

# Unità di misura

## Unità di Misura

### LA MISURA

"La misura è la determinazione delle dimensioni, della capacità, della quantità o dell'estensione di qualcosa"

### NUMERI ESATTI E APPROSSIMATI

✓ Un numero esatto ha un valore a cui non è associata alcuna incertezza ed è quindi conosciuto esattamente (es. 12 oggetti in una dozzina);

✓ Un numero approssimato ha un valore cui è associato un certo grado di incertezza. Si ottiene ogni volta che si esegue una misura. *E' impossibile eseguire una misura esatta.*

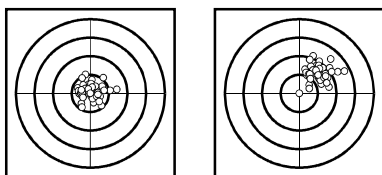
Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

2

## Serie di Misure

### PRECISIONE

La **precisione** si riferisce a quanto sono vicine tra loro una serie di misure fatte sullo stesso oggetto.



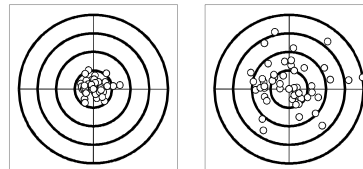
Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

3

## Serie di Misure

### ACCURATEZZA

L'**accuratezza** si riferisce a quanto una misura (o la media di più misure) risulta vicina al valore vero o accettato come vero della misura stessa.



Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

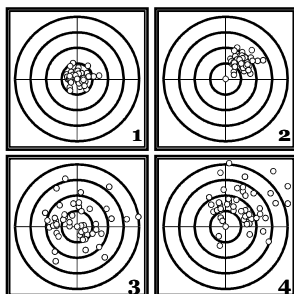
4

### Accuratezza

Elevata

Scarsa

Precisione  
Elevata  
Scarsa



Risultati di 50 determinazioni analitiche di un medesimo valore vero eseguite con 4 differenti metodi:

- 1: preciso ed accurato
- 2: preciso ed inaccurato
- 3: impreciso ed accurato
- 4: impreciso ed inaccurato

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

5

## Errori

**Errori Casuali (Random):** sono errori che hanno la loro origine da variabili non controllabili presenti in un esperimento (influenzano la precisione della misura);  
Es. Variazione momentanea di temperatura o pressione.

**Errori Sistemati:** sono errori originati da variabili controllabili dell'esperimento (influenzano l'accuratezza della misura).  
Es. Imperfezione in uno strumento di misura.

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

6

## Percentuale ed Errore Percentuale

Si definisce **percentuale** il numero di unità di uno specifico gruppo in un gruppo di 100.

$$\% = \frac{\text{N}^\circ \text{ unità desiderate}}{\text{N}^\circ \text{ totale}} \cdot 100$$

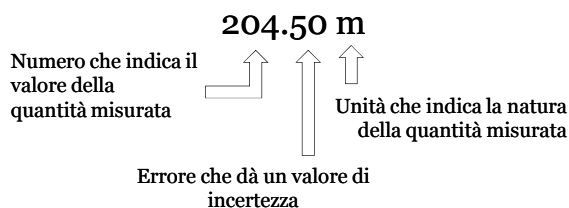
L'**errore percentuale** è il rapporto della differenza tra il valore misurato ed il valore accettato per una misura ed il valore accettato moltiplicato per 100. Può essere sia positivo che negativo.

$$e\% = \frac{\text{valore misurato} - \text{valore accettato}}{\text{valore accettato}} \cdot 100$$

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

7

## Sistemi di Misura



Sistema Metrico Decimale  
Sistema Internazionale

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

8

## Sistema Internazionale

Il **Sistema Internazionale** di unità di misura (**S.I.**) è stato introdotto nel 1960 dalla XI Conferenza Generale dei Pesi e Misure e perfezionato dalle Conferenze successive.

Il S.I. è oggetto di direttive della Comunità Europea fin dal 1971, ed è stato legalmente adottato in Italia nel 1982.

