

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 considerata
- **extensive**: grandezze il cui valore dipende dalla quantità di materia considerata.

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

<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.

Accuratezza e precisione

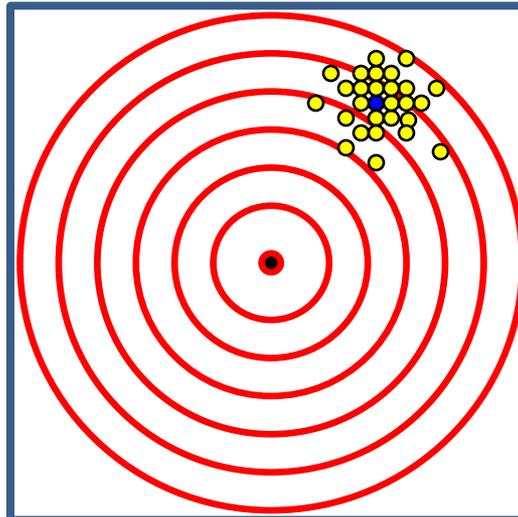
Gli errori **SISTEMATICI** influenzano l'**ACCURATEZZA** di una misurazione sperimentale.

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

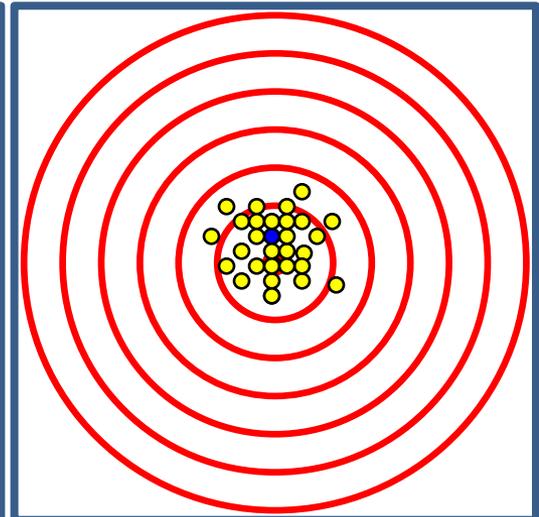
Gli errori **CASUALI** influenzano la **PRECISIONE** di una misura sperimentale.

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

Misura precisa ma non accurata

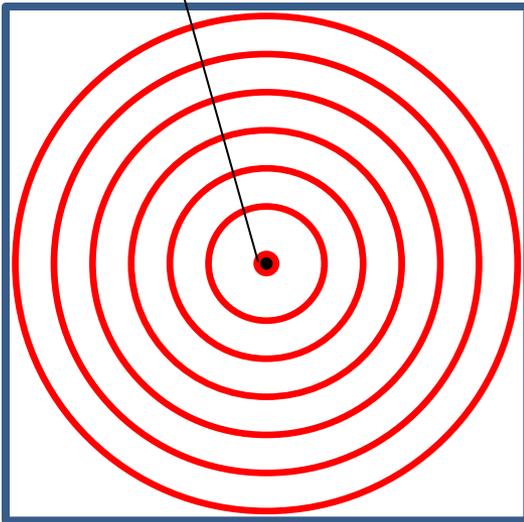


Misura accurata e precisa

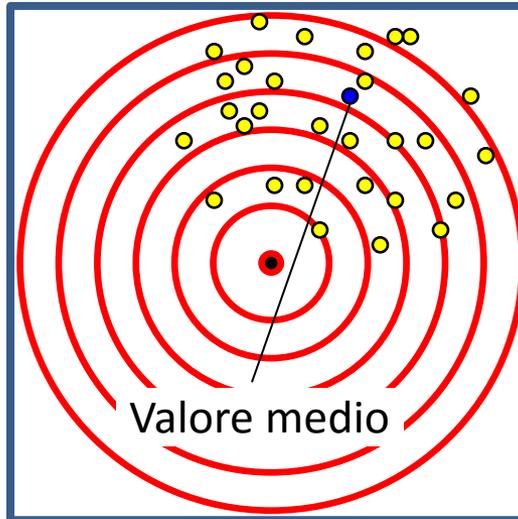


Serie di misure ripetute:

