

## Metodi di misura delle grandezze fisiche

I metodi di misura possono essere classificati secondo 3 tipologie fondamentali:

- **Misure dirette**, basate sul confronto diretto della grandezza da misurare con un campione ad essa omogeneo (ex.: misure di lunghezza, massa, tempo ed altre)

- **Misure indirette**, nelle quali la grandezza da misurare  $g$  è una funzione  $f(x,y,z,\dots)$  di altre grandezze fisiche  $x, y, z, \dots$  misurabili direttamente e non omogenee a  $g$  (ex.: misura della velocità media di un punto materiale dalla misura dello spazio percorso e del tempo impiegato a percorrerlo, misura della temperatura dalla misura dell'altezza della colonnina di mercurio di un termometro, ecc.)

- **Misure con strumenti tarati**, che utilizzano strumenti appositamente costruiti e che forniscono direttamente, tramite lo spostamento di un indice o l'indicazione di uno schermo, il valore della grandezza che si vuol misurare, senza bisogno di campioni né della conoscenza della funzione che lega lo spostamento dell'indice alla grandezza in esame (ex. termometro, barometro, tachimetro, bilancia, ...)

## Le incertezze sperimentali

Le incertezze sperimentali si distinguono in due grandi categorie:

- **Inceteezze sistematiche**, che si ripercuotono sulla misura sempre nella stessa maniera, alterando quindi il risultato sempre nello stesso senso.  
Le inceteezze sistematiche possono essere ulteriormente suddivise in

- inceteezze sistematiche “**di schematizzazione**”, dovute a cause e fenomeni fisici che si sono trascurati nella schematizzazione utilizzata per realizzare la misura (ex. resistenza dell’aria, attrito radente e volvente, ecc.)
- inceteezze sistematiche “**strumentali**”, dovuti al non corretto funzionamento o utilizzo di uno strumento  
( ex. errori di tracciatura nelle scale graduate, valore di zero, offset, dello strumento, attriti nel moto dell’indice dello strumento, ecc)
- inceteezze sistematiche “**dovute all’operatore**”, dovute alla procedura di misura che l’operatore mette in atto  
(ex. errori di parallasse, riflesso umano nella misura dei tempi, ecc).

Le inceteezze sistematiche normalmente non si manifestano ripetendo più volte la misura ed è quindi la loro individuazione è legata alla perizia e all’esperienza dello sperimentatore che dovrebbe in ogni caso dare una stima del loro massimo contributo.

Parleremo di **accuratezza** quando tratteremo del contributo di tali errori.

- **Inceteezze accidentali**, che si ripercuotono sulla misura in maniera casuale e che non sono controllabili né è prevedibile il senso in cui modificheranno la misura. Tali inceteezze sono ineliminabili e si può solo cercare di quantificare il loro contributo all’inceteezza di misura (vedremo in seguito con quali metodi)  
Parleremo di **precisione** quando tratteremo del contributo di tali errori.

## Le incertezze sperimentali nelle misure dirette

Si supponga di aver eliminato il contributo all'incertezza dovuto alle incertezze sistematiche (che vuol dire?) e preoccupiamoci di stimare il contributo di quelle accidentali.

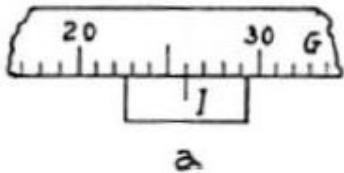
Misure dirette -> confronto con campione omologo -> strumenti di misura ("tarati")

Caratteristiche di uno strumento:

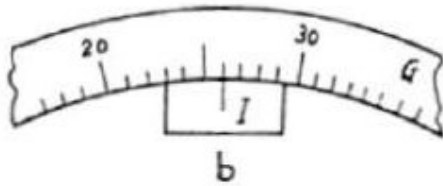
- **Prontezza:** "tempo caratteristico", ovvero tempo minimo di risposta dello strumento  
Valore istantaneo e valore medio
- **Portata:** massimo valore misurabile (è bene non superarla!)
- **Soglia:** minimo valore misurabile
- **Intervallo di funzionamento (range):** intervallo di valori tra soglia e portata
- **Errore di lettura:** minima divisione della scala di misura dello strumento  
In molti strumenti esiste un accorgimento per ridurre tale incertezza.