Il S.I. distingue per convenzione due tipi di grandezze: **grandezze fondamentali e grandezze derivate.**

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

9

## Sistema Internazionale

**GRANDEZZE FONDAMENTALI:** per le quali le unità di misura sono assunte dimensionalmente indipendenti.

**GRANDEZZE DERIVATE:** per le quali le unità di misura sono definite tramite relazioni analitiche che le collegano alle unità fondamentali.

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

10

## Sistema Internazionale

Il S.I. prevede 7 grandezze fondamentali e ne definisce le unità di misura:

Grandezza	Unità di Misura	Simbolo
Intervallo di tempo	secondo	s
Lunghezza	metro	m
Massa	chilogrammo	kg
Temperatura	kelvin	K
Quantità di sostanza	mole	mol
Intensità di corrente	ampere	A
Intensità luminosa	candela	cd

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

11

## Grandezze Fondamentali

### Definizione delle Unità di Misura

**INTERVALLO DI TEMPO: secondo (s o sec)**

Il **secondo** è la durata di 9 192 631 770 periodi della radiazione emessa dall'atomo di Cesio 133 nella transizione tra i due livelli iperfini ( $F = 4, M = 0$ ) e ( $F = 3, M = 0$ ) dello stato fondamentale  $2s(1/2)$ .

**LUNGHEZZA: metro (m)**

Il **metro** è la distanza percorsa dalla luce nel vuoto in un intervallo di tempo pari a  $1/299\,792\,458$  di secondo.

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

12

## Grandezze Fondamentali

### Definizione delle Unità di Misura

#### MASSA: Chilogrammo (kg)

Il **Chilogrammo** è la massa del prototipo internazionale conservato al Pavillon de Breteuil (Sevres, Francia).

#### TEMPERATURA: Kelvin (K)

Il **kelvin** è la temperatura pari a  $1/273.16$  della temperatura termodinamica del punto triplo dell'acqua.

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

13

## Grandezze Fondamentali

### Definizione delle Unità di Misura

#### INTENSITÀ DI CORRENTE ELETTRICA: Ampere (A)

L' **ampere** è la corrente che, se mantenuta in due conduttori paralleli indefinitamente lunghi e di sezione trascurabile posti a distanza di un metro nel vuoto, determina tra questi due conduttori una forza uguale a  $2 \cdot 10^{-7}$  newton per metro di lunghezza.

#### INTENSITÀ LUMINOSA: Candela (cd)

La **candela** è l'intensità luminosa, in un'assegnata direzione, di una sorgente che emette una radiazione monocromatica di frequenza  $540 \cdot 10^{12}$  Hz e la cui intensità energetica in tale direzione è  $1/683$  W/sr (steradiane, angolo solido).

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

14

## Grandezze Fondamentali

### Definizione delle Unità di Misura

#### QUANTITÀ DI SOSTANZA: Mole (mol)

La mole è la quantità di sostanza che contiene tante entità elementari quanti sono gli atomi in 0.012 kg di Carbonio 12.

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

15

## Unità di Misura Derivate

Grandezza	Unità	Simbolo	Conversione
Frequenza	Hertz	Hz	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$
Forza	Newton	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ Kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
Pressione	Pascal	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$
Lavoro, Energia	Joule	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$
Potenza	Watt	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}$
Carica Elettrica	Coulomb	C	$1 \text{ A} \cdot \text{s}$
Diff. di Potenziale Elettrico	Volt	V	
Resistenza Elettrica	Ohm	$\Omega$	$1 \Omega = 1 \text{ V} \cdot \text{A}^{-1}$
Capacità Elettrica	Farad	F	$1 \text{ F} = 1 \text{ C} \cdot \text{V}^{-1}$
Conduttanza Elettrica	Siemens	S	$1 \text{ S} = 1 \Omega^{-1}$
Angolo	Radiante	rad	

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

16

## Unità di Misura Derivate

#### FREQUENZA: Hertz (Hz) = $1 \text{ s}^{-1}$

La frequenza  $\nu$  di un fenomeno periodico è l'inverso del suo periodo T:  $\nu=1/T$ .