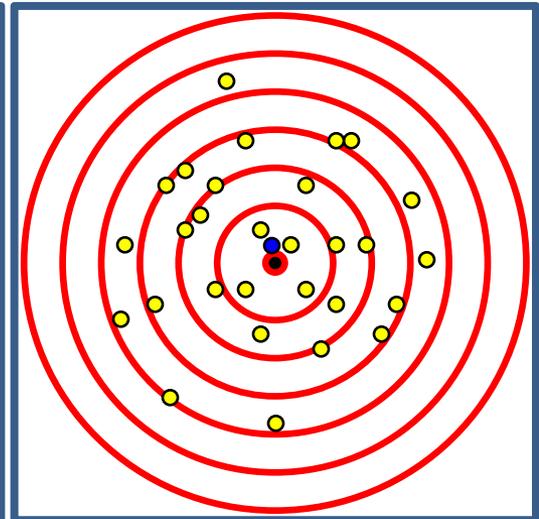
Valore vero



Valore medio

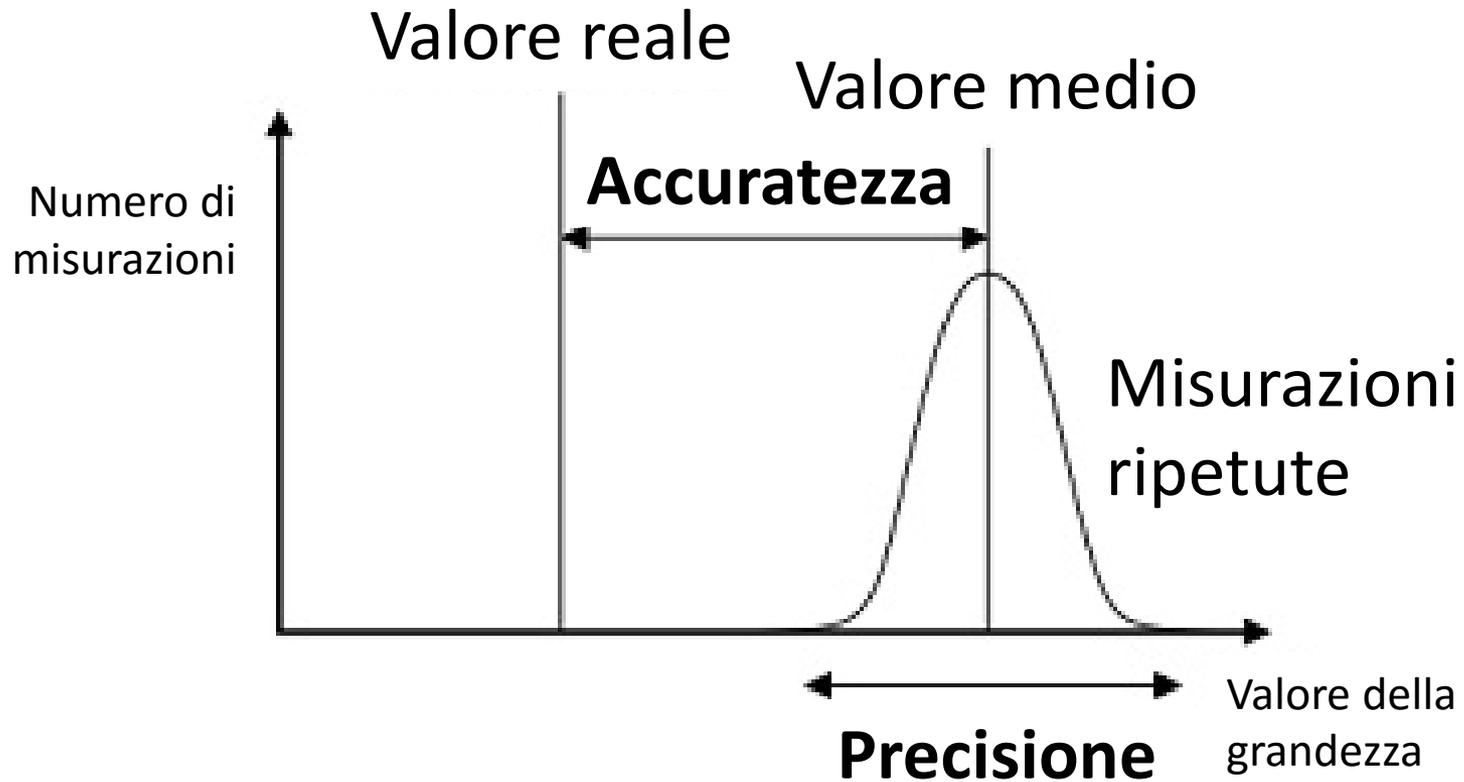


Misura imprecisa e inaccurata



Misura accurata ma imprecisa

