

Laboratorio di Chimica Generale

Modulo del corso di Chimica Generale con Laboratorio

Lezione introduttiva su misure, errori,
attrezzatura

Misure sperimentali ed errori

Le **grandezze fisiche** sono quantità sperimentalmente misurabili utilizzate per descrivere fenomeni chimici o fisici.

Le grandezze fisiche si dividono in:

- **intensive**: grandezze il cui valore non dipende dalla quantità di materia o dalle dimensioni del campione considerato (e.g. temperatura, densità, pressione...)
- **estensive**: grandezze il cui valore dipende dalla quantità di materia o dalle dimensioni del campione considerato (e.g. massa, volume, lunghezza...).

Misurare una grandezza fisica significa confrontarla con una grandezza di riferimento detta **unità di misura**.

Ciascuna misura è definita da 3 elementi:

- **numero** (rapporto tra la grandezza e l'unità di misura)
- **unità di misura**
- **incertezza** sulla misura, dovuta ad **errori sperimentali**

Unità di misura nel Sistema Internazionale

Nel Sistema Internazionale sono presenti **7 grandezze fisiche fondamentali** con le relative **unità di misura**:

<u>Grandezza</u>	<u>Unità di misura</u>	<u>Simbolo</u>
Intervallo di tempo	secondo	s
Lunghezza	metro	m
Massa	kilogrammo	kg
Temperatura	kelvin	K
Quantità di sostanza	mole	mol
Intensità di corrente elettrica	ampere	A
Intensità luminosa	candela	cd

Altre unità di misura usate in chimica

<u>Lunghezza</u>	Angstrom	$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$
<u>Volume</u>	Litro	$1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$
<u>Pressione</u>	Atmosfera	$1 \text{ atm} = 1.01325 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
	Bar	$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
<u>Massa</u>	Unità di massa atomica (u.m.a.)	$1 \text{ u.m.a.} = 1.661 \times 10^{-27} \text{ kg}$
<u>Temperatura</u>	Celsius	$T(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273.15$

Errori sperimentali

Qualsiasi misurazione è affetta da errori sperimentali che dipendono dall'operatore, dallo strumento, dal metodo di misura.

Gli errori sperimentali possono essere:

- **SISTEMATICI:** errori che si ripetono allo stesso modo per diverse misurazioni, causando una differenza tra la media di una serie di misurazioni ripetute e il valore reale.
Sono in genere dovuti a fattori sperimentali.
Possono essere corretti facendo opportuni confronti con campioni standard.
- **CASUALI:** errori che causano una differenza casuale tra il valore misurato e il valore reale. Sono legati a fattori non prevedibili e a imprecisioni durante la misurazione.
Non possono essere corretti, ma possono essere stimati ripetendo la misura più volte e studiandone la statistica.

Esattezza e precisione

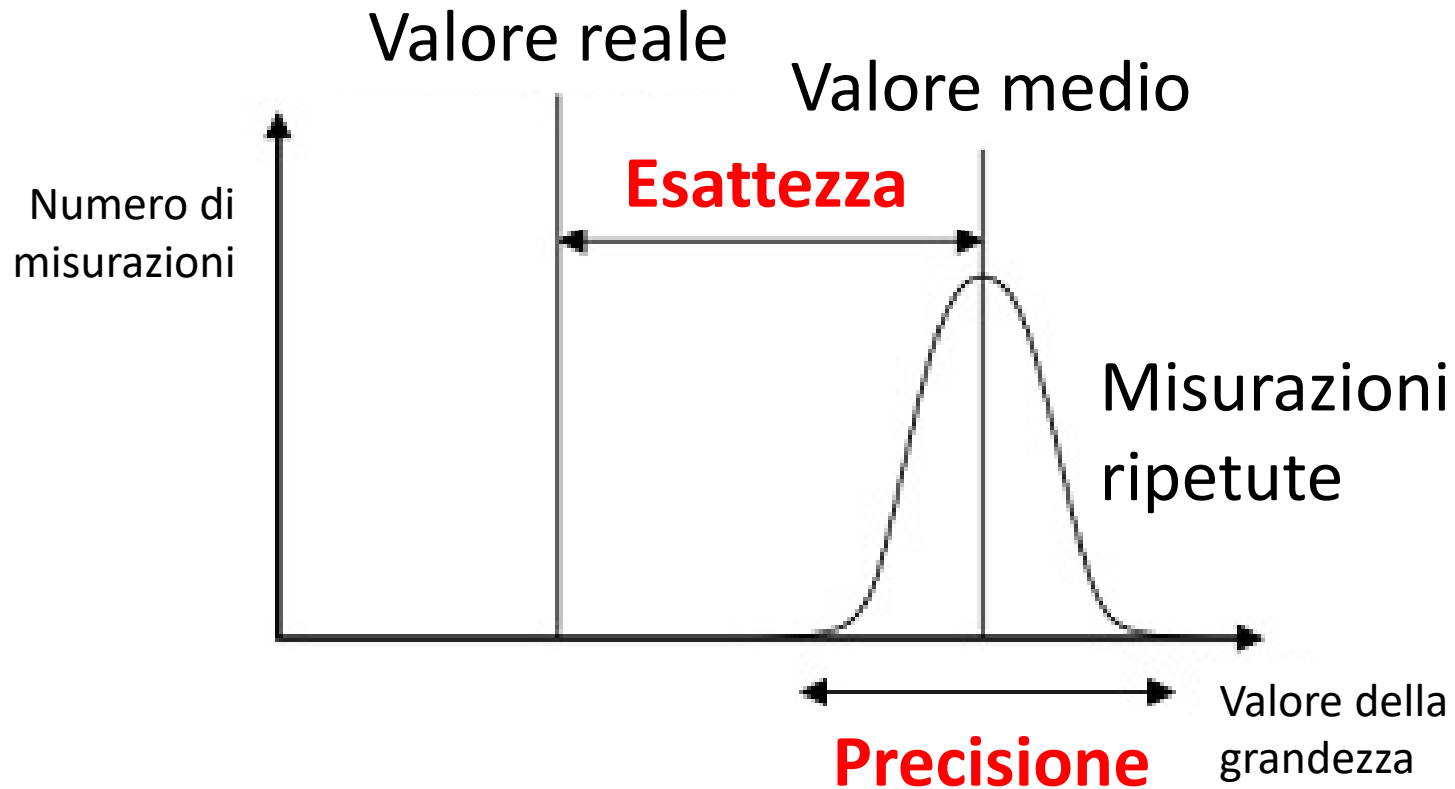
Gli errori **SISTEMATICI** influenzano l'**ESATTEZZA** di una misurazione sperimentale.