Una grandezza G dipende periodicamente dal tempo, con periodo T, se per qualsiasi istante t si ha che  $G(t) = G(t+T)$ . La frequenza misura il numero di volte che un fenomeno periodico si ripete in un secondo.

Le grandezze periodiche sinusoidali vengono descritte analiticamente con espressioni del tipo  $G(t) = A \sin(\omega t)$ , dove  $\omega$  è detta *frequenza angolare*, e si misura in  $\text{rad s}^{-1}$ .

La relazione tra frequenza angolare  $\omega$  e frequenza  $\nu$  è:  $\omega = 2 \pi \nu$ .

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

17

## Unità di Misura Derivate

#### FORZA: Newton (N) = $1 \text{ Kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

La forza unitaria di 1 N è la forza che imprime alla massa di 1 kg un'accelerazione di  $1 \text{ m s}^{-2}$ .

#### PRESSIONE: Pascal (Pa) = $1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$

La pressione unitaria di 1 Pa è la pressione esercitata su una superficie di  $1 \text{ m}^2$  dalla forza di 1 N esercitata perpendicolarmente alla superficie.

Viene spesso utilizzata un'unità di misura più grande, il bar:

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

Il bar è un'unità non SI ammessa all'uso. La pressione di 1 bar corrisponde all'incirca alla pressione atmosferica.

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} = 1.01325 \text{ bar}$$

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

18

## Unità di Misura Derivate

**LAVORO: Joule (J)** = 1 N · m

Il lavoro unitario di 1 J è il lavoro della forza di 1 N per uno spostamento di 1 m nella direzione della forza.

[Il joule è unità di misura anche per le quantità di calore. L'unità di misura calorica non è ammessa dal S.I. e non dovrebbe essere utilizzata].

**POTENZA: Watt (W)** = 1 J · s<sup>-1</sup>

La **potenza** unitaria di 1 W corrisponde al lavoro di 1 J svolto nell'intervallo di tempo di 1 s.

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

19

## Unità di Misura Derivate

**CARICA ELETTRICA: Coulomb (C)** = 1 A · s

1 C è la carica elettrica trasportata in 1 s dalla corrente di 1 A.

**DIFFERENZA DI POTENZIALE ELETTRICO: Volt (V)**

1 V è la differenza di potenziale elettrico tra due punti di un conduttore che, percorso dalla corrente di 1 A, dissipa per effetto Joule la potenza di 1 W.

**RESISTENZA ELETTRICA: Ohm (Ω)** = 1 V · A<sup>-1</sup>

1 Ω è la resistenza elettrica tra due punti di un conduttore ai quali è applicata la differenza di potenziale di 1 V quando scorre la corrente di 1 A.

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

20

## Unità di Misura Derivate

**CAPACITÀ ELETTRICA: Farad (F)**

1 F è la capacità di un condensatore su cui la carica di 1 C provoca una differenza di potenziale di 1 V.

**CONDUTTANZA ELETTRICA: Siemens (S)**

1 S è la conduttanza di un conduttore avente resistenza di 1 W.

**ANGOLO: Radiante (rad)**

Il radiante è l'angolo al centro di una circonferenza, di raggio arbitrario, che sottende un arco di lunghezza uguale al raggio stesso.

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

21

## Unità di Misura non SI ammesse

Grandezza	Unità	Simbolo	Conversione
Volume	litro	L	1 L = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
Massa	tonnellata	t	1 t = 10 <sup>3</sup> kg
Tempo	minuto	min	1 min = 60 s
	ora	h	1 h = 3600 s
	giorno	d	1 d = 86400 s
Angolo piano	grado	°	1° = (π/180) rad
	minuto	'	1' = (π/10880) rad
	secondo	"	1" = (π/64800) rad

