

# TITOLO soluzioni

Il valore numerico della concentrazione rappresenta il **titolo** della soluzione. Quindi tutte le soluzioni di cui sia nota esattamente la concentrazione del soluto vengono chiamate **soluzioni titolate**.

- ➔ Titolo è anche la quantità di sostanza (in g o mg) con cui quella soluzione titolata (mL) reagisce.
- ➔ Titolo per i solidi (farmaci) esprime il grado di purezza della sostanza e si esprime sempre in percentuale.



## Gradi di purezza di sostanze commercialmente disponibili

Tipo di sostanza	Significato	Impieghi comuni
Grado ACS certificato	Sostanze reagenti che rispettano o superano le specifiche della <i>American Chemical Society</i> (ACS)	Varie applicazioni analitiche
Grado USP, BP, EP, NF, o FCC	Sostanze reagenti che rispettano o superano le specifiche della Farmacopea degli Stati Uniti (USP), della Farmacopea Britannica (BP), della Farmacopea Europea (EP), del <i>National Formulary</i> (NF), o del <i>Food Chemicals Codex</i> (FCC)	Laboratori di scienze farmaceutiche o alimentari, test biologici
Grado tecnico o di laboratorio	Sostanze chimiche di ragionevole purezza per casi in cui non esistono standard ufficiali per i livelli di qualità o impurezza	Produzione o impieghi generali di laboratorio
Grado biotecnologico	Sostanze e solventi purificati e preparati per le biotecnologie	Biologia molecolare, saggi di elettroforesi, sequenziamento e sintesi di DNARNNA o di peptidi
Grado HPLC	Sostanze purificate e preparate per essere impiegate nella cromatografia liquida ad alte prestazioni (HPLC)	Preparazione di reagenti e campioni per HPLC
Grado metalli traccia	Sostanze preparate per avere bassi livelli di metalli in tracce	Preparazione di reagenti e campioni per l'analisi di tracce di metalli

# CALCOLO CONC. (TITOLO) SOLUZ. CONCENTRATE

## Esempio 1.

Calcolo della molarità di **HCl concentrato (37%)**

$d = 1.18 \text{ g/mL}$ ,  $PM \text{ HCl} = 36.461 \text{ (g/mol)}$

## Svolgimento

Si hanno 37 g di HCl in 100 g di soluzione

Quanti g in 1 L di soluzione?

$1000 \text{ mL} \times 1.18 \text{ g/mL} = 1.180 \text{ g in 1L}$

Di questi quanti sono di HCl?  $1.180 \text{ g} \times 0.37 = 437 \text{g di HCl in 1L di soluz.}$

A quante moli corrispondono?

Si usa  $PM \text{ HCl}$

$437 \text{ (g/L)} / 36.461 \text{ (g/mol)} = \mathbf{12.0 \text{ M}}$

# CALCOLO CONC. (TITOLO) SOLUZ. CONCENTRATE

## Esempio 2.

Calcolo della molarità di **NH<sub>3</sub> concentrata (28%)**,  
d = 0.899 g/mL, PM NH<sub>3</sub> = 17.03 (g/mol)

### Svolgimento

Si hanno 28 g di NH<sub>3</sub> in 100 g di soluzione

Quanti g in 1 L di soluzione?

$$1000 \text{ mL} \times 0.899 \text{ g/mL} = 899 \text{ g in 1L}$$

Di questi quanti sono di NH<sub>3</sub>? Considerando la percentuale in peso si ha:  
899 g x 0.28 = 251.72 g di NH<sub>3</sub> in 1L di soluz.

A quante moli corrispondono? Si usa PM NH<sub>3</sub>

$$251.72 \text{ (g/L)} / 17.03 \text{ (g/mol)} = \mathbf{14.8 \text{ M}}$$

# CALCOLO CONC. (TITOLO) SOLUZ. CONCENTRATE

**Esempio 3.** Calcolo della molarità di **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrato (96%)**,  
d = 1.84 g/mL, PM H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 98,08 (g/mol)

## Svolgimento

Si hanno 96 g di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> in 100 g di soluzione di densità d = 1.84 g/mL  
1000 mL x 1.84 g/mL = 1840 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> in 1L