ESATTEZZA = Differenza tra il **valore stimato** da una serie di misure sperimentali (media dei valori misurati) e il **valore reale** della grandezza fisica.

Gli errori **CASUALI** influenzano la **PRECISIONE** di una misura sperimentale.

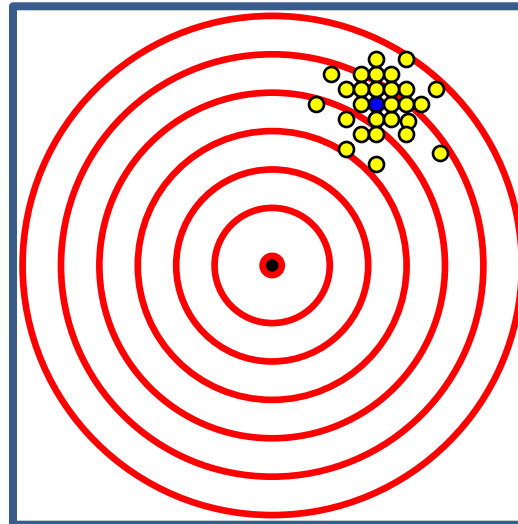
PRECISIONE = Grado di convergenza tra diverse misurazioni della stessa grandezza fisica, valutato come differenza di ciascuna misurazione dalla media dei valori misurati.

Esattezza e Precisione

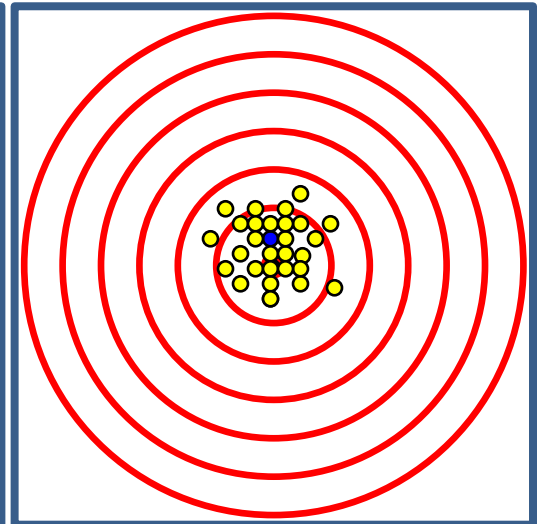


Una misura che è sia esatta che precisa viene definita
ACCURATA

Misura precisa ma
non esatta

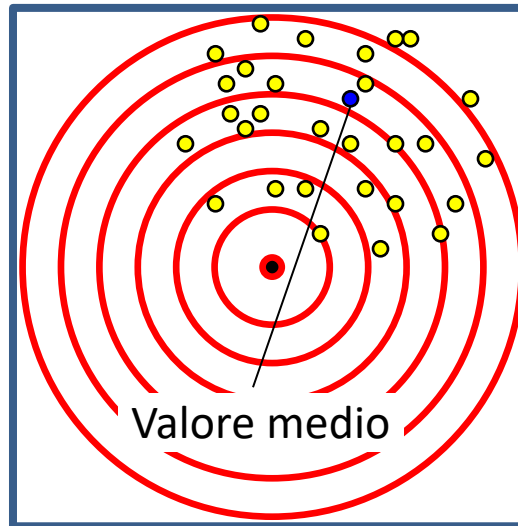
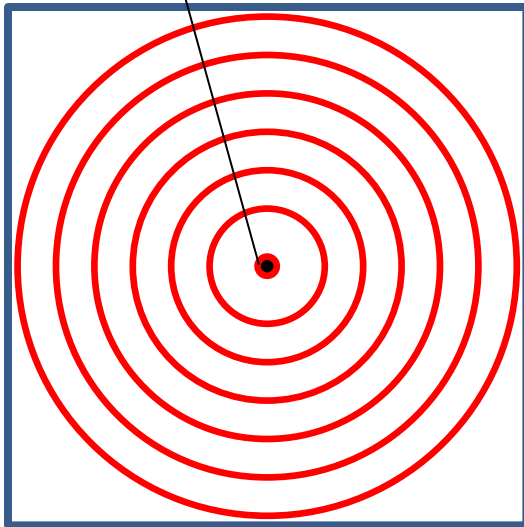