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

22

## Sistema Internazionale

### Prefissi Moltiplicativi

Prefisso	Simbolo	Significato matematico
Tera-	T	10 <sup>12</sup> = 1 000 000 000 000
Giga-	G	10 <sup>9</sup> = 1 000 000 000
Mega-	M	10 <sup>6</sup> = 1 000 000
Chilo-	K	10 <sup>3</sup> = 1 000
Etto-	h	10 <sup>2</sup> = 100
Deca-	da	10 <sup>1</sup> = 10

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

23

## Sistema Internazionale

### Prefissi Moltiplicativi

Prefisso	Simbolo	Significato matematico
Deci-	d	10 <sup>-1</sup> = 0.1
Centi-	c	10 <sup>-2</sup> = 0.01
Milli-	m	10 <sup>-3</sup> = 0.001
Micro-	μ	10 <sup>-6</sup> = 0.000 001
Nano-	n	10 <sup>-9</sup> = 0.000 000 001
Pico-	p	10 <sup>-12</sup> = 0.000 000 000 001

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

24

## Sistema Internazionale

### Prefissi Moltiplicativi

I prefissi moltiplicativi precedono il nome dell'unità di misura (fondamentale o derivata).

Esempi: 1 km = 10<sup>3</sup> m; 1 μF = 10<sup>-6</sup> F.

Come deroga alla regola generale, i multipli e sottomultipli dell'unità di **massa** (chilogrammo, kg) si formano aggiungendo i prefissi moltiplicativi alla parola "grammo" e i relativi simboli al simbolo "g".

Esempio: 1 mg = 10<sup>-3</sup> g = 10<sup>-6</sup> kg.

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

25

## Altre Unità

### Densità:

Indica il rapporto tra la massa di un corpo ed il volume da esso occupato.

$$d = \frac{m}{V}$$

Le unità di misura più utilizzate sono:

[g cm<sup>-3</sup>] solidi

[g mL<sup>-1</sup>] liquidi

[g L<sup>-1</sup>] gas

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

26

## Densità

Densità a 25°C di alcuni solidi, liquidi e gas.

La densità varia al variare della temperatura. Occorre quindi riportare la temperatura alla quale la densità è stata misurata.

Solidi	d (g/cm <sup>3</sup> )	Liquidi	d (g/mL)	Gas	d (g/L)
Oro	19.3	Mercurio	13.55	Cloro	3.17
Piombo	11.3	Latte	1.028-1.035	Diossido di carbonio	1.96
Rame	8.93	Acqua	0.997	Ossigeno	1.42
Alluminio	2.70	Olio d'oliva	0.92	Aria (secca)	1.29
Legno (pino)	0.30 - 0.50	Alcool etilico	0.79	Metano	0.66

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

27

## Unità di Misura

### CIFRE SIGNIFICATIVE

**Sono le cifre che in ogni misura sono conosciute con sicurezza, più una cifra che è approssimata.**

**Regola 1: Le cifre diverse da zero sono sempre significative;**

15.345 cinque cifre significative  
5.67 tre cifre significative  
367.5 quattro cifre significative

**Regola 2: Gli zeri iniziali non sono mai significativi;**

0.00056 due cifre significative  
0.0886 tre cifre significative  
0.00000072 due cifre significative

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

28

## Cifre Significative

**Regola 3: Gli zeri interni sono sempre significativi;**

2.086 quattro cifre significative  
5003 quattro cifre significative  
0.04002 quattro cifre significative

**Regola 4: Gli zeri finali sono significativi solo se nel numero c'è un punto decimale;**

87.00 quattro cifre significative  
26.50 quattro cifre significative  
4500.00 sei cifre significative

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

29

## Cifre Significative

### CIFRE SIGNIFICATIVE E OPERAZIONI MATEMATICHE

Per riportare in maniera corretta i numeri ottenuti da calcoli effettuati con una calcolatrice si deve essere in grado di:

- ✓ Arrotondare i numeri ad un numero specifico di cifre significative;
- ✓ Determinare il numero di cifre significative nel risultato di un calcolo.

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

30

## Cifre Significative

### ARROTONDAMENTO

Consiste nell'eliminazione delle cifre non significative da un numero ottenuto da un calcolo.

