

SCUOLA SUPERIORE DI CATANIA
CONCORSO DI AMMISSIONE AL I ANNO DEI CORSI ORDINARI
A.A. 2018-2019

CLASSE DELLE SCIENZE SPERIMENTALI

PROVA DI CHIMICA - Soluzioni

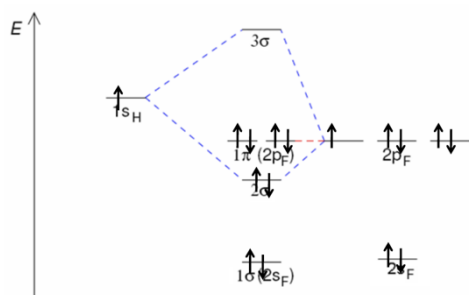
1) Scrivere la configurazione elettronica dello ione fluoruro (F^-), sapendo che il F è l'elemento numero 9 della Tavola Periodica. Le dimensioni dello ione fluoruro saranno maggiori, uguali o minori di quelle dell'atomo di fluoro? Motivare la risposta.

Il Fluoro ha numero atomico 9 ed ha 9 elettroni; lo ione fluoruro F^- ha un elettrone in più e configurazione elettronica $1s^2 2s^2 2p^6$.

Le dimensioni dello ione fluoruro saranno maggiori di quelle dell'atomo neutro, perché l'aggiunta di un elettrone provoca un aumento della repulsione fra elettroni, non bilanciata da un aumento della carica nucleare; questo provoca un'espansione della nube elettronica intorno al nucleo ed un aumento delle dimensioni dello ione.

2) Utilizzando la teoria degli orbitali molecolari descrivere la molecola HF, calcolandone l'ordine di legame.

Il diagramma dei livelli energetici della molecola di HF viene formato tenendo conto delle differenze in energia fra gli orbitali atomici dei due elementi. L'orbitale $1s$ dell'H ha energia molto maggiore degli orbitali $1s$ e $2s$ del Fluoro. Per simmetria l'orbitale $1s$ dell'H si sovrappone con un orbitale $2p$ del fluoro, portando alla formazione di un orbitale molecolare legante σ ed uno antilegante σ^ . Gli orbitali atomici non interagenti del fluoro rimangono come orbitali di non legame. L'ordine di legame è 1.*



3) La composizione percentuale della Vitamina C è la seguente: C = 40.92%; H = 4.58%; O = 54.50%. Calcolare la formula minima della Vitamina C. Se il peso molecolare della Vitamina C è di 176.13 u.m.a., quale sarà la sua formula chimica?

Per ottenere la formula minima del composto troviamo il numero di grammoatomi degli elementi contenuti nel composto, dividendo i valori delle percentuali per il peso atomico degli elementi (considerando una massa di 100 g)

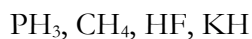
$$C = \frac{40.92}{12.01} = 3.41 \quad H = \frac{4.58}{1.01} = 4.53 \quad O = \frac{54.50}{16.00} = 3.41$$

Dividendo per il valore più piccolo avremo:

$$C = 1 \quad H = 1.33 \quad O = 1$$

Per ottenere i valori interi degli indici stechiometrici dovremo moltiplicare questi valori per tre ed avremo la formula minima: $C_3H_4O_3$. Visto che il peso molecolare della Vitamina C è 176.13 e quello della formula minima è 88.07, la formula chimica del composto sarà $C_6H_8O_6$

4) Definire fra quali delle seguenti molecole sia possibile la presenza di legame idrogeno, motivando le ragioni della scelta:



Il legame idrogeno si forma in composti dove l'idrogeno è legato ad elementi molto elettronegativi. Fra quelli indicati questa condizione è rispettata nella molecola HF, in cui quindi il legame idrogeno è presente, mentre nelle altre no.

5) Calcolare i grammi di NaCl da aggiungere a 500 mL di acqua in modo da ottenere una soluzione che sia isotonica con una soluzione 0.5 M di glucosio (soluti non volatili e non elettroliti).

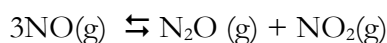
Soluzioni isotoniche presentano le stesse proprietà colligative, ovvero in soluzione sono presenti lo stesso numero di particelle di soluto non volatile. Il cloruro di sodio è un elettrolita forte e si dissocia completamente in Na^+ e Cl^- , quindi la sua concentrazione dovrà essere corretta di un fattore due, dovendo avere lo stesso numero di particelle della soluzione di glucosio, non elettrolita.

$$0.5 = 2 X$$

Da cui $X = 0.25 \text{ M}$. In 500 mL dovremo avere 0.125 moli di NaCl. I grammi di NaCl da aggiungere saranno:

$$g = \text{moli} \times \text{peso formula} = 0.125 \times 58.5 = 7.31$$

6) Per la seguente reazione:



il $\Delta H^\circ < 0$. Descrivi brevemente (spiegandone le ragioni) l'effetto delle seguenti variazioni sull'equilibrio:

- a) aggiunta di N_2O gassoso
- b) il volume della miscela viene ridotto a temperatura costante
- c) la miscela viene raffreddata
- d) un gas inerte viene immesso mantenendo costante pressione e temperatura
- e) un gas inerte viene immesso mantenendo costante volume e temperatura

Le variazioni avranno i seguenti effetti:

- a) L'aggiunta di N_2O , prodotto della reazione, provocherà lo spostamento dell'equilibrio verso il reagente, per mantenere invariata la costante di equilibrio (principio di Le Chatelier).
- b) La reazione procede con una diminuzione di specie in fase gassosa, per cui l'equilibrio si sposterà verso i prodotti in seguito ad una diminuzione di volume.
- c) la diminuzione di temperatura farà spostare l'equilibrio verso i prodotti, perché la costante di equilibrio aumenterà alla diminuzione di temperatura (processo esotermico avendo $\Delta H^\circ < 0$).
- d) A pressione e temperatura costanti, l'immissione di un gas inerte provocherà un aumento di volume, quindi lo spostamento dell'equilibrio verso il reagente (la costante di equilibrio non varia)
- f) il gas inerte in questo caso non provocherà nessuna variazione, perché non cambiano né pressioni, né temperatura dei componenti l'equilibrio.

7) A 100 mL di una soluzione $5 \times 10^{-3} \text{ M}$ di NH_3 ($K_b = 1.8 \times 10^{-5}$), vengono aggiunti 120 mL di una soluzione 10^{-3} M di HCl. Calcolare il pH della soluzione ottenuta.

NH_3 ed HCl reagiranno secondo la reazione: $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

Calcolando le moli dei reagenti:

$$\text{moli NH}_3 = M \times V = 5 \times 10^{-3} \times 0.1 = 5 \times 10^{-4} \quad \text{moli HCl} = M \times V = 10^{-3} \times 0.12 = 1.2 \times 10^{-4}$$

Il reagente limitante è l'HCl, che verrà completamente consumato, mentre rimarrà un eccesso di NH_3 al termine della reazione. Avremo:

$$\text{moli NH}_3 = 5 \times 10^{-4} - 1.2 \times 10^{-4} = 3.8 \times 10^{-4}$$

mentre le moli di NH_4^+ formate, uguali a quelle di HCl consumate, saranno 1.2×10^{-4} .

Si sarà formata una soluzione tampone, perché in soluzione sono presenti in quantità confrontabile una base debole (NH_3) ed il suo acido coniugato (NH_4^+).

Il pH della soluzione sarà:

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} = 9.76$$

8) Calcolare la forza elettromotrice ed i potenziali degli elettrodi di una pila formata da una barretta di Zn immersa in una soluzione di ioni Zn^{2+} aventi concentrazione 0.18 M e da una barretta di Cu immersa in soluzione 0.20 M di ioni Cu^{2+} . $E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 = 0.34 \text{ V}$, $E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 = -0.76 \text{ V}$

Utilizzando l'equazione di Nernst per i due elettrodi, avremo:

$$E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 + \frac{0.059}{2} \log [\text{Cu}^{2+}] = 0.34 + \frac{0.059}{2} \log 0.2 = 0.32 \text{ V}$$

$$E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 + \frac{0.059}{2} \log [\text{Zn}^{2+}] = -0.76 + \frac{0.059}{2} \log 0.18 = -0.78 \text{ V}$$

La forza elettromotrice sarà data da:

$$E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} - E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = 0.32 - (-0.78) = 1.10 \text{ V}$$

9) Calcolare la solubilità di PbCl_2 in una soluzione di NaCl 0.1 M.

$$K_{ps \text{ PbCl}_2} = 1.7 \times 10^{-5}$$

Il prodotto di solubilità del cloruro di piombo sarà:

$$K_{ps \text{ PbCl}_2} = [\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^-]^2$$

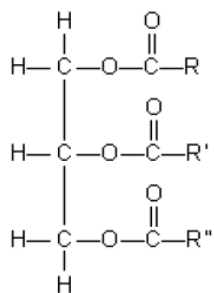
Dato che la concentrazione dello ione cloruro sarà determinata dalla concentrazione fornita dal sale solubile NaCl, avremo che la solubilità sarà uguale alla concentrazione dello ione piombo, ottenuta da:

$$[\text{Pb}^{2+}] = \frac{K_{ps \text{ PbCl}_2}}{[\text{Cl}^-]^2} = \frac{1.7 \times 10^{-5}}{(0.1)^2} = 1.7 \times 10^{-3} \text{ moli/L}$$

10) I trigliceridi sono: a) esteri formati da acidi grassi e glicerolo, b) acidi tricarbossilici, c) alcoli a lunga catena. Scrivere la struttura di un generico trigliceride

I trigliceridi sono esteri formati dal glicerolo con tre unità di acidi grassi.

La struttura di un generico trigliceride sarà:



trigliceride