Misura esatta e
precisa



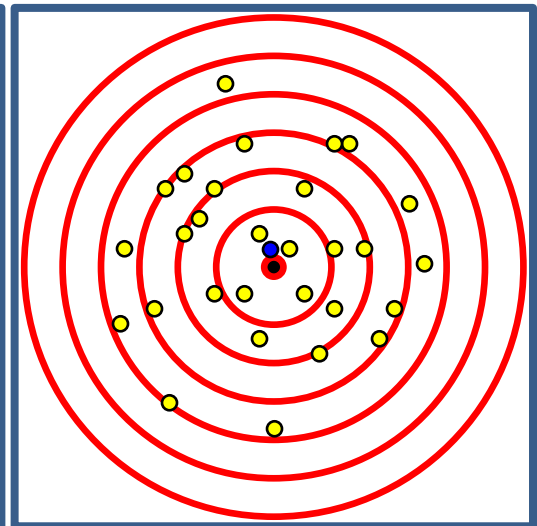
Serie di misure ripetute:

Valore vero



Valore medio

Misura imprecisa e
inesatta



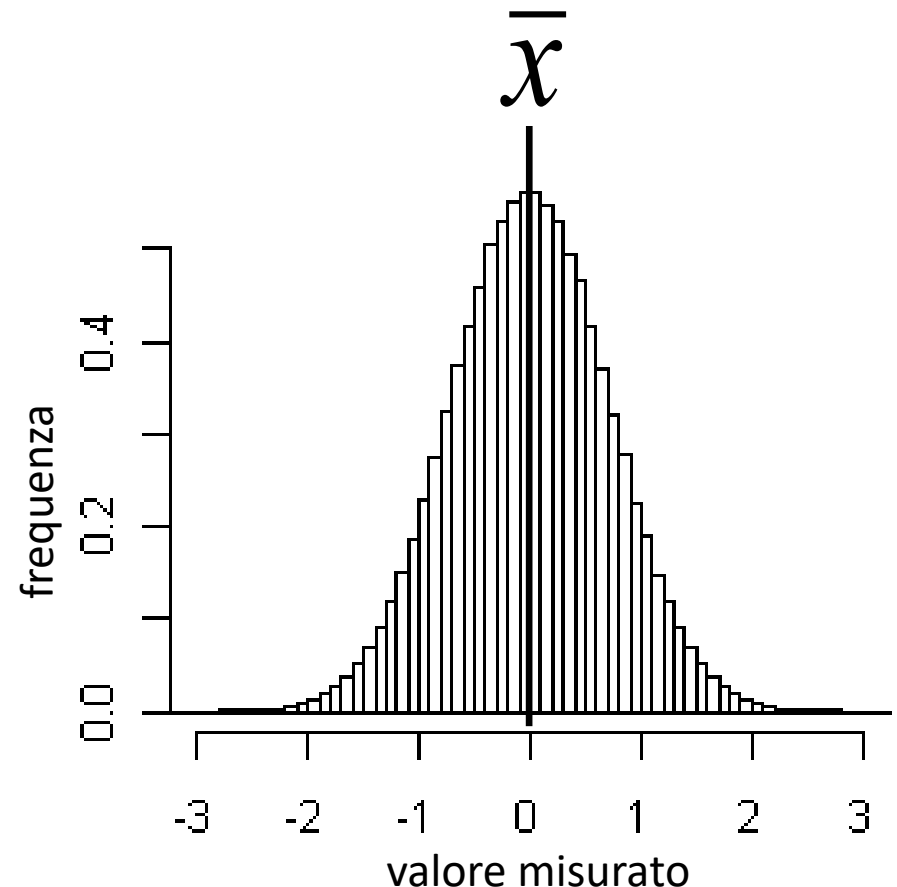
Misura esatta ma
imprecisa

Media aritmetica e deviazione standard

Per valutare gli effetti degli errori casuali, si calcola la distribuzione statistica delle misure effettuate. Se sono presenti solo errori casuali, le misure si distribuiscono secondo una curva a campana, detta **gaussiana**.

Per prima cosa si valuta la **media aritmetica** delle misure:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_N}{N} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

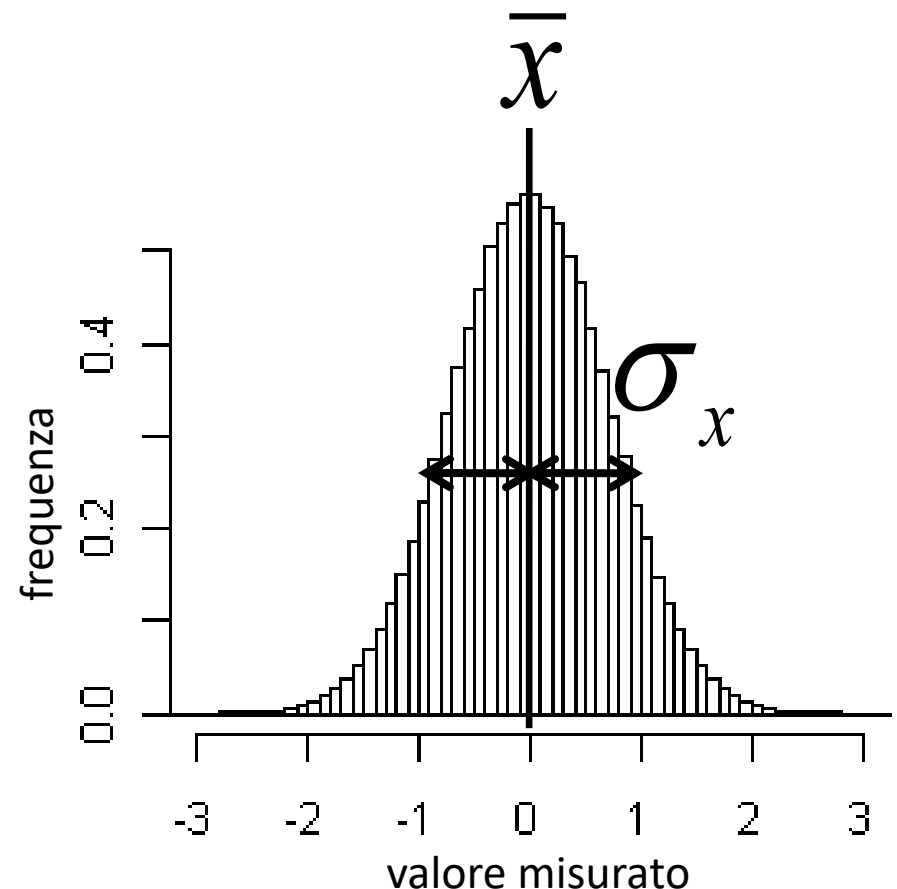


Media aritmetica e deviazione standard

L'ampiezza della curva gaussiana è legata alla precisione della misura e agli errori casuali occorsi durante le misure.