Regola 1: Se la prima cifra a dover essere eliminata è minore di 5 essa si elimina insieme a tutte quelle che la seguono;

Regola 2: Se la prima cifra a dover essere eliminata è maggiore di 5 o è un 5 seguito da cifre diverse da zero, le cifre in eccesso vengono eliminate e l'ultima cifra che si conserva viene incrementata di un'unità

31

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

## Cifre Significative

### ARROTONDAMENTO

Regola 3: Se la prima cifra a dover essere eliminata è un 5 non seguito da altre cifre o seguito da zeri, si elimina il 5 e le cifre che lo seguono e: (a) si incrementa l'ultima cifra conservata di un'unità se essa è dispari o (b) si lascia inalterata l'ultima cifra conservata se essa è pari.

Esempio:

1. 63.312 arrotondato a 3 cifre significative diventa 63.3
2. 62.783 arrotondato a 3 cifre significative diventa 62.8
3. 62.558 arrotondato a 3 cifre significative diventa 62.6
4. 42.650 arrotondato a 3 cifre significative diventa 42.6
5. 42.350 arrotondato a 3 cifre significative diventa 42.4

32

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

## Cifre Significative

### OPERAZIONI MATEMATICHE

I calcoli matematici dovrebbero mantenere inalterata l'incertezza nella misura.

### MOLTIPLICAZIONE E DIVISIONE:

Il numero di cifre significative nel prodotto o quoziente è lo stesso di quello del numero che presenta il minor numero di cifre significative.

$$\text{Es. } 5.044 \times 2.49 = 12.55956 = 12.6$$

33

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

## Cifre Significative

### ADDIZIONE E SOTTRAZIONE

Il risultato che si ottiene deve avere la stessa incertezza della misura meno certa della serie

$$\text{Es. } 435 + 3.05 + 44.8 = 482.85 = 483$$

### NUMERI ESATTI

I numeri esatti si considerano come aventi un numero infinito di cifre significative.

$$\text{Es. Peso totale di 87 monete ciascuna del peso di } 5.0446 \text{ g} \\ 5.0446 \text{ g} \times 87 = 438.8802 = 438.88 \text{ g}$$

34

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

## Notazione Esponenziale

### Notazione Scientifica

Un numero decimale viene espresso come un prodotto di un numero compreso tra 1 e 10 moltiplicato per 10 elevato ad una determinata potenza

$$\begin{array}{ccc} & & \text{Esponente} \\ & \nearrow & \\ \text{Coefficiente} & \text{---} & 5,26 \cdot 10^4 \\ & \searrow & \\ & & \text{Termine Esponenziale} \end{array}$$

35

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

## Notazione Esponenziale

### Conversione da notazione decimale a scientifica

Regola 1: Il coefficiente è un numero compreso tra 1 e 10 che contiene lo stesso numero di cifre significative presenti nel numero decimale originale. Si ottiene riscrivendo il numero con un punto decimale dopo la prima cifra diversa da zero e cancellando tutti gli zeri non significativi;

Regola 2: Il valore dell'esponente per la potenza di dieci è ottenuto contando il numero di posti di cui deve essere spostato il punto decimale nel coefficiente per restituire il numero decimale originale. Se lo spostamento del punto decimale è verso *destra* l'esponente ha un valore *positivo*; se lo spostamento del punto decimale è verso *sinistra* l'esponente ha un valore *negativo*.

36

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

## Notazione Esponenziale

### Conversione da notazione decimale a scientifica

Es. In una goccia di sangue, che contiene il 92% in peso di acqua, sono presenti:

1 600 000 000 000 000 000 molecole di acqua.