Accuratezza e precisione

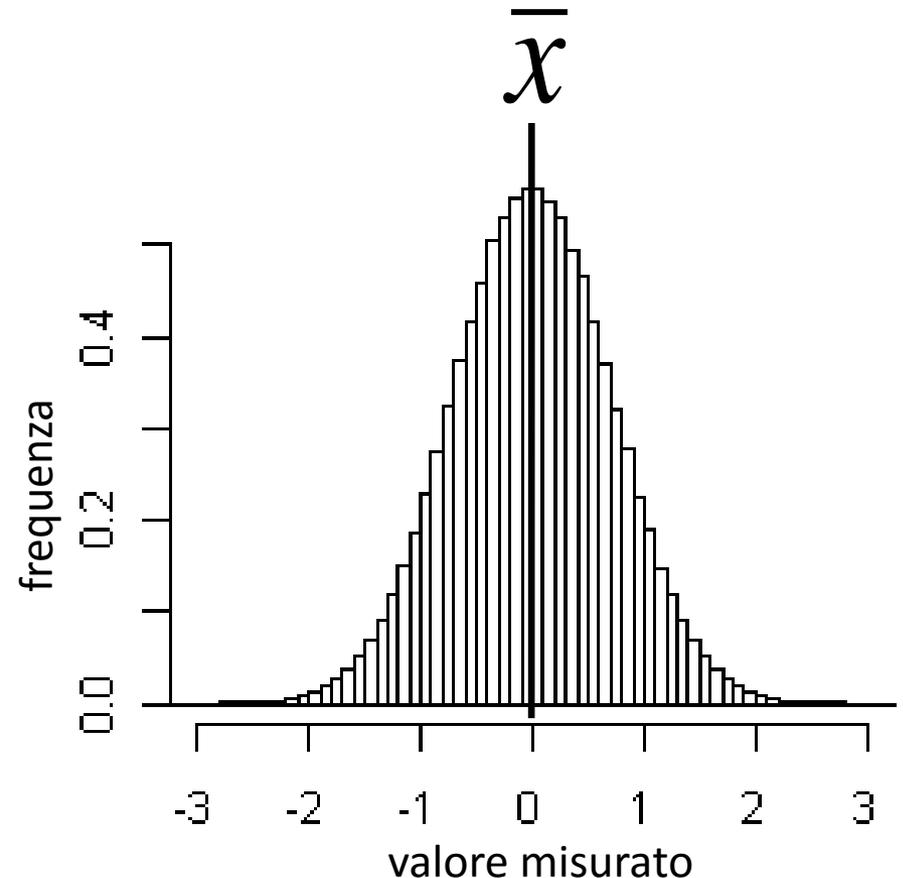


Media aritmetica e deviazione standard

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:

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

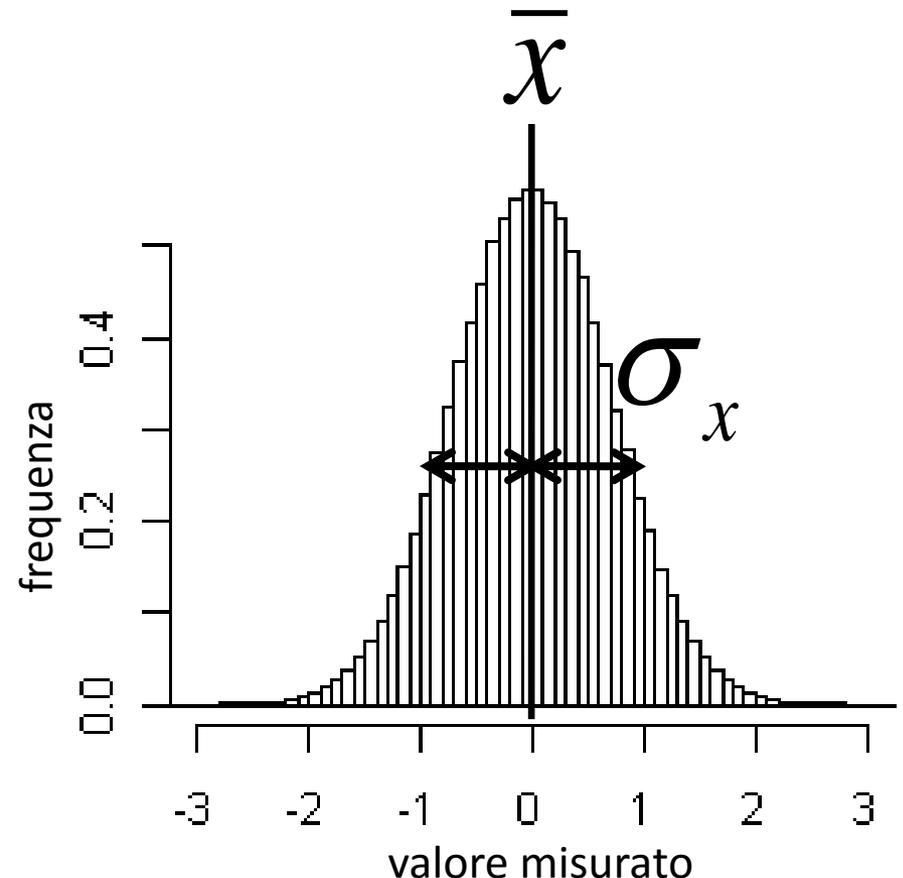


Media aritmetica e deviazione standard

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

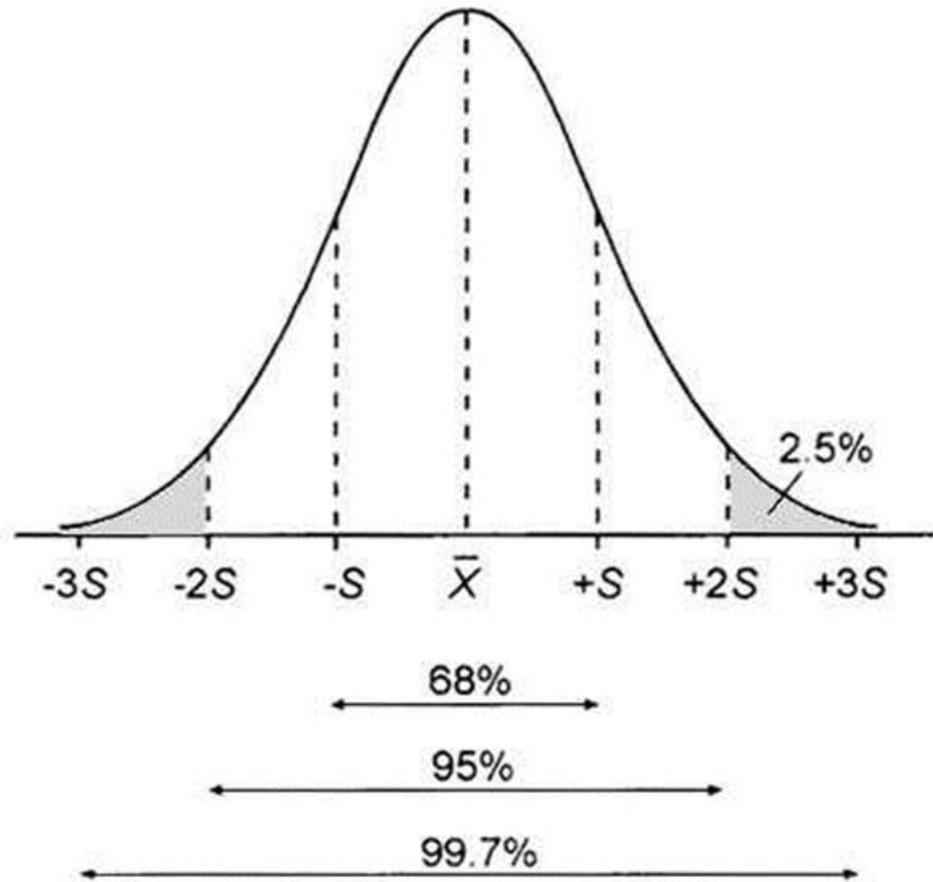
L'ampiezza della gaussiana può essere stimata tramite la **deviazione standard**:

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



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

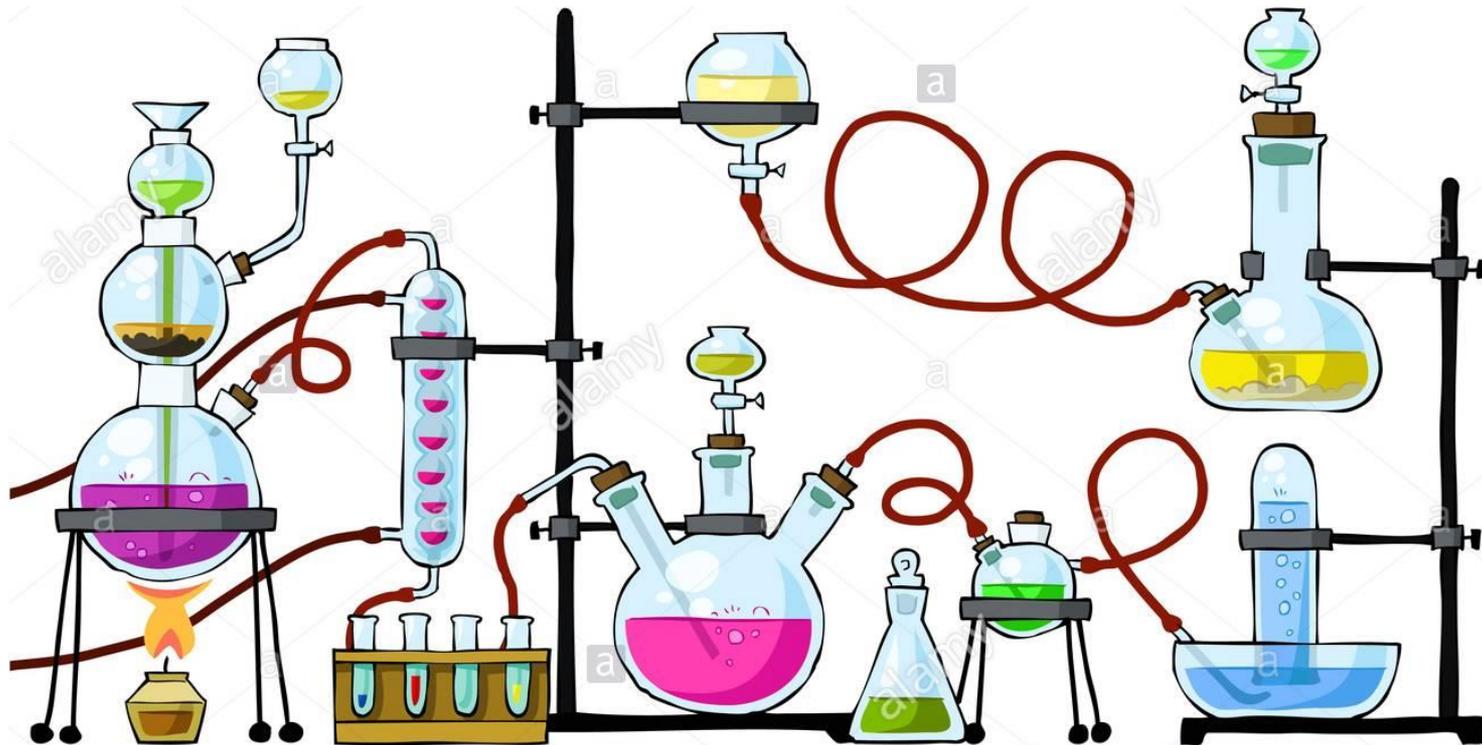
$$\bar{x} \pm 3\sigma_x$$



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

Vetreteria

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.

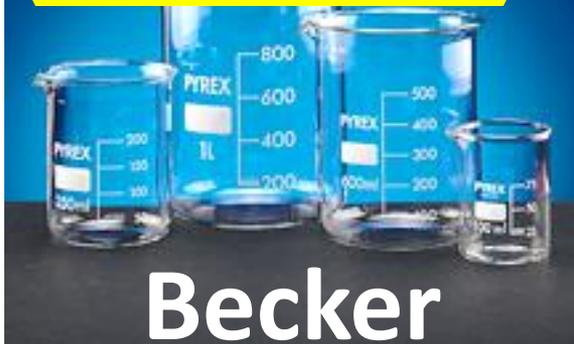
VETRERIA TARATA = Vetreria adatta alla misura di volumi precisi. Non riporta una scala graduata, ma una tacca che indica un volume definito con precisione.

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

Beute



Becker



Becker



Pipette Pasteur



Provette

Spruzzette

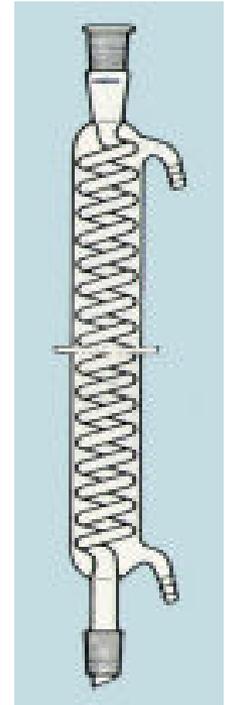
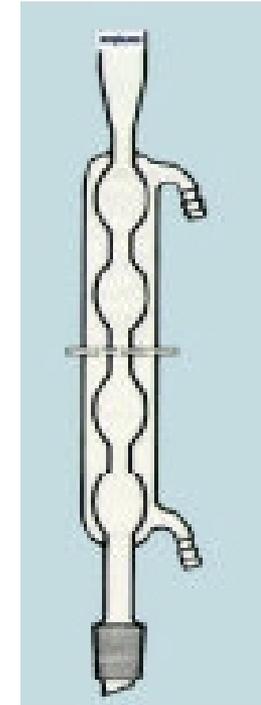
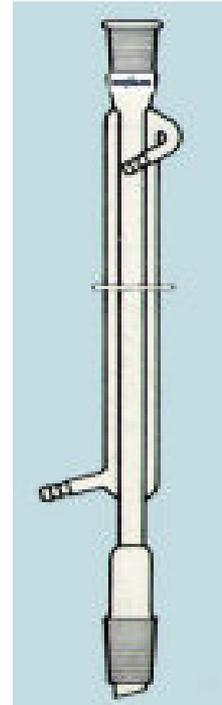


Le spruzzette vengono utilizzate per lavare la vetreria. Contengono in genere acqua distillata e acetone.