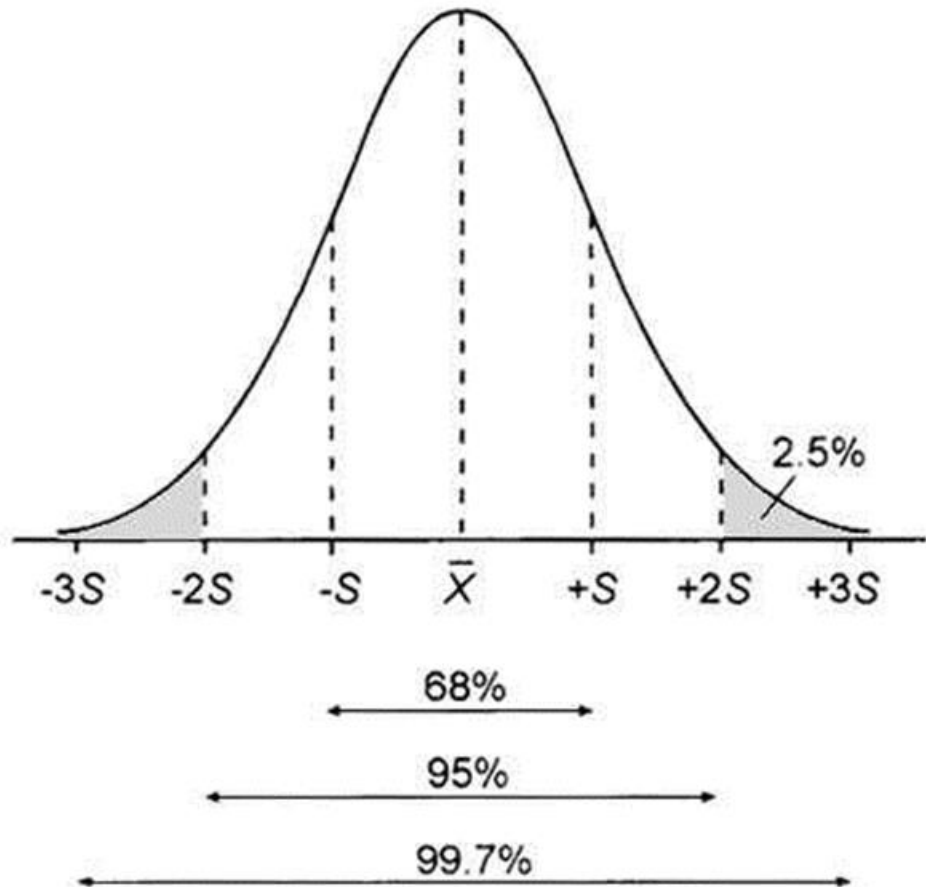
L'ampiezza della gaussiana può essere stimata tramite la **deviazione standard**:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\bar{x} - x_i)^2}{N}}$$



La deviazione standard e' una stima quantitativa della incertezza su una singola misura

