

# Corso di Chimica

## Esercitazione 9: Le soluzioni

29 Aprile 2016

### 1. Introduzione

Le soluzioni sono miscele di due o più componenti chimicamente e fisicamente omogenee che presentano cioè uguale composizione e uguali proprietà fisiche in ogni loro punto. Da un punto di vista analitico sono molto importanti le soluzioni che utilizzano come solvente l'acqua. Nelle soluzioni acquose, l'acqua, componente presente in maggiore quantità, è solitamente il **solvente** e il componente presente in minore quantità è il **soluto**. La composizione di una soluzione è definita se si conosce la natura chimica del solvente e del soluto, e le loro quantità relative.

La **concentrazione** è appunto la grandezza che esprime la quantità relativa di un componente della soluzione, e può essere misurata in unità diverse, alcune delle quali sono le seguenti:

1. **Molarità (M)**: La molarità di una soluzione è il numero di moli di soluto contenute in un litro di soluzione.
2. **Molalità (m)**: Si definisce molalità il numero di moli di soluto contenuto in 1000g di solvente.
3. **Frazione molare ( $\chi$ )**: si definisce frazione molare il rapporto tra le moli di un componente e la somma delle moli di tutti i componenti di una soluzione.
4. **Percentuale in peso e percentuale in volume**: Si definisce percentuale in peso la quantità in peso di soluto contenuta in 100 parti in peso di soluzione. Si definisce, invece, percentuale in volume il volume di soluto contenuto in 100 parti in volume di soluzione.

## 2. Problemi Svolti

### 2.1 Problema

Una soluzione di HCl è 0,20M. Calcolare la molarità della soluzione ottenuta diluendo 100 ml di questa soluzione con acqua pura fino al volume totale di 500 ml.

- 100 ml della soluzione 0,20M contengono:

$$moli = 0,100l \cdot 0,20moli/l = 0,020moli \text{ di HCl}$$

- Nei 500 ml della seconda soluzione sono dunque presenti 0,020 moli di HCl. La molarità della soluzione risultante dall'aggiunta di acqua è quindi:

$$\frac{0,020moli}{0,500l} = 0,040M$$

### 2.2 Problema

Calcolare la molarità delle seguenti soluzioni: una soluzione contenente 0,460g di etanolo,  $C_2H_6O$ , disciolto in 500ml di soluzione e una soluzione ottenuta sciogliendo 25,2 ml di etanolo puro, un liquido avente densità 0,789 g/ml, in acqua, e diluendo con acqua fino al volume totale di 0,750l.

(p.f.  $C_2H_6O = 46$ )

- Conoscendo il peso molecolare dell'etanolo possiamo ricavarci le moli:

$$moli_{C_2H_6O} = \frac{0,460}{46} = 0,0100moli$$

- Conoscendo le moli possiamo ricavarci la Molarità:

$$M = \frac{0,0100moli}{0,500l} = 0,0200M$$

- Per la seconda parte del problema occorre intanto calcolare il peso dell'etanolo, che risulta:

$$g = (0,789g/ml) \cdot (25,2ml) = 19,9g$$

- A questo punto il numero di moli si può facilmente ricavare dal rapporto:

$$\frac{19,9moli}{46g/mole} = 0,432moli$$

- La molarità, essendo il volume 0,750l, sarà:

$$M = \frac{0,432moli}{0,750l} = 0,576M$$

### 2.3 Problema

Una soluzione di  $\text{HNO}_3$  è 1,20 m. Calcolare la quantità in grammi di  $\text{HNO}_3$  contenuta in 10 ml della soluzione, la cui densità è 1,03 g/ml.

(p.f.  $\text{HNO}_3 = 63.02 \text{ g/mole}$ )

- Per 1000g di  $\text{H}_2\text{O}$  vi sono:

$$g_{\text{HNO}_3} = (63\text{g/mole}) \cdot (1,20\text{moli}) = 75,6\text{g}$$

- Quindi la massa totale della soluzione è di  $1000 + 75,6 = 1075,6\text{g}$ . Dividendo tale massa per la densità, si ottiene il volume in ml della soluzione, come segue:

$$V = \frac{1075,6\text{g}}{1,03\text{g/ml}} = 1044\text{ml}$$

- In 1044 ml di soluzione, quindi, vi sono 75,6 g di  $\text{HNO}_3$ . Ed allora si ottiene immediatamente i grammi in 10 ml:

$$g_{\text{HNO}_3} = \frac{(75,6\text{g}) \cdot (10\text{ml})}{1044\text{ml}} = 0,724\text{g}$$

### 2.4 Problema

Una soluzione è fatta mescolando 6 g di urea  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , e 100 g di  $\text{H}_2\text{O}$ . Calcolare le frazioni molari dell'urea e dell'acqua e la molalità della soluzione.

