

Compito 29.01.24

- (6p) Rappresentare la geometria dell'acido triossofosforico (III)⁻ e descriverne i legami con la teoria del legame di valenza: presentare il ragionamento seguito (P, Z = 15).
- (4p) Indicare quali delle seguenti combinazioni di numeri quantici sono corrette ed in quale orbitale è contenuto l'elettrone. Spiegare inoltre perché le altre non sono ammissibili:

n = 3; l = 1; m _l = 2; m _s = 1/2	n = 4; l = 1; m _l = 0; m _s = -1/2
n = 1; l = 0; m _l = 0; m _s = -1/2	n = 1; l = 1; m _l = 1; m _s = 1/2
- (4p) Scrivere l'ossidazione che si produce nella cella:
 Pt | H₂ (0.25 atm) | HA (0.22 M), NaA (0.11 M) || KClO₃ (0.12 M), HCl (0.075 M) | Pt
 Sapendo che la cella eroga una ddp di 0.784 V e che E⁰_{ClO₃⁻/Cl⁻ = +0.662 V, calcolare K_A per l'acido debole HA.}
- (4p) Sapendo che per CaF₂ il K_{ps} vale 3.4 x 10⁻¹¹ e che K_A di HF vale 7.2 x 10⁻⁴, determinare quale pH deve avere una soluzione satura di CaF₂ per avere una solubilità del sale pari a 5 x 10⁻⁴ M.
- (4p) In un reattore indeformabile da 20.00 L, inizialmente vuoto, vengono introdotte 0.50 mol di NH₃, 1.20 mol di CO₂ e 0.50 mol di H₂O. La temperatura viene innalzata a 250°C e si instaura l'equilibrio che porta alla sintesi dell'urea (NH₂)₂CO (reazione da bilanciare):
 NH₃ (g) + CO₂ (g) = (NH₂)₂CO (s) + H₂O (g)
 Una volta raggiunto l'equilibrio, nel reattore sono ancora presenti 0.15 mol di NH₃. Calcolare la pressione totale nel recipiente, i valori di K_p e K_c e la massa di urea prodotta nel reattore.
- (4p) Per la reazione completa di una certa quantità di un metallo M con HCl vengono impiegati 20.00 mL di HCl 6.20 M. Dopo aver portato a secchezza il prodotto della reazione, si ottengono 5.90 g di sale anidro. Sapendo che M assume lo stato di ossidazione +2, scrivere la reazione chimica che avviene, calcolare la massa atomica relativa di M e la massa iniziale del metallo impiegata nella reazione.
- (4p) L'aminoacido asparagina ha la seguente composizione percentuale: C 41.4%, H 8.0%, N 32.2%, O 18.4%. Una soluzione acquosa viene preparata sciogliendo 5.27 g di asparagina in un volume finale di 250 mL. Tale soluzione possiede una pressione osmotica di 2.96 atm. Considerando l'asparagina come un non elettrolita, determinare la sua formula molecolare.

H 1.00794 g/mol

O 15.9994 g/mol

C 12.0106 g/mol

Cl 35.453 g/mol

N 14.0067 g/mol

COMPITO SCRITTO - A.A. 2023/2024

COMPITO 29.01.2024

Es. 1

Acido tetrosso fosforico (III): $\text{H}_3\text{PO}_3 \Rightarrow \text{PO}_3^{3-}$

Atomo centrale: P $Z=15$

Configurazione elettronica:



Guscio di valenze: $3s^2 3p^3$

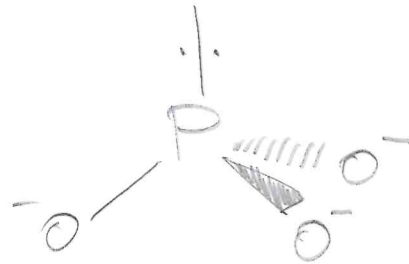
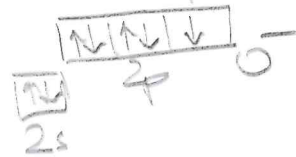
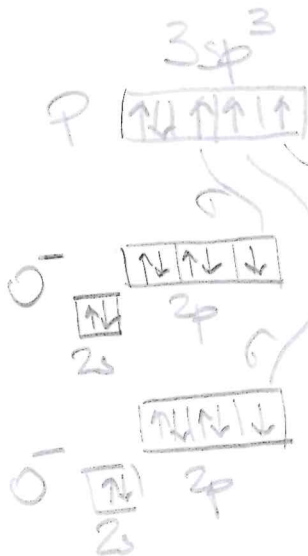
$$n^{\circ} \text{elettroni} : 5(\text{P}) + 3 \cdot 2(\text{O}) - 3 \cdot 2(\text{H}, 0) + 3(\text{carica}) = 8 \text{ elettroni}$$