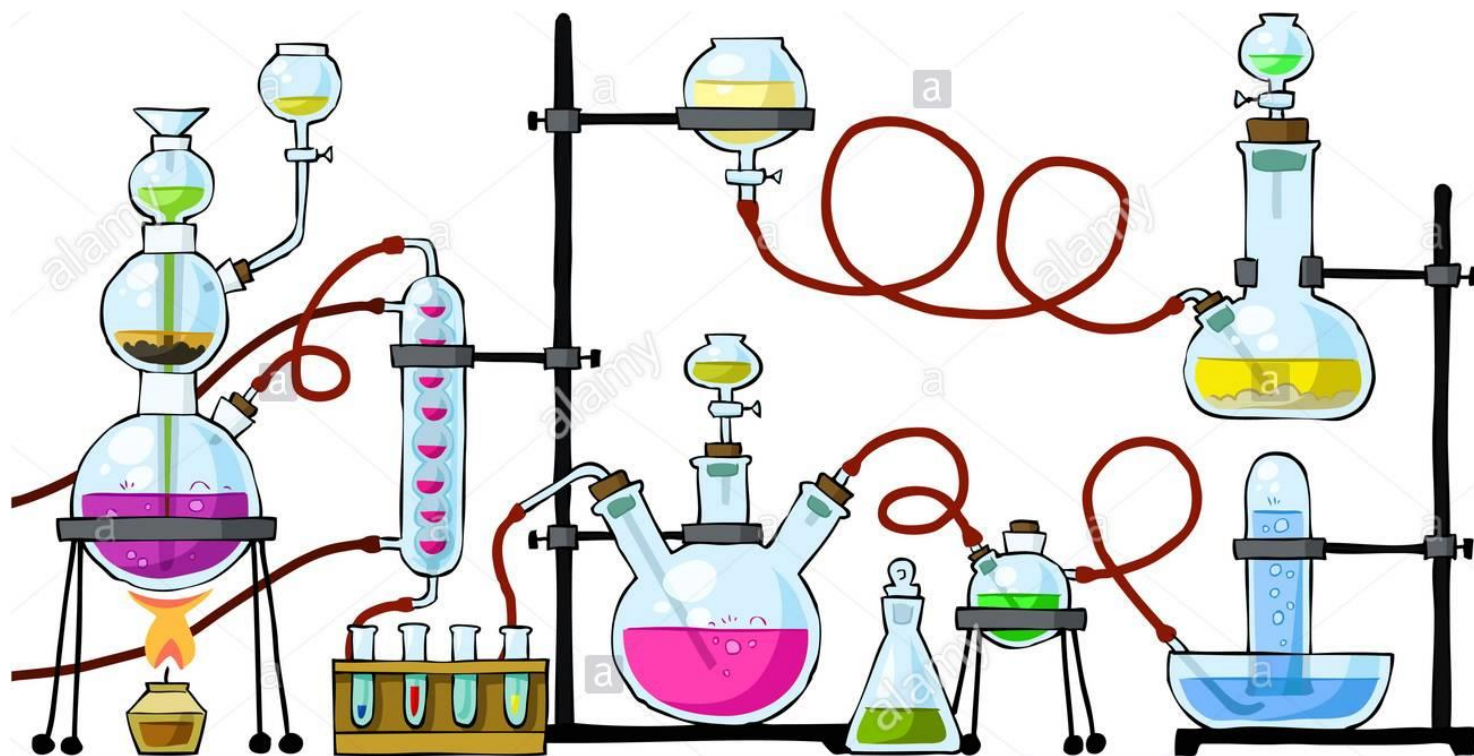
$$\bar{x} \pm 3\sigma_x$$



Mentre la deviazione standard è l'incertezza statistica con cui si distribuisce la singola misura attorno al valor vero, l'errore da associare al valor medio di tutte le misure è:

$$\Delta X = \sigma / \sqrt{N} \quad \text{errore standard sulla media}$$

Attrezzatura di laboratorio



- Vetreria
 - Recipienti per reazioni chimiche
 - Contenitori
 - Vetreria per la separazione
 - Prelievo/Erogazione
- Accessori
- Piccoli apparecchi
- Strumentazione

Vetreria

In laboratorio la vetreria viene utilizzata per PRELEVARE, CONTENERE, MISURARE e per far avvenire REAZIONI.

VETRERIA GENERICA = Non adatta a misurare volumi esatti, ma utilizzata per contenere, prelevare e far avvenire reazioni. Non riporta nessuna scala, oppure riporta scale approssimative.

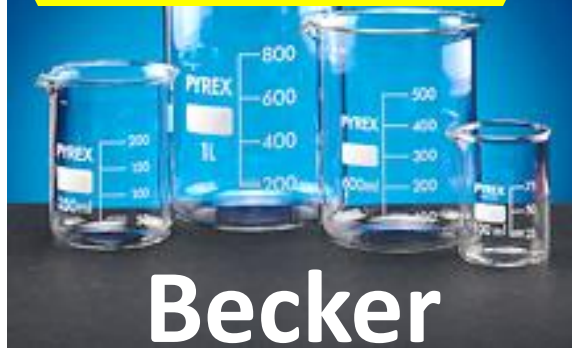
VETRERIA GRADUATA = Vetreria adatta alla misura di volumi precisi.
Riporta una scala graduata con cui è possibile misurare volumi diversi. La precisione della misura che si può effettuare dipende dalla dimensione della più piccola unità nella scala.

VETRERIA TARATA = Vetreria adatta alla misura di volumi precisi. Non riporta una scala graduata, ma una tacca che indica un volume definito con precisione.

LA VETRERIA GRADUATA O TARATA NON DEVE ESSERE MAI ASCIUGATA PER RISCALDAMENTO (phon o stufa). Deve essere sciacquata con acetone tecnico e asciugata con aria compressa.

Con questa vetreria
NON è possibile
misurare volumi
precisi, anche se è
presente una scala

Vetreria generica



Becker



Becker

Beute



Pipette Pasteur



Spruzzette



Provette

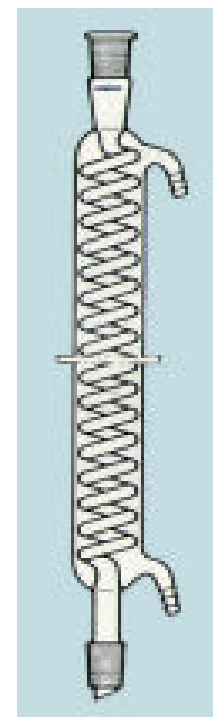
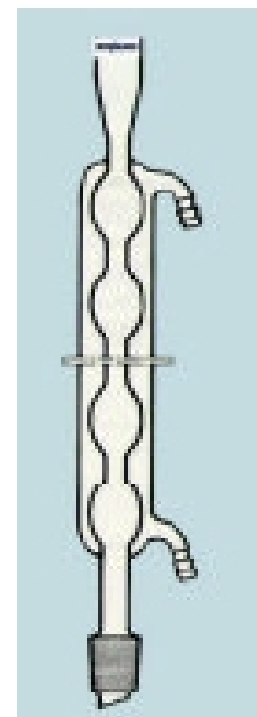
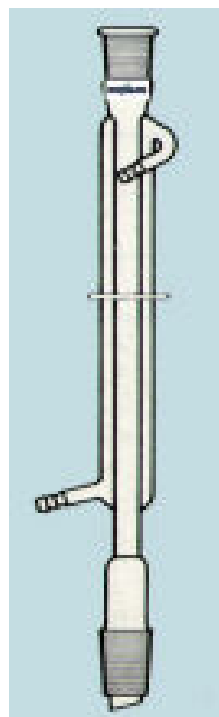


Le spruzzette vengono utilizzate per lavare la vetreria. Contengono in genere acqua distillata e acetone.