(p.f.  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 = 60\text{g/mole}$ )

- Le moli di urea si possono ricavare direttamente:

$$\text{moli}_{\text{CO}(\text{NH}_2)_2} = \frac{6\text{g}}{60\text{g/mol}} = 0,10\text{moli}$$

- Per l'acqua si ha (p.f. 18):

$$\text{moli}_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{100\text{g}}{18\text{g/mol}} = 5,5\text{moli}$$

- A questo punto possiamo ricavarci le frazioni molari:

$$\chi_{\text{CO}(\text{NH}_2)_2} = \frac{0,10\text{moli}}{(5,5+0,10)\text{moli}} = 0,018$$

$$\chi_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{5,5\text{moli}}{(5,5+0,10)\text{moli}} = 0,98$$

- Poichè per 100 g di  $\text{H}_2\text{O}$  vi sono 0,10 moli di  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  è evidente che la molalità è 1.

## 2.5 Problema

Una soluzione viene preparata mescolando 31,5 g di  $\text{HNO}_3$  e 1000 g di  $\text{H}_2\text{O}$ . Calcolare la percentuale in peso di  $\text{HNO}_3$  e dell' $\text{H}_2\text{O}$  ed inoltre la molalità, la frazione molare e la molarità, sapendo che la densità della soluzione è 1,01 g/ml

- La massa totale della soluzione è di 1000 g + 31,5 g, cioè di 1031,5 g, e quindi si ha:

$$\text{percentuale in peso di } \text{HNO}_3 = \frac{(31,5\text{g}) \cdot 100}{1031,5\text{g}} = 3\%$$

$$\text{Percentuale in peso di } \text{H}_2\text{O} = \frac{(1000\text{g}) \cdot (100)}{1031,5\text{g}} = 97\%$$

- Poichè 31,5 g di  $\text{HNO}_3$  corrispondono a:

$$n_{\text{HNO}_3} = \frac{31,5\text{g}}{63\text{g/mole}} = 0,50\text{moli}$$

- E' evidente che la molalità è 0,50 m.
- Poichè 1000 g di acqua corrispondono a:

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{1000\text{g}}{18\text{g/mole}} = 55,5\text{moli}$$

- Le frazioni molari si ottengono come segue:

$$\chi_{\text{HNO}_3} = \frac{0,50\text{moli}}{55,5+0,50\text{moli}} = 0,0089$$

$$\chi_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{55,5\text{moli}}{55,5+0,50\text{moli}} = 0,99$$

- Per calcolare la molarità si osservi che 1031,5 g di soluzione occupano un volume di:

$$V = \frac{1031,5\text{g}}{1,01\text{g/ml}} = 1,02 \cdot 10^3\text{ml}$$

- e che in tale volume sono contenute 0,50 moli di  $\text{HNO}_3$ . Per cui la molarità è:

$$M = \frac{0,50\text{moli}}{1,02} = 0,49\text{m/l} = 0,49\text{M}$$

## 2.6 Problema

Una soluzione contiene 5,66g di  $\text{Zr}(\text{SO}_4)_2$  (p.f. 283 g/mole) in 100ml di soluzione. Calcolare il volume di acqua da aggiungere per ottenere una soluzione di concentrazione 0,100M.

- Le moli di  $\text{Zr}(\text{SO}_4)_2$  contenute in 100 ml di soluzione sono:

$$n_{\text{Zr}(\text{SO}_4)_2} = \frac{5,66g}{283g/mole} = 0,0200moli$$

- Indichiamo con  $(0,100 + x)$ l il volume della soluzione risultante, dove x è il volume (in l) di  $\text{H}_2\text{O}$  aggiunta. Le moli di  $\text{Zr}(\text{SO}_4)_2$  contenute in 0,100l sono anche contenute nel nuovo volume di soluzione. Si può quindi scrivere:

$$0,0200moli = [(0,100 + x)l] \cdot (0,100moli/l)$$

$$x = 0,100l$$

- Bisogna quindi aggiungere 100ml di  $\text{H}_2\text{O}$  per avere la soluzione 0,100M.

## 2.7 Problema

Che massa, in grammi, di acqua si deve aggiungere a 1 kg di  $\text{CH}_3\text{OH}$  (aq) 1,38m per abbassare la molalità a 1m?

