

CHIMICA I

Soluzioni ed esito alla prova scritta del 23 settembre 2010

- 1) Si fanno reagire 200.0 g di CrO_3 , 55.20 g di $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ e un eccesso di acido forte. Avviene la reazione (da bilanciare) : $\text{CrO}_3 + \text{C}_2\text{H}_6\text{O} + \text{H}^+ \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 + \text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$. La miscela ottenuta viene diluita con acqua, ottenendo 2.00 L di soluzione. Calcolare la molarità di $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ nella soluzione finale e la quantità minima di acido (in moli di H^+) necessaria per completare la reazione

La reazione bilanciata è $4 \text{CrO}_3 + 3 \text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 12 \text{H}^+ \longrightarrow 3 \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 + 4 \text{Cr}^{3+} + 9 \text{H}_2\text{O}$

le moli utilizzate sono: mol CrO_3 = massa/MM = 200/100 = 2 mol

mol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ = massa/MM = 55.20/46 = 1.2 mol

Si può determinare l'agente limitante dividendo le quantità in moli per i coefficienti stechiometrici: $2/4 = 0.5$ $1.2/3 = 0.4$ $0.4 < 0.5$ l'agente limitante è $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

Le moli di $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ sono pari alle moli di $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, 1.2 mol.

$[\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2] = \text{mol}/V = 1.2/2 = 0.6 \text{ M}$

Le moli di H^+ necessarie sono mol $\text{H}^+ = \text{mol } \text{C}_2\text{H}_6\text{O} \times 12/3 = 1.2 \times 4 = 4.8 \text{ mol}$

- 2) Calcolare il pH di una soluzione tampone contenente sia NH_3 0.500 M sia NH_4Cl 0.300 M. Calcolare il pH quando a 100 mL di questa soluzione vengono aggiunti a) 100 mL di HCl 0.250 M e b) 100 mL di NaOH 0.300 M. $K_b(\text{NH}_3) = 1.8 \times 10^{-5}$

La soluzione iniziale è una soluzione tampone basica. Il suo pH si può ricavare con l'equazione

(approssimata) $[\text{OH}^-] = K_b[\text{NH}_3]/[\text{NH}_4^+] = 1.8 \times 10^{-5} \times 0.5/0.3 = 3.0 \times 10^{-5}$

$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 3.0 \times 10^{-5} = 4.52$

$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 4.52 = 9.48$

a) HCl (acido forte) reagisce con NH_3 (base debole)

Le quantità utilizzate, e la corrispondente tabella delle variazioni, sono

mmol $\text{HCl} = M \times V = 100 \times 0.25 = 25$

mmol $\text{NH}_3 = M \times V = 100 \times 0.5 = 50$

mmol $\text{NH}_4\text{Cl} = M \times V = 100 \times 0.3 = 30$

	NH_3	+	H^+	\longrightarrow	NH_4^+
iniziale	50		25		30
variazioni	-25		-25		+25
finale	25		≈ 0		55

La soluzione finale è ancora una soluzione tampone basica. Il suo pH si può ricavare con

l'equazione (approssimata) $[\text{OH}^-] = K_b \times n_b/n_a = 1.8 \times 10^{-5} \times 25/55 = 8.2 \times 10^{-6}$

$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 8.2 \times 10^{-6} = 5.09$

$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 5.09 = 8.91$

b) NaOH (base forte) reagisce con NH_4^+ (acido debole)

Le quantità utilizzate, e la corrispondente tabella delle variazioni, sono

mmol $\text{NaOH} = M \times V = 100 \times 0.3 = 30$

mmol $\text{NH}_3 = M \times V = 100 \times 0.5 = 50$

mmol $\text{NH}_4\text{Cl} = M \times V = 100 \times 0.3 = 30$

	NH_4^+	+	OH^-	\longrightarrow	NH_3
iniziale	30		30		50
variazioni	-30		-30		+30
finale	≈ 0		≈ 0		80

La soluzione finale contiene solo NH_3 . Il suo pH si può ricavare con l'equazione (approssimata) $[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b[\text{NH}_3]} = \sqrt{(1.8 \times 10^{-5} \cdot 80/200)} = 2.7 \times 10^{-3}$
 $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 2.7 \times 10^{-3} = 2.57$ $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2.57 = 11.43$

- 3) La reazione $\text{N}_{2(\text{g})} + 3 \text{H}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons 2 \text{NH}_{3(\text{g})}$ è esotermica. Indicare quale effetto avranno sulla posizione di equilibrio e sulla costante di equilibrio, le seguenti perturbazioni:**
- si aggiunge N_2 , a temperatura e pressione costante
 - si aggiunge NH_3 a temperatura e pressione costante
 - si aumenta la pressione totale, a temperatura costante
 - si aggiunge un catalizzatore
 - si scalda la miscela, a pressione costante.
 - si aggiunge un gas nobile, a volume e temperatura costanti

- 4) Quale tra le seguenti soluzioni contiene una maggior concentrazione di ioni Ag^+ ? una soluzione satura di AgBr o una soluzione di CaCl_2 2.00×10^{-4} M saturata con AgCl ? $[K_{\text{ps}}(\text{AgBr}) = 5 \times 10^{-13}$, $K_{\text{ps}}(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10}]$**