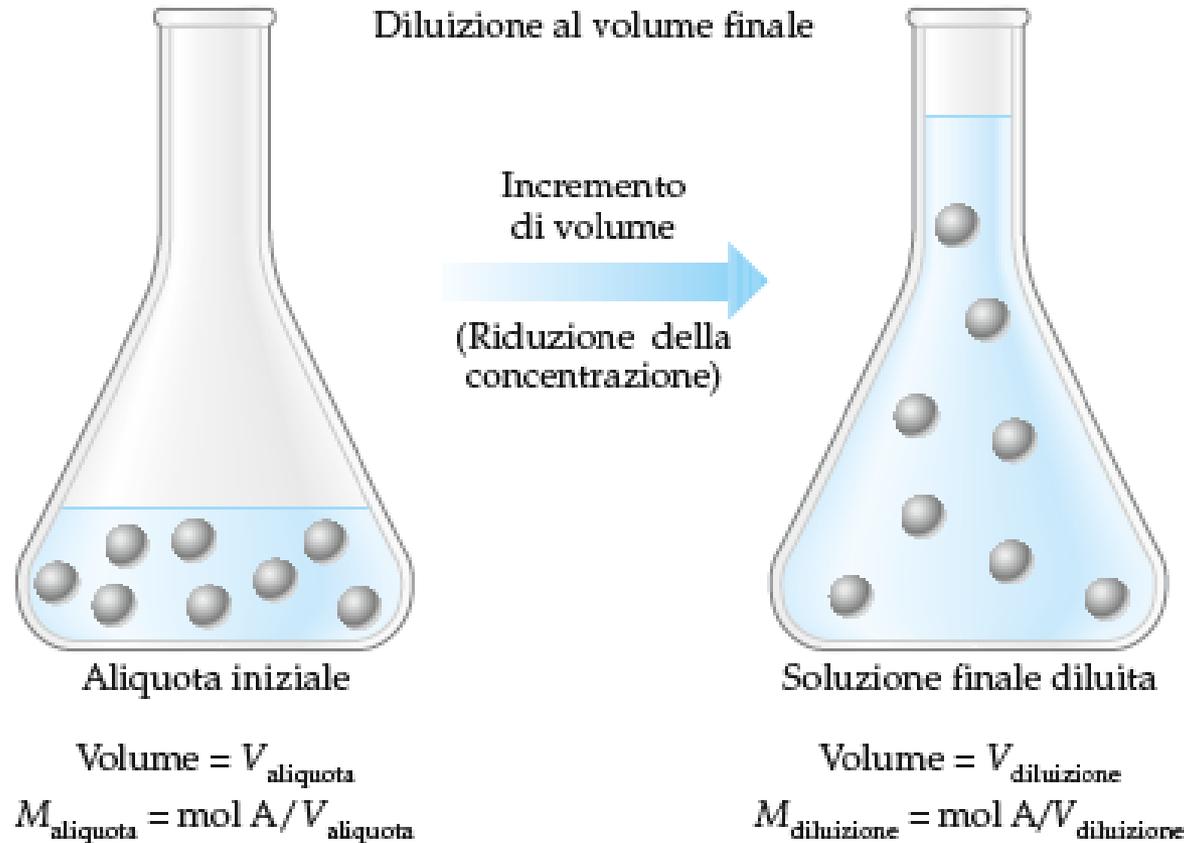
Considerando la percentuale in peso:

1840 g x 0.96 = 1766.4 g di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> in 1L di soluzione

Per calcolare la molarità si usa poi il PM H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

1766.4 (g/L) / 98.08 (g/mol) = **18.0 M**

# Soluzione madre - Aliquote - Soluzioni diluite



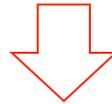
**FIGURA 3.13** Relazione tra la quantità di una sostanza presente in un'aliquota e la sua concentrazione finale in una soluzione diluita. In questo esempio, le moli totali di analita (A) sono le stesse sia nell'aliquota iniziale che nella soluzione finale. Tuttavia, la concentrazione di questo analita è più bassa nella soluzione finale poiché quest'ultima ha un volume maggiore rispetto all'aliquota originale.

# Diluizione delle soluzioni

Le soluzioni diluite possono essere preparate da soluzioni concentrate

Un certo volume o una certa massa della soluzione concentrata sono trasferiti in un matraccio tarato e diluiti con il solvente fino a volume richiesto.

