

Le soluzioni titolate

Materiali occorrenti:

Acido cloridrico sol. 37 % - Acido solforico sol. 96 % - Acido acetico glaciale - Acido nitrico sol. 65 % - Idrossido di sodio sol. 32 % - Idrossido di ammonio sol. 25 % - Acido ossalico cristallino - Permanganato di potassio cristallino - Vetreteria tarata.

Richiami teorici:

Nell'attività di laboratorio chimico sono molto spesso usate soluzioni concentrazioni ben definite.

La **concentrazione** o **titolo** definisce la quantità di *soluta* in un certo *solvente*. Il solvente usato è, quasi sempre, l'acqua.

Esistono molti modi per definire le concentrazioni delle soluzioni; e più usati sono:

Molarità (M): indica il numero di moli di soluto presenti in 1 litro (1 L) di soluzione.

$$M = n_{\text{moli}} / V_L \quad n_{\text{moli}} = M \cdot V_L \quad \text{e, quindi,} \quad n_{\text{moli}} = m / PM$$

Molalità (m): indica il numero di moli di soluto presenti in 1 kilogrammo (1 Kg) di solvente.

Normalità (N): indica il numero di equivalenti di soluto in 1 litro (1 L) di soluzione.

$$N = n_{\text{eq}} / V_L \quad n_{\text{eq}} = N \cdot V \quad \text{e, quindi,} \quad n_{\text{eq}} = g / PE$$

Il **peso equivalente (PE)** si calcola in modo diverso a seconda del composto e del tipo di reazione nel quale esso è impegnato; si rimanda ai testi di chimica teorica per una più approfondita trattazione.

Percento in massa (%_m): indica il numero di grammi di soluto presenti in 100 g di soluzione.

Percento in volume (%_v): indica il numero di grammi di soluto presenti in 100 mL di soluzione.

Grammi per litro (g/L): indica il numero di grammi di soluto presenti in 1 litro (1 L) di soluzione. E' uguale ad 1/10 di quella in percento in volume.

In pratica le concentrazioni più usate sono quelle in *molarità* e in *percento in massa*.

E' possibile passare da un sistema ad un altro utilizzando delle formule di trasformazione; le più importanti sono:

$$\%_v = \%_m \cdot d; \quad \%_m = \%_v / d; \quad g/L = 10 \cdot \%_v; \quad \%_v = g/L / 10; \quad M = g/L / PM; \quad g/L = M \cdot PM.$$

Utilizzando vari passaggi è possibile trasformare un sistema in un altro; si voglia, ad esempio, calcolare la molarità di una soluzione 32 %_m di *NaOH* (d = 1.35, PM = 40).

- 1)- Si trasforma il valore in %_v (%_v = %_m × d): 32 · 1.35 = 43.2 %V
- 2)- Si passa alla concentrazione g/L (g/L = 10 × %_v): 10 · 43.2 = 432 g/L
- 3)- Si ricava la molarità (M = g/L / PM): 432 / 40 = 10.8 M

Le soluzioni commerciali, se non titolate in molarità o normalità sono sempre in percento in massa (*rif. catalogo reagenti Merck o Carlo Erba*).

Esecuzione dell'esperienza:

Parte prima: preparazione di soluzioni diluite da soluzioni concentrate:

Disponendo di soluzioni concentrate il procedimento pratico può essere così descritto:

si riempie a metà un pallone tarato da 1 litro, si preparano 1 pipetta tarata da 50 mL, una da 10 mL, una pipetta graduata da 10 mL ed una da 2 mL (1/100) ben pulite ed asciutte; si preleva con queste ,utilizzando un aspirapipette e con successive operazioni (ad es. 50 + 10 + x mL), la quantità richiesta e la si versa, con cura, nel pallone. Completata questa fase si riempie fino quasi alla tacca di riferimento, si chiude con il tappo e si agita con cautela. Si pone, poi, il pallone su un piano lasciando riposare la soluzione; dopo alcuni minuti , utilizzando una spruzzetta, si porta il livello della soluzione a coincidere perfettamente con la tacca. Nel versare la soluzione concentrata nell'acqua si osservi la massima cautela, in quanto l'operazione, con acidi e basi forti, provoca un forte sviluppo di calore.

1.1 - Preparazione di una soluzione 1 M di acido cloridrico:

Si dispone di *acido cloridrico* (*HCl*) in sol. 37 %_m (d = 1.19, PM = 36.46):

1 litro = 1190 g ($m = V \cdot d$); in 1190 g (e in 1 L) è presente il 37 % di HCl, ovvero ($1190 \cdot 37 / 100$) **440.3 g**.

Il n_{moli} è (m / PM): $440.3 / 36.46 = 12.07$. La soluzione è, perciò, **12.07 M**.

Si ricava la quantità di HCl 12.07 M che contiene 1 mole:

$12.07 : 1000 = 1 : x$ $x = 82.85$. Il valore può essere arrotondato a **82.8**.

Si devono prelevare, quindi, **82.8 mL** di HCl concentrato e portare ad 1 litro.

1.2 - Preparazione di una soluzione 0.5 M di idrossido di sodio:

Si dispone di *idrossido di sodio* (*NaOH*) in sol. 32 %_m (d = 1.35, PM = 40):

1 litro = 1350 g ($m = V \cdot d$); in 1350 g (e in 1 L) è presente il 32 % di NaOH, ovvero ($1350 \cdot 32 / 100$) **432 g**.