Vetreteria per reazioni chimiche



Palloni



Refrigeranti

Imbuti



Imbuto per
trasferimento o
filtrazione

Imbuti per filtrazione:



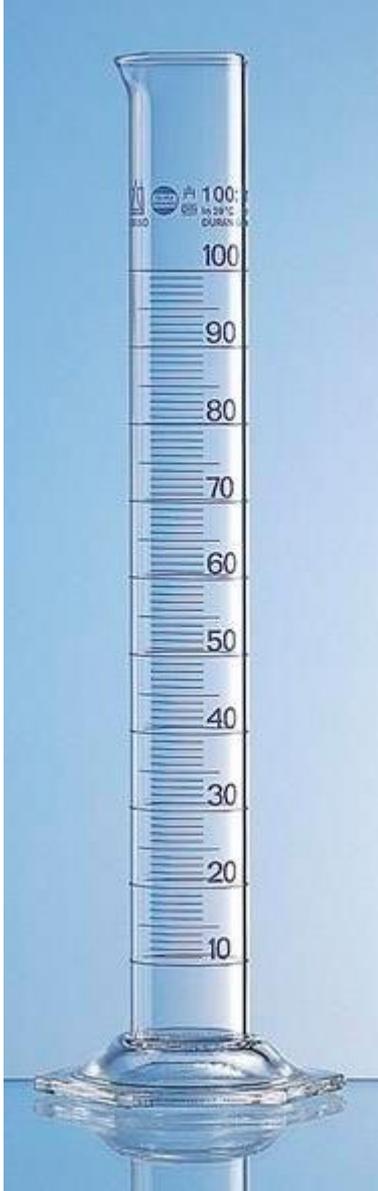
Imbuto Buchner

**Crogiolo
filtrante**



Vetreria graduata

Cilindro



Pipetta graduata



Utilizzati per la misura di volumi precisi

Buretta



Vetreteria tarata

Pipette tarate

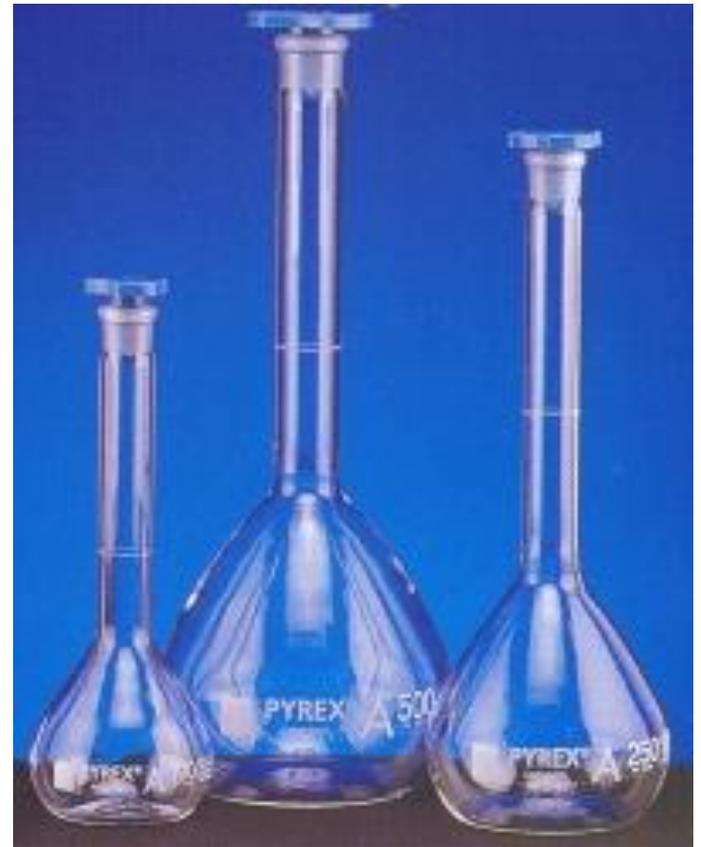


UNA tacca:
svuotamento
totale



DOPPIA tacca:
svuotamento
parziale

Matracci



Matracci: utilizzati per la
preparazione di soluzioni a
titolo noto

- Vetreria
- Accessori
- Piccoli apparecchi
- Strumentazione

Propipetta



Vetrini di orologio



Spatole



Navicelle per pesata



Bilancia

tecnica



analitica



Portata

2 – 3 kg

80 – 250 g

Precisione

