
$$\bar{D} = \frac{\sum_{n=1, N} D_n}{N} \text{ con } N = 5, \text{ in questo caso}$$

Per il calcolo della media è possibile utilizzare **LabCalc** che è sul desktop del PC: fornisce anche un'indicazione della dispersione delle misure intorno alla media aritmetica (usare la virgola come separatore dei decimali).

La deviazione standard è legata alla **precisione della misura (ripetibilità) connessa con gli errori casuali della misura**.

●●● Analogamente, si calcolino la media aritmetica delle circonferenze esterna e interna.

Si calcolino la loro media aritmetica \bar{C} e la loro differenza $\Delta C = C_e - C_i$. La differenza è legata all'**accuratezza della misura (entità degli errori sistematici della misura)**.



●●● La migliore stima del valore di π è data dal rapporto delle medie aritmetiche π_{mis} :

$$\pi_{\text{mis}} = \frac{\bar{C}}{\bar{D}}$$

>>> Quanto si discosta π_{mis} dal valore $\pi = 3,141\,592 \dots$ in termini assoluti $\Delta\pi = \pi_{\text{mis}} - \pi$?

>>> E in termini relativi $\Delta\pi_r = \Delta\pi/\pi$?

>>> Che informazione si può estrarre dalla differenza ΔC ?

NOTA: il righello consente di misurare il diametro D della circonferenza ma non il raggio R. Se fosse stata richiesta la misura del raggio si sarebbe dovuta utilizzare la relazione $R = D/2$.

D è una **misura diretta**; R è una **misura indiretta** ottenuta a partire dalla relazione (geometrica, in questo caso) e dalla misura diretta di D.

2) STUDIO DI RELAZIONI LINEARI

- tabelle, grafici, pendenza e intercetta

$$S = \pi/4 d^2$$

(simulazione)

Su un foglio di carta a quadretti sono state tracciate col compasso circonferenze di varie dimensioni. Per la misura della superficie di ogni cerchio è stato adottato il seguente metodo: sono stati contati tutti (e solo) i quadretti contenuti per almeno la metà della loro superficie all'interno della circonferenza e il risultato è stato moltiplicato per l'area di un quadretto.

NOTA: Questo metodo consente di ottenere una **misura diretta** della superficie dato che è determinata dal confronto con una unità di misura di superficie (l'area del quadrato). La misura di d^2 , invece, è **indiretta** dato che lo strumento utilizzato misura d .

Sono state ottenute le seguenti misure:

diametro d [cm]	superficie S [cm ²]
7,8	48
12,0	113
15,7	193
20,1	322
23,9	442
28,0	613
32,0	806
35,9	1009

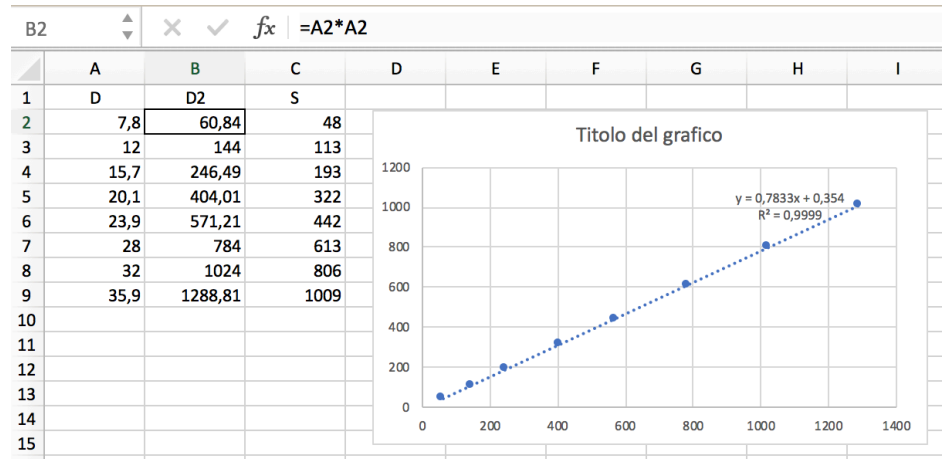
- 1) Si riporti sul foglio la tabella con le misure aggiungendo una colonna col calcolo di d^2 [cm²].
- 2) graficare sul foglio di carta millimetrata i risultati riportando in **ascisse i diametri al quadrato** e in **ordinate le superfici**: (S in funzione di d^2 cioè S vs d^2):
 - A) si scelga una suddivisione delle scale (ascisse e ordinate) tale da contenere sia l'origine che il punto di coordinate maggiori e sia di facile lettura (multipli di 1, 2 o 5 volte un valore 10^n)
 - B) si segnino alcuni valori (equidistanti) di riferimento sugli assi;
 - C) si completino gli assi con l'indicazione delle grandezze riportate e le unità di misura;
 - D) si disegnino i punti sperimentali con un punto:
 - prima a matita e successivamente in modo più visibile;
 - non si traccino rette perpendicolari agli assi per evidenziare i valori delle coordinate;
 - non si traccino spezzate per congiungere i punti graficati;
 - E) si completi il grafico indicando la relazione lineare attesa fra le grandezze: $S = \pi/4 d^2$
- 3) si tracci la retta passante quanto più possibile vicino a tutti i punti sperimentali
- 4) si misurino i parametri della retta ($Y = p X + q$ con p **pendenza** e q **intercetta**)

IN QUESTO CASO $p = \pi/4$; $q = 0$

 - A) per la pendenza p della retta:
 - si evidenzino sulla retta disegnata due punti di facile lettura $P_1 = [x_1, y_1]$ e $P_2 = [x_2, y_2]$
 - si riportino le loro coordinate (con le unità di misura)
 - si calcoli la pendenza come valore del rapporto incrementale $p = (y_2 - y_1)/(x_2 - x_1)$
 - B) per l'intercetta q della retta:
 - si legga sul grafico il valore dell'intercetta q cioè il valore di Y per $X = 0$

5) utilizzando un foglio di calcolo elettronico (Excel, OpenOffice, ...):

- inserire le misure della tabella
- calcolare d^2
- graficare S vs d^2
- inserire la linea di tendenza
- verificare che l'andamento sia lineare e che non ci siano misure molto discostanti dalla retta



i	X _i	Y _i
1	60,84	48
2	144	113
3	246,49	193
4	404,01	322
5	571,21	442
6	784	613
7	1024	806
8	1288,81	1009

Pendenza

p 0,783304

σ_p 0,003073

Intercetta

q 0,354039

σ_q 2,145561

Correlazione lineare

r 0,999954

6) utilizzando **LabCalc** in modalità **XY** inserire le misure d^2 (X_i) e S (Y_i).

>>> Verificare che l'intercetta sia compatibile con il passaggio per l'origine ($|q| < \sigma_q$)

7) misurare π a partire dalla pendenza ottenuta con **LabCalc**: $p = \pi/4 \rightarrow \pi = \dots$

>>> commentare sinteticamente la bontà del risultato ottenuto

giovedì 9 marzo stesso orario, stesso tavolo

PUNTUALITÀ