4 coppie strutturali:

Geometria coppie strutturali: AX_4

Geometria ione: AX_3E piramide a base triangolare

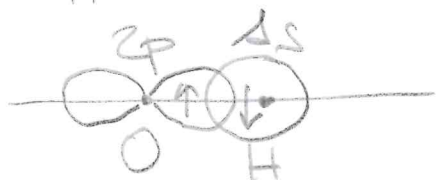
Ibridizzato sp^3



Schema legami



L'acido H_3PO_3 gli atomi terminali O^- sono sostituiti da gruppi OH , formati secondo lo schema:

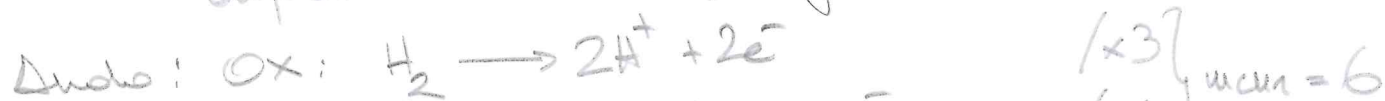


Es. 2

n	l	m_l	m_s	
3	1	2	$1/2$	NON AMMISSIBILE $l \leq m_l \leq l$
1	0	0	$-1/2$	Orbitale $1s$
4	1	0	$-1/2$	Orbitale $4p$
1	1	1	$1/2$	NON AMMISSIBILE $0 \leq l \leq n-1$

Es. 3

Nel comparto anodico della cella, la coppia redox coinvolta è H^+/H_2 ed il potenziale dipende dalla $[H_2O^+]$ regolata dal tampone:



$$E_A = E_{H^+/H_2}^0 + \frac{0,0591}{2} \log \frac{[H^+]^2}{P_{H_2}} = \phi + \frac{0,0591}{2} \log \frac{[H^+]^2}{0,25}$$

$$E_C = E_{ClO_3^-/Cl^-}^0 + \frac{0,0591}{6} \log \frac{[ClO_3^-][H^+]^6}{[Cl^-]}$$

$$= 0,662 + \frac{0,0591}{6} \log \frac{0,2 \cdot (0,025)^6}{0,025} = 0,598 V$$

$$E_A = E_C - \text{ddp} = 0,598 - 0,784 = -0,186 \text{ V}$$

$$\frac{0,0591}{2} \log \frac{[H^+]^2}{0,25} = -0,186$$

$$\log \frac{[H^+]^2}{0,25} = -0,186 \cdot \frac{2}{0,0591} = -6,294$$

$$[H^+] = \sqrt{0,25 \cdot 10^{-6,294}} = 3,564 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

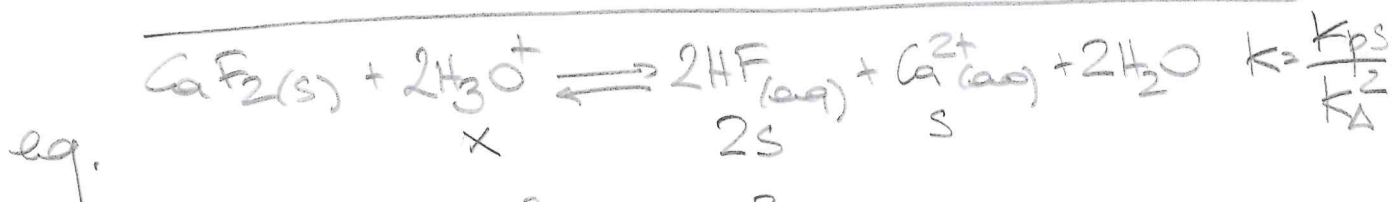
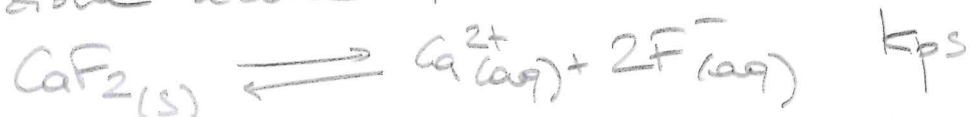
Nel tampone;



$$K_A = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} = \frac{0,11 \cdot 3,564 \cdot 10^{-4}}{0,22} = 1,782 \cdot 10^{-4}$$