Quando una soluzione viene diluita, il numero di moli di soluto resta invariato



Possiamo uguagliare il numero di moli contenute nella soluzione concentrata (conc) e nella soluzione diluita (dil):

$$\text{moli iniziali} = \text{moli finali} \quad \Rightarrow \quad \text{moli sol}_{\text{conc}} = \text{moli soluz}_{\text{diluita}}$$

## FORMULA DELLE DILUIZIONI

$$M_{\text{conc}} V_{\text{conc}} = M_{\text{dil}} V_{\text{dil}}$$

## Diluizione delle soluzioni – ESEMPI (1)

- ◆ Quale volume di  $\text{NH}_3$  concentrato (aliquota) occorre prelevare per preparare 0.5 mL di una soluzione 0.100 M?

$$M_{\text{conc}} V_{\text{conc}} = M_{\text{dil}} V_{\text{dil}}$$

$$14.8 \text{ M} \times V_{\text{conc}} = 0.100 \text{ M} \times 0.500 \text{ mL}$$

$$V_{\text{conc}} = 3.38 \text{ mL}$$

- ◆ Quale volume di  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrato (aliquota) occorre prelevare per preparare 1 L di una soluzione 0.200 M?

$$M_{\text{conc}} V_{\text{conc}} = M_{\text{dil}} V_{\text{dil}}$$

$$18.0 \text{ M} \times V_{\text{conc}} = 0.200 \text{ M} \times 1.0 \text{ L}$$

$$V_{\text{conc}} = 11.11 \text{ mL}$$

## Diluizione delle soluzioni – ESEMPI (2)

- ◆ Calcolare il volume di  $\text{H}_2\text{SO}_4$  6 M necessario a produrre 500 ml di  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.3 M:

$$6 \times V_i = 0.3 \times 0.5 \quad V_i = (0.5 \times 0.3)/6 = 0.025\text{L} = 25 \text{ mL}$$

- ◆ Una soluzione di NaOH è 1.1M. Calcolare il volume di  $\text{H}_2\text{O}$  che deve essere aggiunto a 700 mL di soluzione per ottenere una soluzione 0.35 M. Si considerino i volumi additivi.

$$V_f = (M_i \cdot V_i) / M_f = (1.1 \cdot 0.7) / 0.35 = 2.2 \text{ L}$$

$$\text{Volume } \text{H}_2\text{O} \text{ da aggiungere} = 2.2 - 0.7 = 1.5 \text{ L}$$

# Mescolamento delle soluzioni

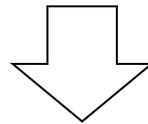
Nella pratica di laboratorio è molto comune preparare una soluzione per **mescolamento di due o più soluzioni** a concentrazione nota

**Moli soluto nella soluzione finale = moli soluzione 1 + moli soluzione 2**

$$M_f V_f = M_1 V_1 + M_2 V_2$$

ma

$$V_f = V_1 + V_2$$



$$M_f (V_1 + V_2) = M_1 V_1 + M_2 V_2$$

# Mescolamento delle soluzioni - ESEMPIO

Esempio

Quale deve essere la molarità di una soluzione di  $\text{NH}_3$  perché 700 mL di questa soluzione, aggiunti a 300 mL di  $\text{NH}_3$  0.2 M diano luogo ad una soluzione 0.12 M?

$$M_1 V_1 + M_2 V_2 = (V_1 + V_2) M_3$$

$$M_1 = ? \quad M_2 = 0.2 \text{ M} \quad M_3 = 0.12 \text{ M}$$

$$V_1 = 0.7 \text{ L} \quad V_2 = 0.3 \text{ L} \quad V_3 = V_1 + V_2 = 1 \text{ L}$$

$$M_1 = [M_3 (V_1 + V_2) - M_2 V_2] / V_1 = 8.57 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

## Equivalenze utili in Chimica Analitica

$$\text{ppm} \Leftrightarrow \text{mg/kg} \Leftrightarrow \mu\text{g/g}$$

$$\text{ppb} \Leftrightarrow \mu\text{g/kg} \Leftrightarrow \text{ng/g}$$

Per soluzioni acquose di densità unitaria ( $1 \text{ g/cm}^3$ )

$$\text{ppm} \Leftrightarrow \text{mg/L}$$

$$\text{ppb} \Leftrightarrow \mu\text{g/L}$$