Nella prima soluzione $[\text{Ag}^+] = [\text{Br}^-]$
 $K_{\text{ps}}(\text{AgBr}) = [\text{Ag}^+][\text{Br}^-] = 5 \times 10^{-13}$. Per cui $[\text{Ag}^+]^2 = K_{\text{ps}}$
 $[\text{Ag}^+] = \sqrt{K_{\text{ps}}} = \sqrt{5.0 \times 10^{-13}} = 7.1 \times 10^{-7}$ M

Nella seconda soluzione $[\text{Cl}^-] = 2 \times 2.00 \times 10^{-4} = 4 \times 10^{-4}$ M
 AgCl è poco solubile; Ag^+ deve essere in equilibrio con Cl^- (la quantità di Cl^- derivante da AgCl è sicuramente trascurabile) $[\text{Ag}^+] = K_{\text{ps}}/[\text{Cl}^-] = 1.8 \times 10^{-10}/4 \times 10^{-4} = 4.5 \times 10^{-7}$ M
 La concentrazione di Ag^+ è maggiore nella soluzione di AgBr

- 5) Spiegare cosa sono le formule di risonanza e la carica formale, mostrando l'utilità di quest'ultima nello scegliere la formula di risonanza più corretta. Illustrare con esempi adeguati.**
- 6) Sulla base dei potenziali standard, prevedere cosa succede quando, in una soluzione di NaBr 1 M e satura di Br_2 vengono aggiunti a) una soluzione di Fe^{2+} e b) una soluzione di Ce^{4+} . Le semireazioni coinvolte, e i rispettivi potenziali standard sono: $\text{Br}_2 + 2 \text{e}^- \longrightarrow 2\text{Br}^-$ (1.07 V); $\text{Ce}^{4+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ce}^{3+}$ (1.61 V); $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ (0,77 V). Scrivere le equazioni chimiche, bilanciate e complete, che descrivono i fenomeni.**

Fe^{2+} può reagire con Br_2 secondo la reazione
 $\text{Br}_2 + 2 \text{Fe}^{2+} \longrightarrow 2\text{Br}^- + 2 \text{Fe}^{3+}$ Br_2 si riduce (processo catodico)
 $\Delta E = 1.07 - 0.77 = 0.3 \text{ V} > 0$ il processo è spontaneo (a favore dei prodotti)

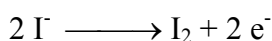
Ce^{4+} può reagire con Br^- secondo la reazione
 $2 \text{Br}^- + 2 \text{Ce}^{4+} \longrightarrow \text{Br}_2 + 2 \text{Ce}^{3+}$ Ce^{4+} si riduce (processo catodico)
 $\Delta E = 1.61 - 1.07 = 0.54 \text{ V} > 0$ il processo è spontaneo (a favore dei prodotti)

7) Determinare la formula di Lewis, la geometria molecolare e gli orbitali utilizzati dall'atomo centrale nelle seguenti molecole o ioni a) $[\text{CHO}_2]^-$ b) $[\text{ICl}_2]^-$ c) SO_2

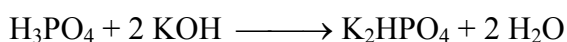
	$[\text{CHO}_2]^-$	$[\text{ICl}_2]^-$	SO_2
el. di valenza	$1 + 4 + 2 \times 6 + 1 = 18$	$3 \times 7 + 1 = 22$	$6 + 2 \times 6 = 18$
Form. Di Lewis			
Classificazione	AX3	AX2E3	AX2E
Geometria	Triangolare planare $\text{H-C-O} = 120^\circ$	Lineare $\text{Cl-I-Cl} = 180^\circ$	Piegata $\text{O-S-O} < 120^\circ$
Orb. Utilizzati	C usa tre orbitali sp^2 e un orbitale p per il doppio legame C=O	I usa cinque orbitali sp^3d	S usa tre orbitali sp^2

8) Scrivere le equazioni chimiche, bilanciate e complete, che descrivono le seguenti reazioni:

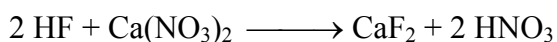
a) la semireazione di ossidazione dello ioduro a iodio



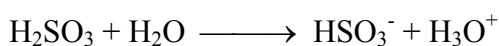
b) la reazione tra una mole di acido fosforico e due moli di idrossido di potassio



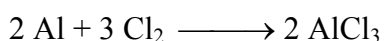
c) la precipitazione del fluoruro di calcio, a partire da acido fluoridrico e nitrato di calcio



d) la dissociazione acida dell'acido solforoso in acqua



e) la reazione tra cloro e alluminio elementari, a dare cloruro di alluminio



CHIMICA I

Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente

Milano, 24 settembre 2010

Si comunica il risultato della prova scritta del 23 settembre 2010:

CERIANI NICOLÒ	18
FIANO PAOLA	Insuff
GATTINONI ALBERTO	Insuff
GELMINI ILARIA	Insuff
VERTUA MARTINA	Insuff
VILLA GIULIO	18

Insuff. = deve integrare con una prova orale

Gli altri non sono ammessi all'orale

Per visionare gli scritti, per verbalizzare l'esito o per fissare la data della prova orale, rivolgersi al docente nell'ufficio al terzo piano del DISAT.

Esito, testo e soluzioni degli esercizi sono scaricabili dal link:

<http://www.disat.unimib.it/ita/corso/AVVISI-COMUNICAZIONI.htm>

Il docente del corso

R. Della Pergola