Es. 4

La solubilità di CaF_2 dipende dal pH della soluzione secondo:



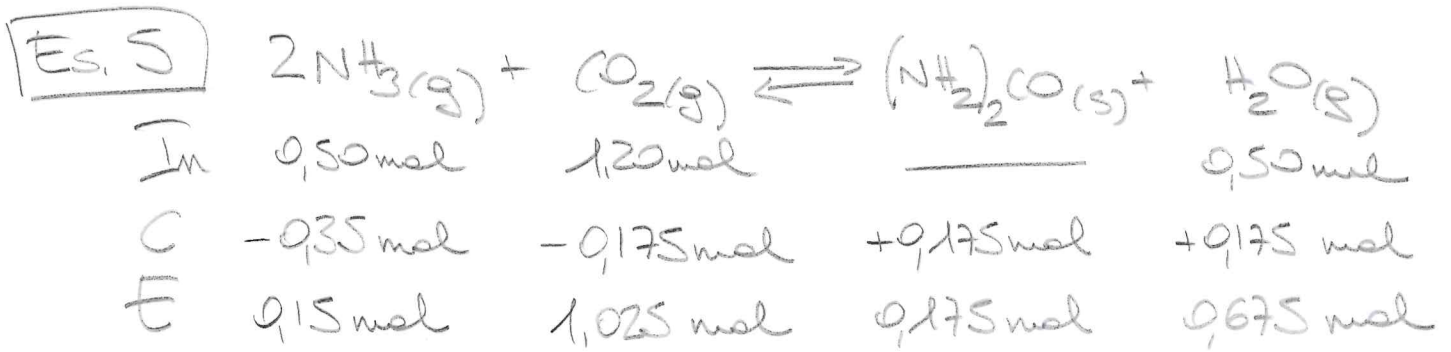
$$K = \frac{K_{ps}}{K_A^2} = \frac{[Ca^{2+}][HF]^2}{[H_3O^+]^2} = \frac{4s^3}{x^2}$$

Se si vuole che $s = 5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$:

$$\frac{(5 \cdot 10^{-4})^3}{x^2} = \frac{3,4 \cdot 10^{-11}}{(7,2 \cdot 10^{-4})^2}$$

$$x = \sqrt{\frac{(7,2 \cdot 10^{-4})^2}{3,4 \cdot 10^{-11}} \cdot (5 \cdot 10^{-4})^3} = 1,38 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log([H_3O^+]) = \\ &= -\log(1,38 \cdot 10^{-3}) = \\ &= 2,86 \end{aligned}$$



La pressione totale nel reattore dipenderà dal numero totale di moli dei composti gassosi:

$$n_{\text{gas}} = n_{\text{NH}_3} + n_{\text{CO}_2} + n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,15 + 1,025 + 0,675 = 1,85 \text{ mol}$$

$$P_{\text{Tot}} = \frac{n_{\text{gas}} RT}{V} = \frac{1,85 \cdot 0,0821 (273,15 + 250)}{20,00} = 3,97 \text{ atm}$$

$$K_p = \frac{P_{\text{H}_2\text{O}}}{P_{\text{NH}_3}^2 \cdot P_{\text{CO}_2}} \quad K_c = \frac{[\text{H}_2\text{O}]}{[\text{NH}_3]^2 [\text{CO}_2]} = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta n}}$$

$$K_c = \frac{[\text{H}_2\text{O}]}{[\text{NH}_3]^2 [\text{CO}_2]} = \frac{0,675 / 20,00}{\left(\frac{0,15}{20,00}\right)^2 \cdot \frac{1,025}{20,00}} = 11707$$

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n} = 11707 (0,0821 \cdot 523,15)^{-2} = 6,35$$

Altrimenti, si possono calcolare le pressioni parziali dei diversi gas:

$$P_{\text{NH}_3} = \frac{n_{\text{NH}_3} RT}{V} = \frac{0,15 \cdot 0,0821 \cdot 523,15}{20,00} = 0,3221 \text{ atm}$$

$$P_{\text{CO}_2} = \frac{n_{\text{CO}_2} RT}{V} = \frac{1,025 \cdot 0,0821 \cdot 523,15}{20,00} = 2,201 \text{ atm}$$