Vetreria per reazioni chimiche



Palloni



Refrigeranti

Imbuti



Imbuto per
trasferimento o
filtrazione

Imbuti per filtrazione:



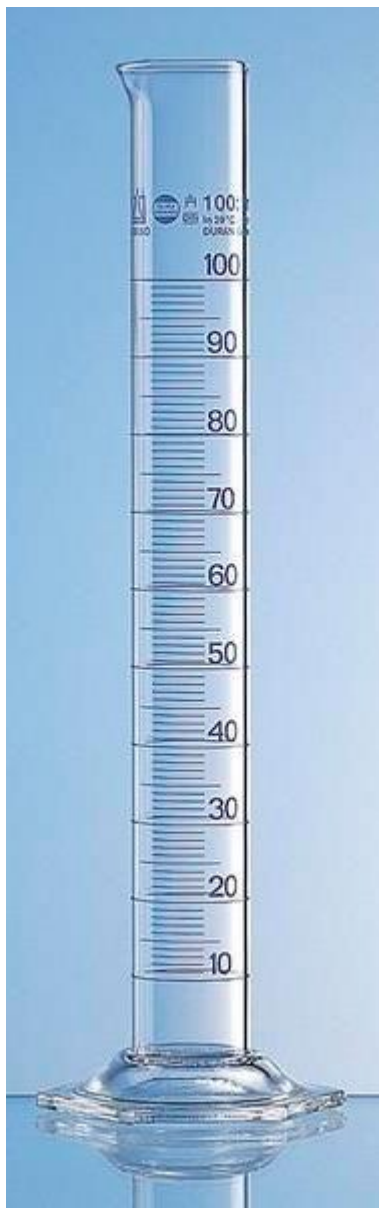
Imbuto Buchner

**Crogiolo
filtrante**



Vetreria graduata

Cilindro



Pipetta graduata



Utilizzati per la
misura di volumi
precisi

Buretta



Vetreria tarata

Pipette tarate



UNA tacca:
svuotamento
totale



DOPPIA tacca:
svuotamento
parziale

Matracci



Matracci: utilizzati per la
preparazione di soluzioni a
titolo noto

Alcuni elementi di vetreria graduata o tarata sono stati tarati per erogare, e riportano il simbolo Ex

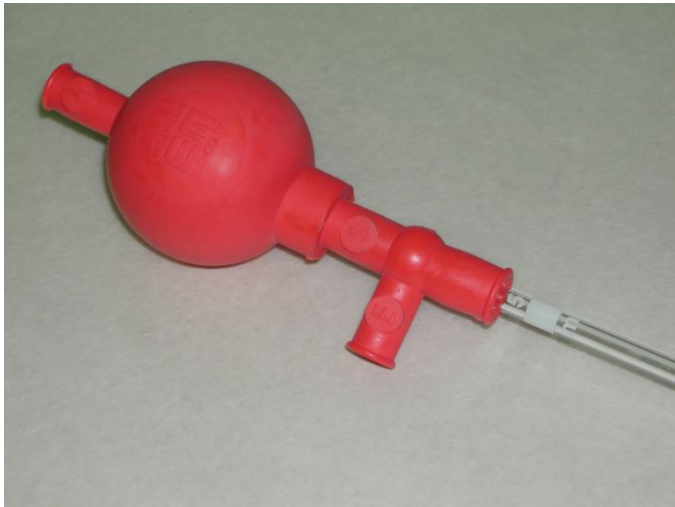
Altri elementi di vetreria graduata o tarata sono stati tarati per contenere, e riportano il simbolo In

Ad esempio, i matracci tarati e i cilindri graduati hanno il simbolo In, mentre le pipette e le burette hanno il simbolo Ex



- Vetreria
- Accessori
- Piccoli apparecchi
- Strumentazione

Propipetta



Vetrini d'orologio



Spatole



Navicelle per pesata



Bilancia

tecnica



analitica



Portata 2 – 3 kg

Precisione 0.01 o 0.001 g

Incertezza ± 0.01 o ± 0.001 g

80 – 250 g

0.1 o 0.01 mg

± 0.1 o ± 0.01 mg

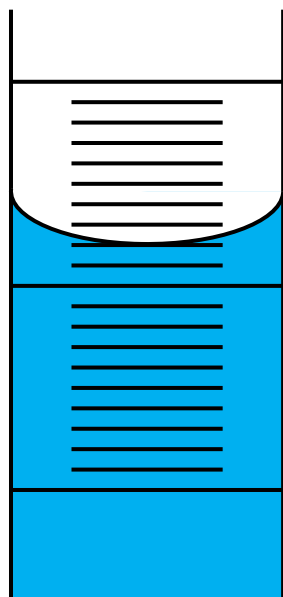
Procedure di laboratorio



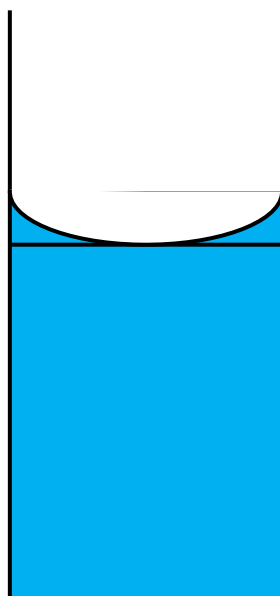
1. Misura di volumi con vetreria tarata/graduata
2. Utilizzo della buretta
3. Pesata esatta
4. Prelievo di volumi con pipetta e propipetta
5. Lavaggio della vetreria
6. Preparazione di soluzioni a titolo noto
7. Preparazione di soluzioni per diluizione