- Nella soluzione originale, la massa di  $\text{CH}_3\text{OH}$  associata ad 1kg o 1000g d'acqua è:

$$g_{\text{CH}_3\text{OH}} = 1Kg_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \left(\frac{1,38m}{1Kg}\right) \cdot \left(\frac{32,04g/mol}{1mol}\right) = 44,2g$$

- Quindi calcoliamo la massa di metanolo in 1kg = 1000g della soluzione originale.

$$g_{\text{CH}_3\text{OH}} = 1000g \cdot \left(\frac{44,2g}{1044g_{soluzione}}\right) = 42,3g$$

- Quindi, 1000g di questa soluzione originale contiene  $1000 - 42,3 = 957,5g$  di  $\text{H}_2\text{O}$ .
- Ora, una soluzione 1m di  $\text{CH}_3\text{OH}$  contiene 32,04g di  $\text{CH}_3\text{OH}$  (una mole) per ogni 1000g di  $\text{H}_2\text{O}$ .
- Calcoliamo ora la massa di  $\text{H}_2\text{O}$  associata a 42,3g di  $\text{CH}_3\text{OH}$  in tale soluzione.

$$g_{\text{H}_2\text{O}} = 42,3g \cdot \left(\frac{1000g}{32,04g}\right) = 1320g$$

- Dato che abbiamo già 957,7 g  $\text{H}_2\text{O}$  nella soluzione originaria, la massa d'acqua da aggiungere è:

$$1320 - 957,7 = 362g$$

### 3. Problemi da svolgere

#### 3.1 Problema

2 g di  $\text{HNO}_3$  sono disciolti in tanta acqua da formare una soluzione di: 10 ml, 100 ml e 1000 ml. Calcolare la molarità nei tre casi.

**[R. 3,2M ; 0,32M ; 0,032M]**

#### 3.2 Problema

Due soluzioni contenenti  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  come soluto sono formate come segue: 12g di  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  in tanta acqua da formare 580 ml di soluzione; 120 g di  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  in tanta acqua da formare una soluzione di 580ml. Calcolare la molarità delle due soluzioni.

**[R. 0,448M ; 4,48M]**

#### 3.3 Problema

Una soluzione di acido formico ( $\text{HCOOH}$ ) è 0,255M. Si vuole farla diventare 0,200M. Calcolare il volume in ml di acqua da aggiungere ad 1 litro di soluzione 0,225M per farla diventare 0,200M.

**[R. 125ml]**

#### 3.4 Problema

E' necessario preparare una serie di soluzioni aventi la molarità 0,250. I soluti e le loro quantità a disposizione sono: a) 10g di  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ; b) 10g di  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ; c) 10g di  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; d) 10g di  $\text{NaCl}$ . Calcolare il volume in litri di soluzione 0,250M che possono essere preparati dalle quantità disponibili.

**[R. a) 0,136l ; b) 0,166l ; c) 0,408l ; d) 0,684l]**

#### 3.5 Problema

34,2g di  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  sono disciolti in tanta acqua da formare una soluzione 0,10M, avente densità 1,10 g/ml. Calcolare il volume d'acqua aggiunto e la molalità.

**[R. 1065,8ml ; 0,094m]**

#### 3.6 Problema

Si osserva che, aggiungendo a 90ml di acqua ( $d = 1 \text{ g/ml}$ ) 0,2210 l di metanolo puro,  $\text{CH}_3\text{OH}$  ( $d = 0,80 \text{ g/ml}$ ), la densità della soluzione risultante è 0,89 g/ml. Calcolare per il metanolo il valore della molarità, molalità e percentuale in peso ed in volume.

**[R. 18,1M ; 58,3m ; percentuale in peso 65,1% ; percentuale in volume 72,4%]**

### 3.7 Problema

Si vuole preparare una soluzione di  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,35m da una soluzione 1m. Sapendo che la densità della soluzione 0,35m è 1,08 g/ml, calcolare i grammi di acqua da aggiungere alla soluzione 1m ed inoltre la molarità, la percentuale in peso e la frazione molare di  $\text{CH}_3\text{COOH}$  nella nuova soluzione.

**[R. 1856g ; 0,37M ; 2,06% ; 0,063]**

### 3.8 Problema

500ml di HCl gassoso, misurati a 27 °C e 821 Torr, sono stati disciolti in 95ml di acqua. Calcolare la frazione molare di HCl.

**[R. 0,040]**