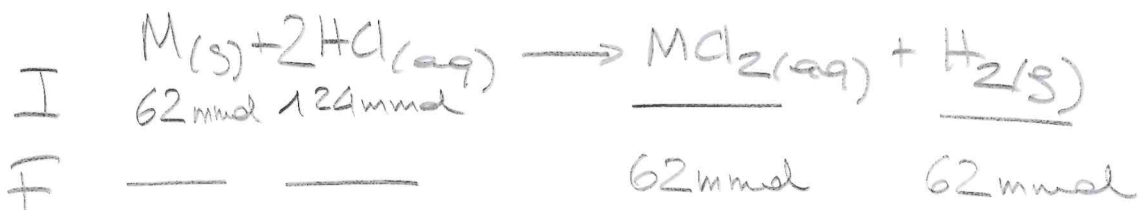
$$P_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}} RT}{V} = \frac{0,675 \cdot 0,0821 \cdot 523,15}{20,00} = 1,450 \text{ atm}$$

$$K_p = \frac{P_{\text{H}_2\text{O}}}{P_{\text{NH}_3}^2 \cdot P_{\text{CO}_2}} = \frac{1,405}{(0,3221)^2 \cdot 2,201} = 6,35$$

$$K_c = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta n}} = \frac{6,35}{(0,0821 \cdot 523,15)^2} = 11714 \quad (*) \text{ vedi five}$$

Es. 6

Sapendo che il metallo M produce ioni M^{2+} :



$$n_{\text{HCl}, \text{in}} = V_{\text{HCl}} \cdot M_{\text{HCl}} = 20,00 \cdot 6,20 = 124 \text{ mmol}$$

Secondo la reazione, sia M che HCl devono consumarsi totalmente. Quindi devono essere presenti in quantità stechiometrica e producono una quantità stechiometrica del sale MCl_2 .

$$MM_{\text{MCl}_2} = \frac{G_{\text{MCl}_2}}{n_{\text{MCl}_2}} = \frac{990}{62 \cdot 10^{-3}} = 95,16 \text{ g/mol}$$

$$MM_{\text{MCl}_2} = MA_M + 2MA_{\text{Cl}}$$

$$MA_M = MM_{\text{MCl}_2} - 2MA_{\text{Cl}} = 95,16 - 2 \cdot 35,453 = 24,254 \text{ g/mol}$$

$$G_{\text{M}, \text{in}} = n_{\text{M}, \text{in}} \cdot MA_M = 62 \cdot 10^{-3} \cdot 24,254 = 1,503 \text{ g}$$

Es. 7 Dai dati della pressione osmotica, si può ricavare la MM dell'asparagine.

$$\pi = CRT \quad C = \frac{\pi}{RT} = \frac{296}{0,0821 \cdot 298,15} = 0,121 \text{ M}$$

$$m_{asp} = C \cdot V = 0,121 \cdot 0,250 = 3,025 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$MM_{asp} = \frac{G_{asp}}{m_{asp}} = \frac{527}{3,025 \cdot 10^{-2}} = 174,2 \text{ g/mol}$$

La formula dell'asparagine è: $C_x H_y N_z O_w$

$$x = \frac{MM_{asp} \cdot \%C}{MA_C \cdot 100} = \frac{174,2 \cdot 41,4}{12,0106 \cdot 100} = 6,00$$

$$y = \frac{MM_{asp} \cdot \%H}{MA_H \cdot 100} = \frac{174,2 \cdot 8,0}{1,00794 \cdot 100} = 13,83 \approx 14$$

$$z = \frac{MM_{asp} \cdot \%N}{MA_N \cdot 100} = \frac{174,2 \cdot 32,2}{14,0067 \cdot 100} = 4,00$$

$$w = \frac{MM_{asp} \cdot \%O}{MA_O \cdot 100} = \frac{174,2 \cdot 18,4}{15,9994 \cdot 100} = 2,00$$

La formula dell'asparagine è: $C_6 H_{14} N_4 O_2$

Es. 5 (*) La massa di urea prelevata è:

$$G_{urea} = m_{urea} \cdot MM_{urea} = 0,175 \cdot 60,0552 = 10,51 \text{ g}$$