0.01 o 0.001 g

0.1 o 0.01 mg

Errore

± 0.01 o ± 0.001 g

± 0.1 o ± 0.01 mg

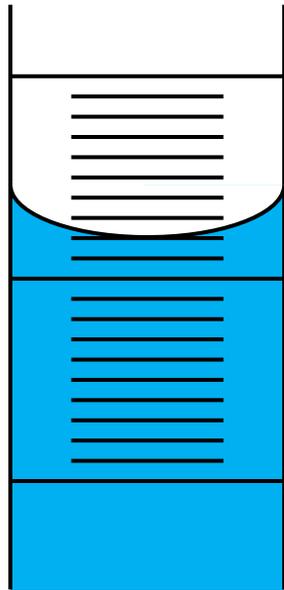
Procedure di laboratorio



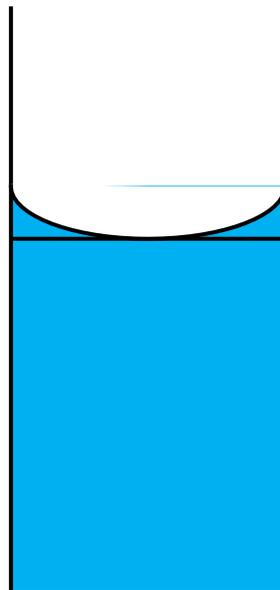
1. Misura di volumi con vetreria tarata/graduata
2. Utilizzo della buretta
3. Pesata esatta
4. Prelievo di volumi con pipetta e propipetta
5. Lavaggio della vetreria
6. Preparazione di soluzioni a titolo noto
7. Preparazione di soluzioni per diluizione

1. Misurare volumi con vetreria graduata/tarata

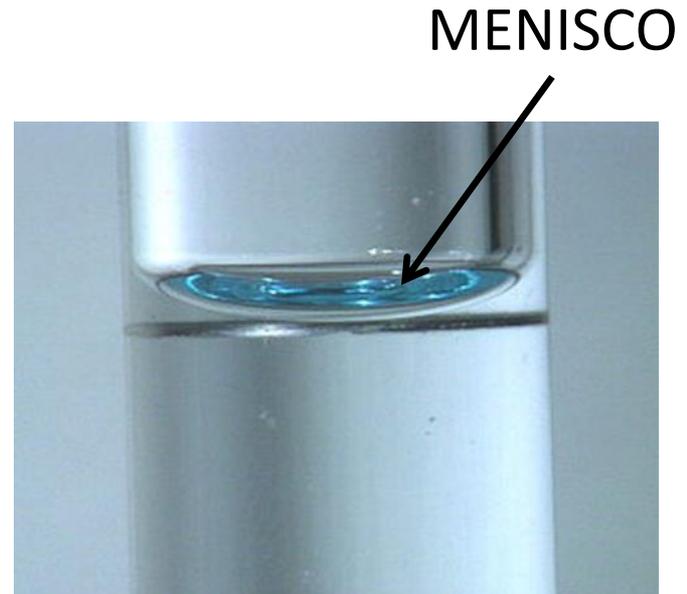
La lettura del volume viene fatta quando il menisco del liquido è **TANGENTE** alla tacca presente sulla vetreria:



GRADUATA
(ad esempio:
cilindro)



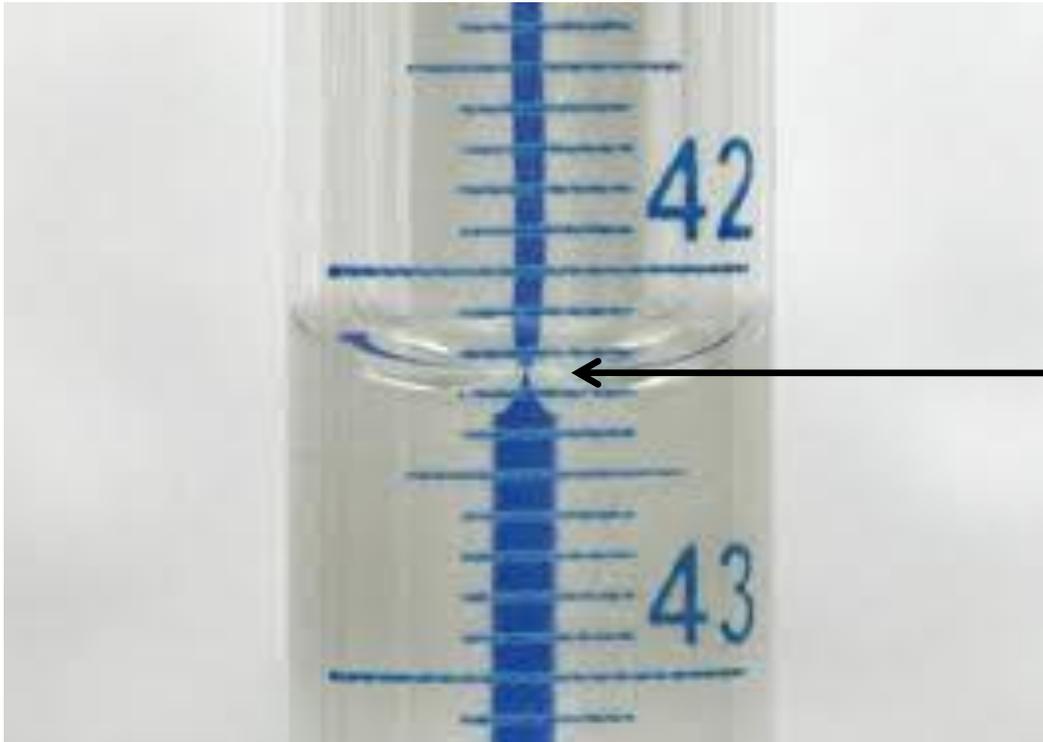
TARATA
(ad esempio:
matraccio)