Il n_{moli} è (m / PM): $432 / 40 = 10.8$. La soluzione è, perciò, **10.8 M**.

Si ricava la quantità di NaOH 10.8 M che contiene 0.5 moli:

$10.8 : 1000 = 0.5 : x$ $x = 46.29$. Il valore può essere arrotondato a **46.3**.

Si devono prelevare, quindi, **46.3 mL** di NaOH concentrato e portare ad 1 litro.

1.3 - Preparazione di una soluzione 0.2 M di acido solforico:

Si dispone di *acido solforico* (*H₂SO₄*) in sol. 96 %_m (d = 1.84, PM = 98.08):

1 litro = 1840 g ($m = V \cdot d$); in 1840 g (e in 1 L) è presente il 96 % di H₂SO₄, ovvero ($1840 \cdot 96 / 100$) **1766.4 g**.

Il n_{moli} è (m / PM): $1766.4 / 98.08 = 18$. La soluzione è, perciò, **18 M**.

Si ricava la quantità di H₂SO₄ 18 M che contiene 0.2 moli:

$18 : 1000 = 0.2 : x$ $x = 11.11$. Il valore può essere arrotondato a **11.1**.

Si devono prelevare, quindi, **11.1 mL** di H₂SO₄ concentrato e portare ad 1 litro.

1.4 - Preparazione di una soluzione 0.1 M di acido nitrico:

Si dispone di *acido nitrico* (HNO_3) in sol. 65 %_m ($d = 1.40$, $PM = 63.01$):

1 litro = 1400 g ($m = V \cdot d$); in 1400 g. (e in 1 L) è presente il 65 % di HNO_3 , ovvero ($1400 \cdot 65 / 100$) **910 g**.

Il n_{moli} è (m / PM): $910 / 63.01 = 14.44$. La soluzione è, perciò, **14.44 M**.

Si ricava la quantità di HNO_3 14.44 M che contiene 0.1 moli:

$14.44 : 1000 = 0.1 : x$ $x = 6.92$. Il valore può essere arrotondato a **6.9**.

Si devono prelevare, quindi, **6.9 mL** di HNO_3 concentrato e portare a 1 litro.

Parte seconda: preparazioni di soluzioni molarie da soluti solidi:

Disponendo di soluti solidi e puri è possibile ottenere facilmente soluzioni in varie molarità; si pesa la quantità necessaria del soluto, ricavandola dal PM, sciogliendola completamente in circa 500/600 mL di acqua posta nel pallone tarato. Si riempie con altra acqua fino quasi alla tacca di riferimento, si agita per mescolare completamente, si lascia riposare ed, infine, si porta il livello fino alla perfetta corrispondenza della tacca.

E' necessario che il soluto sia perfettamente puro e che la pesata sia molto accurata. Nel caso di sostanze igroscopiche si deve provvedere a disidratazione in stufa. Nel caso di composti idratati è necessario tenere conto, nella formulazione del PM del numero di molecole d'acqua.

2.1 - Preparazione di una soluzione 0.1 M di permanganato di potassio:

Si dispone di *permanganato di potassio* ($KMnO_4$) cristallino anidro ($PM = 158.04$).

1 litro di soluzione 1 M deve contenere una mole, ovvero 158.04 g di sale; una soluzione 0.1 M deve contenere 0.1 M, ovvero **15.804 g**.

Si pesano su bilancia analitica, utilizzando un becker, 15.804 g di $KMnO_4$; si aggiunge acqua fino a completa solubilizzazione e si versa il tutto nel pallone tarato, lavando il becker con una spruzzetta in modo da far defluire completamente la soluzione. Si aggiunge acqua fino quasi alla tacca, si agita e si lascia riposare; dopo alcuni minuti si perfeziona il riempimento.

2.2 - Preparazione di una soluzione 0.5 M di acido ossalico:

Si dispone di *acido ossalico diidrato* cristallino [$(COOH)_2 \cdot 2H_2O$] ($PM = 126.07$).

1 litro di soluzione 1 M deve contenere una mole, ovvero 126.07 g di acido; una soluzione 0.5 M deve contenere 0.5 M, ovvero **63.05 g**.

Si pesano su bilancia analitica 63.05 g di $(COOH)_2 \cdot H_2O$ e si procede nel modo descritto.

Legenda dei simboli:

M = molarità; **V_L** = volume in litri; **n_{moli}** = numero di moli; **m** = massa in grammi;
PM = peso molecolare (massa formula); **n_{eq}** = numero equivalenti; **%_m** = per cento in massa;
%_v = per cento in volume; **g/L** = grammi/litro; **d** = densità.

Molarità delle principali soluzioni commerciali espresse in %m

HCl 37 %_m = 12.07 M; HCl 32 %_m = 10.44 M; HCl 25 %_m = 8.15 M;

H₂SO₄ 96 %_m = 18 M; H₂SO₄ 30 %_m = 5.62 M; HNO₃ 65 %_m = 14.44 M;

H₃PO₄ 85 %_m = 14.83 M; HF 40 %_m = 22.58 M; CH₃COOH 100 %_m = 17.48 M;

NaOH 32 %_m = 10.8 M; NH₄OH 25 %_m = 13.35 M.