# Scale e indici

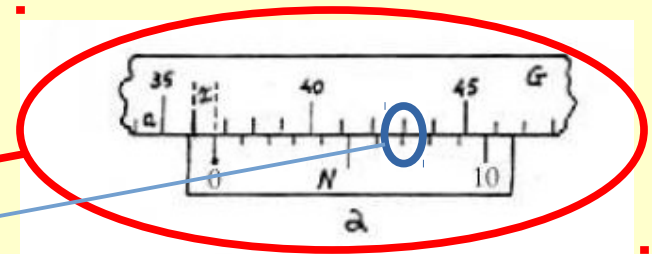
Scala lineare



Scala circolare



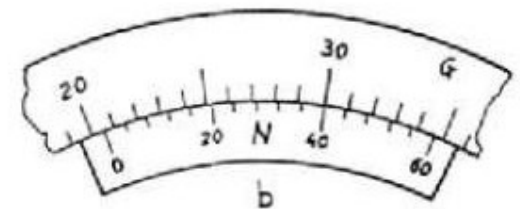
Il nonio



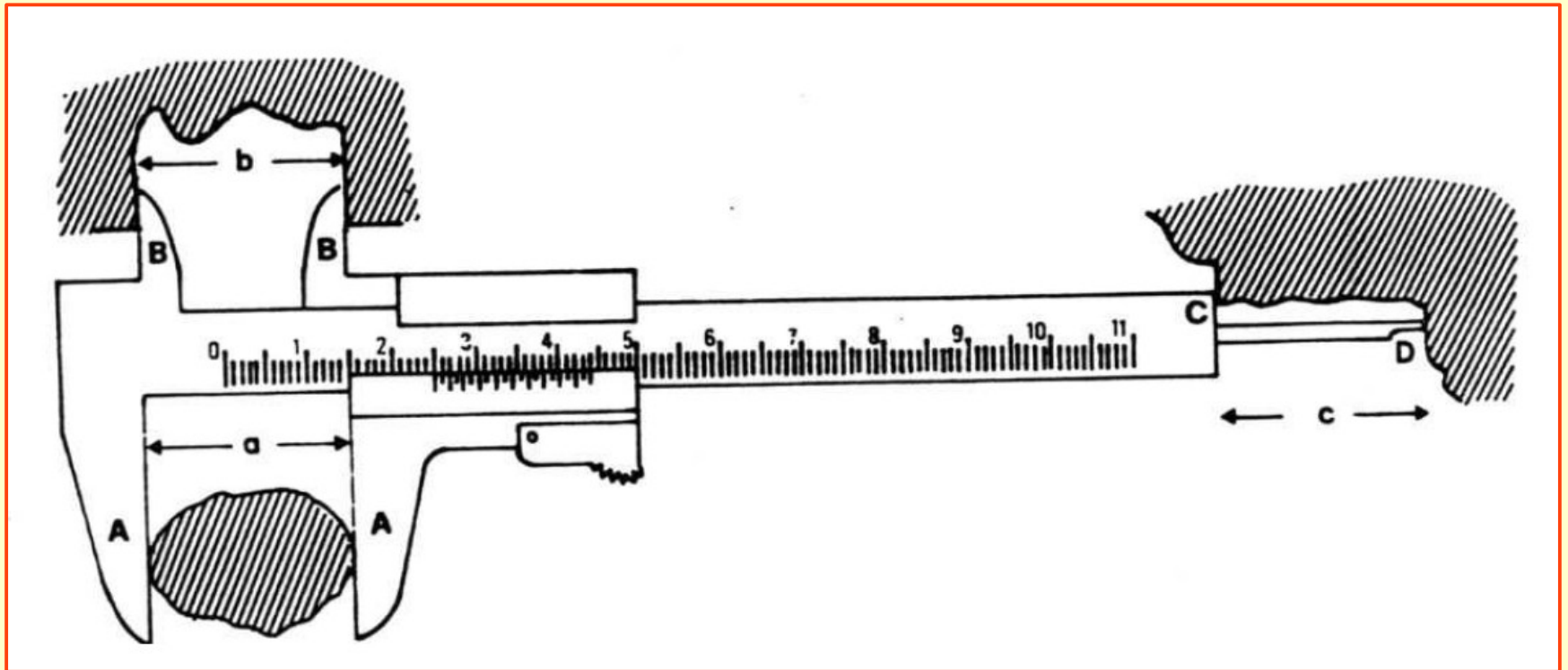
$$d' = a \frac{n}{n+1}$$

$$l \cdot a = x + l \cdot d' = x + l \cdot a \frac{n}{n+1}$$

$$x = l \frac{a}{n+1}$$

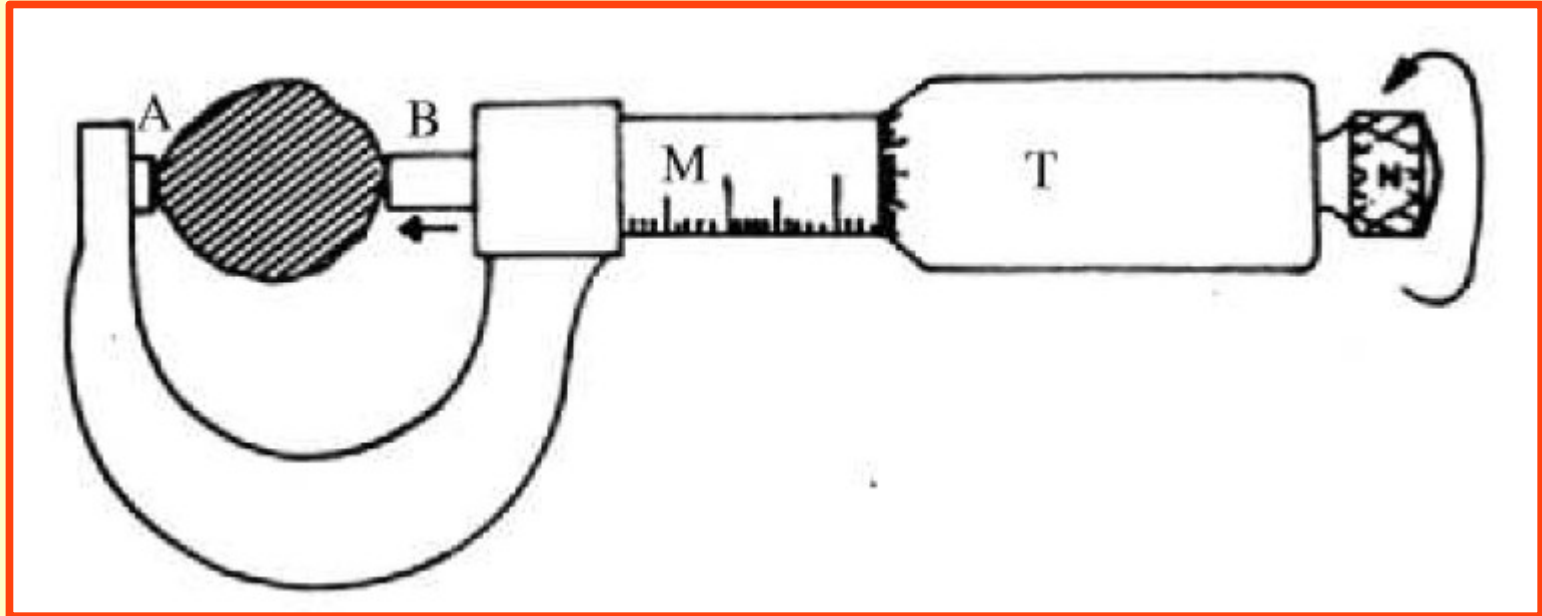


## Calibro a cursore



Attenzione!!! Ogni misura di lunghezza deve essere preceduta da una misura di "zero"

## Micrometro o Compasso di Palmer



**Attenzione!!!** -> ogni misura di lunghezza deve essere preceduta da una misura di "zero"  
-> effettuare il posizionamento utilizzando la frizione e ruotando il tamburo T sempre nella stessa direzione