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



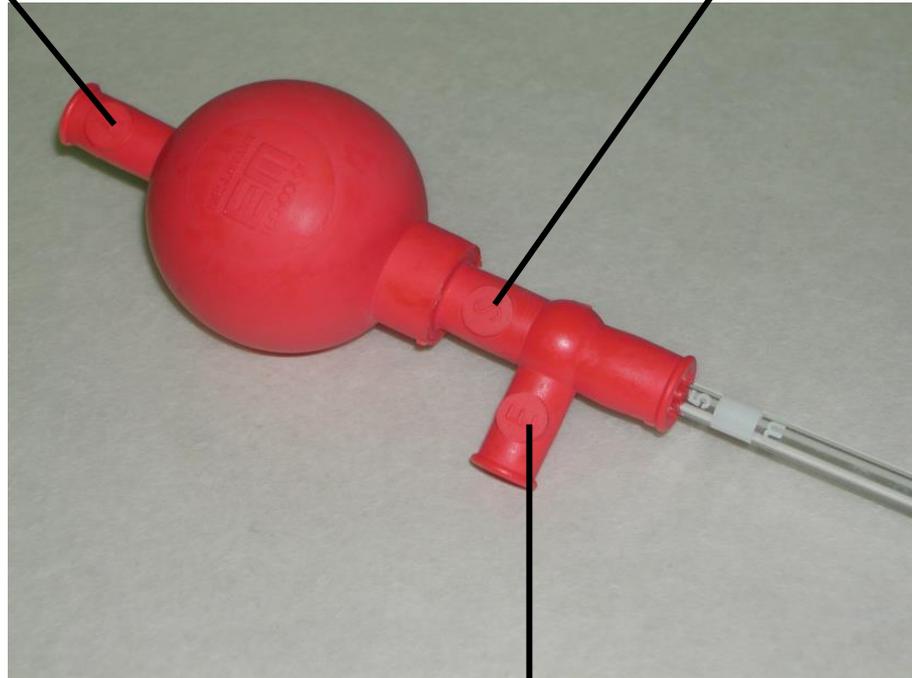
Si riportano tutte le cifre
indicate dalla bilancia

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
2. Far scivolare 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



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:

1. Sulla base delle esperienze condotte in laboratorio e della capacità di apprendimento dimostrata dallo/a studente/essa nella parte pratica;
2. Sulla base delle relazioni, che devono essere consegnate in forma cartacea entro l'esperienza successiva (se non in caso di motivazioni provate), e comunque prima dell'esame scritto di Chimica Generale. Le relazioni DEVONO seguire lo schema indicato!!! (lezione successiva)
3. Con una domanda nello scritto di Chimica Generale, relativa ad uno degli argomenti trattati nel corso;
4. Eventualmente, con qualche domanda durante la prova orale dell'esame 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.

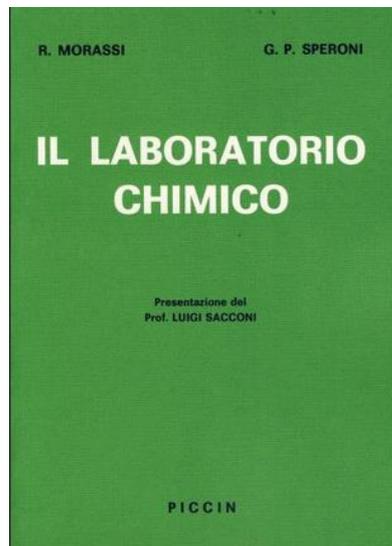
Esperienza 3: Determinazione del grado di acidità di un aceto commerciale per mezzo di titolazione acido-base con indicatore.

Esperienza 4: Preparazione di soluzioni tampone e verifica del potere tamponante



Approfondimento dei temi trattati

«Laboratorio di Chimica»
Claudio Tavagnacco
Edizioni Goliardiche



«Il laboratorio chimico»
Roberto Morassi, G. Paolo Speroni
Editore Piccin-Nuova Libreria