1. Misurare volumi con vetreria graduata/tarata

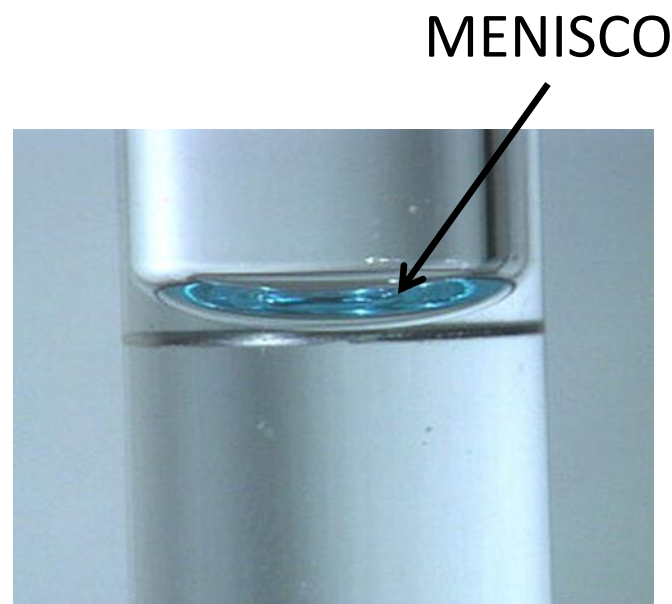
La lettura del volume viene fatta quando il menisco del liquido è **TANGENTE** alla tacca presente sulla vetreria:



GRADUATA
(ad esempio:
cilindro)



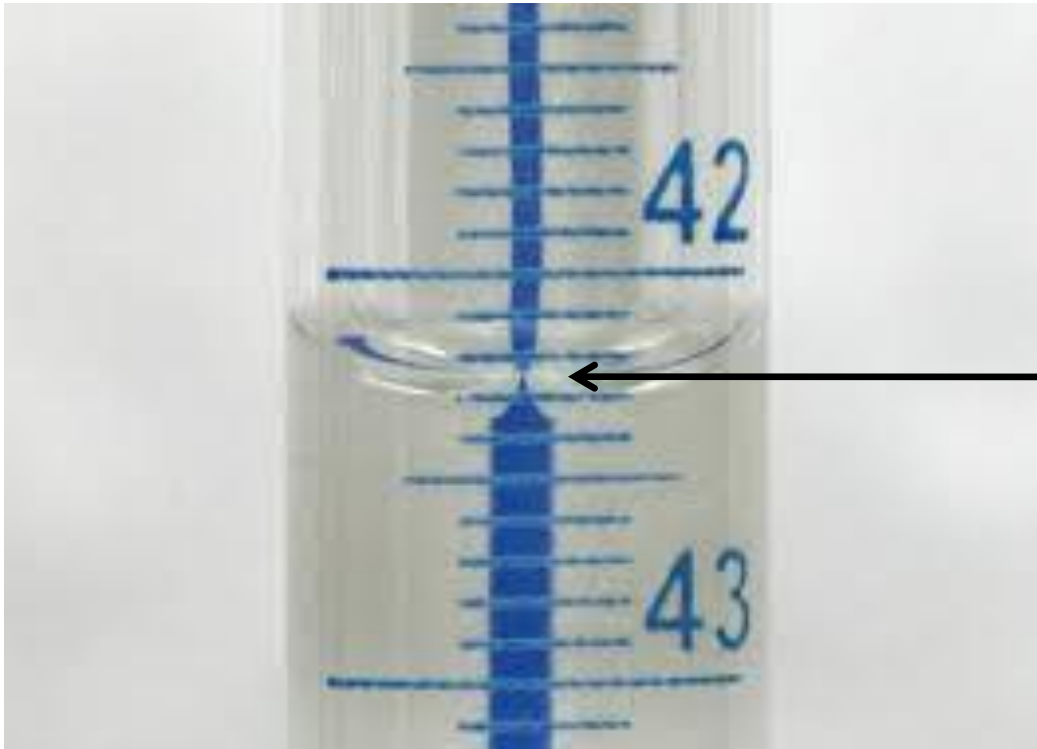
TARATA
(ad esempio:
matraccio)



ATTENZIONE ALL'ERRORE DI PARALLASSE: gli occhi devono essere alla stessa altezza delle tacche

Misurare volumi con vetreria graduata

Nella vetreria graduata (ad esempio burette) è qualche volta presente una striscia blu (**striscia Schellbach**) che permette di leggere in modo preciso il volume sulla scala graduata:



Quando è presente il liquido, la striscia si deforma e il volume esatto deve essere letto al punto di contatto tra le due frecce

2. Utilizzo della buretta



1. Avvinare la buretta
2. Riempire la buretta
3. Eliminare la bolla nel beccuccio

3. Pesata esatta

1. Verificare che la bilancia sia pulita
2. Azzerare la bilancia scarica
3. Porre sul piatto un vetrino da orologio o una barchetta per pesata
4. Azzerare la bilancia
5. Porre nel contenitore la quantità di sostanza necessaria
6. Annotare il peso prelevato con tutte le cifre significative disponibili
7. Togliere il materiale pesato
8. Azzerare la bilancia scarica
9. Verificare che la bilancia sia pulita



Pesare “esattamente circa”

Spesso nelle procedure fornite per gli esperimenti è richiesto di pesare una **quantità esatta**. In questi casi non è necessario pesare una quantità di sostanza che sia esattamente quella indicata nella procedura, ma è necessario **sapere con precisione** quanto è stato pesato.