Ciascuna molecola pesa:

0,000 000 000 000 000 000 30 grammi.

$$16000000000000000000 = 1,6 \cdot 10^{21} \text{ molecole}$$

$$0,00000000000000000030 = 3,0 \cdot 10^{-22} \text{ g}$$

Es. La Terra dista da Alpha Centauri 40.000.000.000.000 km.

$$40\,000\,000\,000\,000 = 4 \cdot 10^{13} \text{ Km}$$

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

37

## Notazione Scientifica

### Operazioni matematiche nella notazione scientifica

#### Divisione

$$\frac{a \cdot 10^x}{b \cdot 10^y} = \frac{a}{b} \cdot 10^{x-y}$$

#### Esempi:

$$(2,08 \cdot 10^5) / (1,19 \cdot 10^3) = 1,7478991 \cdot 10^2 = 1,75 \cdot 10^2$$

$$(3,94 \cdot 10^{10}) / (9,3 \cdot 10^{-4}) = 0,4236559 \cdot 10^{14} = 0,43 \cdot 10^{14}$$

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

38

## Notazione Scientifica

### Operazioni matematiche nella notazione scientifica

#### Moltiplicazione

$$(a \cdot 10^x) \cdot (b \cdot 10^y) = ab \cdot 10^{x+y}$$

#### Esempi:

$$(1,236 \cdot 10^3) \cdot (4,21 \cdot 10^{-9}) = 5,20356 \cdot 10^{-6} = 5,20 \cdot 10^{-6}$$

$$(6,93 \cdot 10^{10}) \cdot (2,5 \cdot 10^{-4}) = 17,325 \cdot 10^6 = 17 \cdot 10^6 = 1,7 \cdot 10^7$$

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

39

## Notazione Scientifica

### Operazioni matematiche nella notazione scientifica

#### Addizione e Sottrazione

✓ Trasformare i numeri in modo che abbiano la stessa potenza di dieci (si usa il coefficiente più grande);

✓ Aggiungere o sottrarre i numeri così ottenuti.

#### Esempi:

$$(2,46 \cdot 10^4) - (1,08 \cdot 10^3) = (2,46 \cdot 10^4) - (0,108 \cdot 10^4) = 2,35 \cdot 10^4$$

$$(9,95 \cdot 10^{-3}) + (9,43 \cdot 10^{-5}) = (9,95 \cdot 10^{-3}) + (0,0943 \cdot 10^{-3}) = 10,0443 \cdot 10^{-3} = 10,04 \cdot 10^{-3} = 1,004 \cdot 10^{-2}$$

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

40

## Proprietà delle esponenziali

$$\bullet a^0 = 1 \quad \text{e} \quad a^{-x} = 1 / a^x$$

$$\bullet a^x \cdot a^y = a^{x+y} \quad \text{e} \quad a^x / a^y = a^{x-y}$$

$$\bullet a^x \cdot b^x = (a \cdot b)^x \quad \text{e} \quad a^x / b^x = (a/b)^x$$

$$\bullet (a^x)^y = a^{(x \cdot y)}$$

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

41

## Operazioni con i logaritmi

Il logaritmo di un **prodotto** o di una **divisione** è la somma algebrica dei logaritmi dei vari fattori.

#### Esempi:

$$\log 0,004 = \log (4 \times 10^{-3}) = \log 4 + \log 10^{-3} = 0,6 + (-3) = -2,4$$

$$\log (5/2) = \log 2 - \log 5 = 0,699 - 0,301 = 0,398$$

Il logaritmo di una **potenza** (o di una **radice**) è il prodotto dell'esponente per il logaritmo della base.

#### Esempi:

$$\log 10^4 = 4 \log 10 = 4; \quad \log 2^5 = 5 \log 2 = 5 \times 0,301 = 1,505$$

$$\log \sqrt[3]{1000000} = \log 10^{6/3} = 2 \log 10 = 2$$

Corso di Chimica Dott.ssa Fioravanti

42

## Operazioni con i logaritmi

### Cambio di base di un logaritmo

$$\log_b x = \frac{\log_k x}{\log_k b}$$

### Esempi:

$$\log x = \ln x / \ln 10 = \ln x / 2,3$$

$$\ln x = \log x / \log e = \ln x / 0,43$$

**e = 2,718281828459.... Numero di Nepero**