Esempio:

Procedura:

Pesare 0.35 g di
tiosolfato di sodio.

Appunti:

Sono stati pesati
 0.3478 ± 0.0001 g
di tiosolfato di sodio



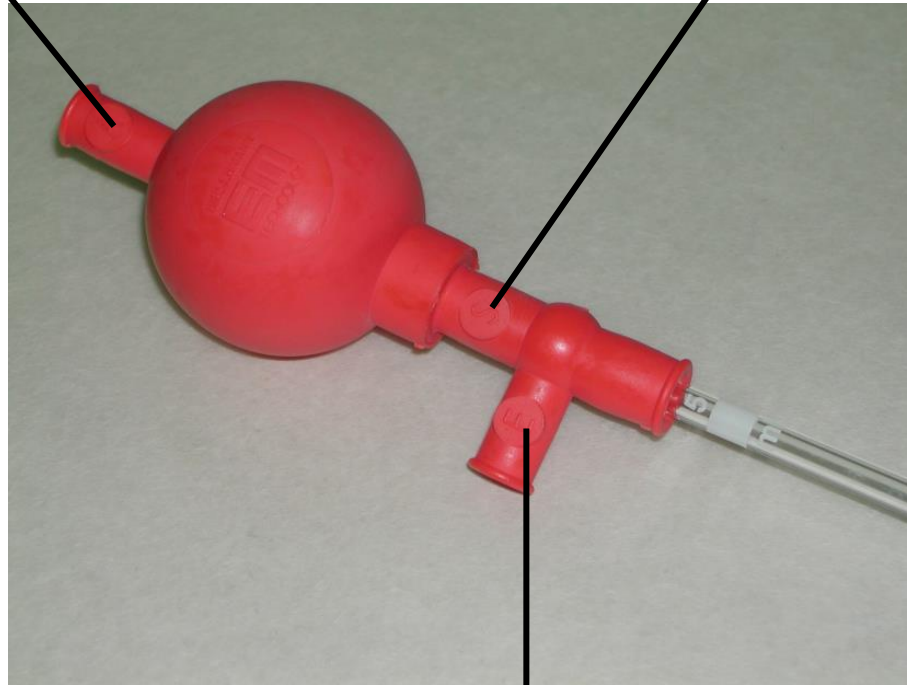
Si riportano tutte le cifre
indicate dalla bilancia

4. Prelievo di volumi con pipetta e propipetta

PROPIPETTA

Svuotamento dall'aria (A)

Aspirazione (S)



Erogazione (E)



1. Svuotare il palloncino della propipetta premendo con una mano sul palloncino e con l'altra sulla valvola A
2. Montare la propipetta sulla pipetta
3. Aspirare il liquido fino al valore desiderato, premendo la valvola S
4. Dispensare il liquido premendo la valvola E
5. Staccare la propipetta dalla pipetta e lasciarla con il palloncino pieno

5. Lavaggio della vetreria



1. Lavare la vetreria con acqua di rubinetto
2. Sciacquare con acqua distillata (dalla spruzzetta), una o più volte
3. Se possibile, asciugare la vetreria con un pezzo di carta
4. Alternativamente, sciacquare con POCO acetone tecnico e lasciare asciugare
5. Riporre la vetreria

6. Preparazione di soluzioni a titolo noto

1. Pesare il solido su un vetro d'orologio o barchetta per pesata
2. Introdurre il solido nel **matraccio** utilizzando un imbuto
3. Lavare vetro d'orologio e imbuto con acqua distillata, in modo che l'acqua di lavaggio entri nel matraccio
4. Sciogliere il solido **COMPLETAMENTE**
5. Portare a volume con acqua fino alla tacca, aiutandosi con una pipetta Pasteur per raggiungere il volume esatto



In caso di reazioni molto esotermiche (e.g. dissoluzione di NaOH o diluizione di H_2SO_4 concentrato) bisogna introdurre prima dell'acqua nel matraccio, cioè si aggiunge il solido/liquido all'acqua e non il viceversa

7. Preparazione di soluzioni per diluizione



1. Avvinare la vetreria (becker e pipetta) con poca soluzione
2. Prelevare dal matraccio (o dal becker) la quantità esatta necessaria
3. Dispensare la quantità necessaria in un altro matraccio
4. Diluire la soluzione dispensata **SENZA** raggiungere la tacca
5. Mescolare bene
6. Solo a questo punto portare a volume la soluzione diluita

Valutazione del modulo di laboratorio

Il modulo di laboratorio dell'esame di Chimica Generale verrà valutato (0 – 2 punti):

1. Sulla base delle esperienze condotte in laboratorio e della capacità di apprendimento dimostrata nella parte pratica;
2. Sulla base della provetta finale, che consisterà in una decina di domande, la maggior parte sulle esperienze di laboratorio e alcune sulla parte di carattere generale.
3. Eventualmente, con qualche domanda durante la prova orale dell'esame di Chimica Generale.



La provetta finale è parte integrante del modulo di laboratorio. Bisogna sostenerla per poter fare lo scritto del modulo di Chimica Generale

Programma del modulo di laboratorio

Classificazione delle sostanze chimiche
Regole di comportamento in un laboratorio chimico

Apparecchiature ed operazioni di laboratorio
Misure sperimentali ed errori

Esperienza 1: Determinazione della stechiometria di una reazione chimica.

Esperienza 2: Verifica dei principi dell'equilibrio chimico in soluzione.

Esperienza 3: Determinazione del grado di acidità di un aceto commerciale per mezzo di titolazione acido-base con indicatore.

Esperienza Jolly: misure di densità.

