

Compito 25.06.24

- (6p) Rappresentare la geometria della molecola di XeOF_2 , descriverne i legami con la teoria del legame di valenza e prevederne la polarità: presentare il ragionamento seguito (Xe , $Z = 54$).
- (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:
 $n = 2$; $l = 2$; $m_l = -1$; $m_s = 1/2$ $n = 3$; $l = 0$; $m_l = 0$; $m_s = -1/2$
 $n = 3$; $l = 0$; $m_l = 0$; $m_s = 1$ $n = 4$; $l = 3$; $m_l = 2$; $m_s = 1/2$
- (4p) Scrivere l'ossidazione che si produce nella cella:
 $\text{Pt} | \text{H}_2 (0.25 \text{ atm}) | \text{HA} (0.11 \text{ M}), \text{NaA} (0.22 \text{ M}) || \text{KClO}_3 (0.024 \text{ M}), \text{HCl} (0.375 \text{ M}) | \text{Pt}$
Sapendo che la cella eroga una ddp di 0.876 V e che $E^{\circ}_{\text{ClO}_3/\text{Cl}^-} = +0.662 \text{ V}$, calcolare K_A per l'acido debole HA.
- (4p) Calcolare quanti grammi di nitrato rameico si ottengono mescolando 500 g di idrossido rameico con 350 mL di acido nitrico 5.2 M e diluendo il sistema finale al volume di 10.00 L con acqua. Sapendo che il K_{ps} dell'idrossido rameico vale 2.2×10^{-20} , calcolarne la solubilità nella soluzione finale.
- (4p) 10.00 g di tetraossido di diazoto e 10.00 g di biossido di azoto (entrambi gassosi) vengono introdotti in un reattore indeformabile di 20.0 L a 25°C. Sapendo che i due composti instaurano un equilibrio chimico tra loro per il quale la costante di equilibrio K_p vale 7.14, calcolare:
 - le pressioni parziali dei due componenti all'equilibrio;
 - la pressione totale nel contenitore;
 - la composizione della miscela gassosa all'equilibrio quando la temperatura del sistema viene portata a 80 °C, temperatura alla quale K_p vale 5.1.
- (4p) Calcolare la massa di idrossido di potassio che deve essere aggiunta a 800 mL di una soluzione di acido acetico 0.352 M per portare il pH al valore di 4.50 e supponendo che, a seguito dell'aggiunta dell'idrossido di potassio, non si abbia variazione di volume.
- (4p) L'analisi elementare compiuta sul dolcificante aspartame ha fornito i seguenti risultati in massa: 57.1% C, 27.2% O, 6.16% H e 9.52% N. Sciogliendo 3.25 g di aspartame in 62 g di acqua, il punto di congelamento della soluzione è pari a -0.33 °C . Determinare la formula molecolare dell'aspartame ($K_{cr}(\text{acqua}) = 1.86 \text{ K Kg mol}^{-1}$).

H 1.00794 g/mol

O 15.9994 g/mol

C 12.0106 g/mol

K 39.0983 g/mol

N 14.0067 g/mol

Cu 63.546 g/mol

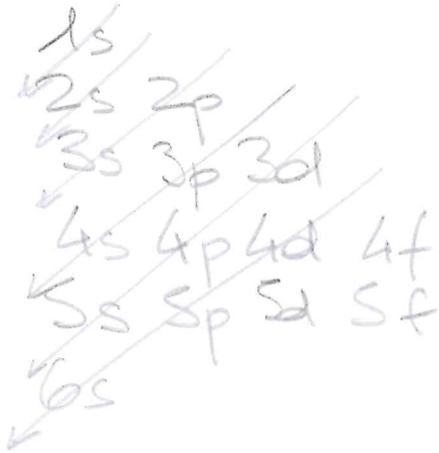
ESAME SCRITTO - A.A. 2023/2024

COMPITO 25.06.2024

Es. 1



$Z = 54$



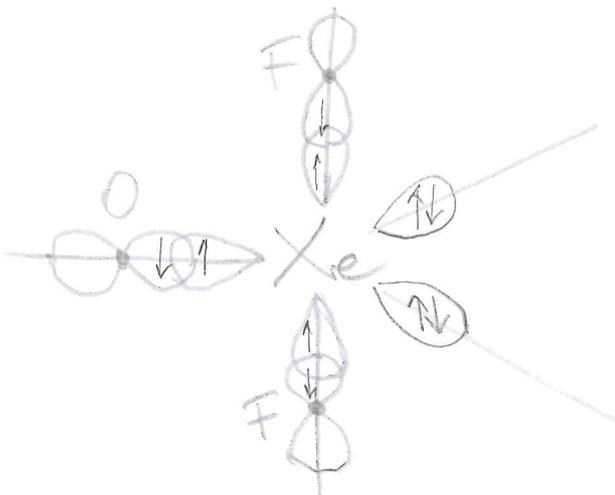
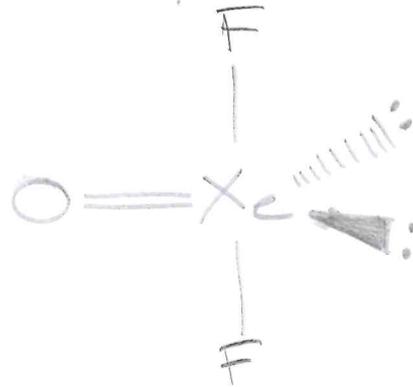
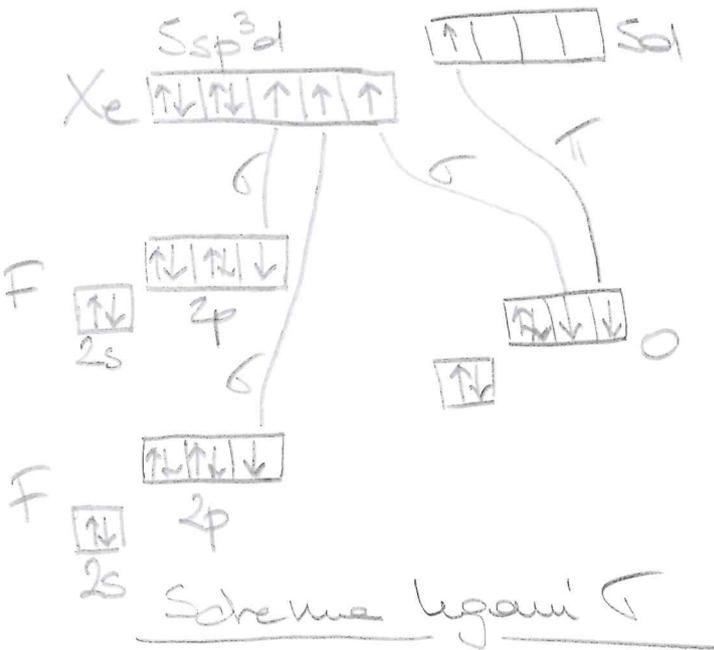
$n^{\circ} \text{elettroni: } 8(\text{Xe}) + 2(\text{O}) - 2(\text{O}) + 2 \cdot 1(\text{F}) = 10e^-$

5 coppie strutturali

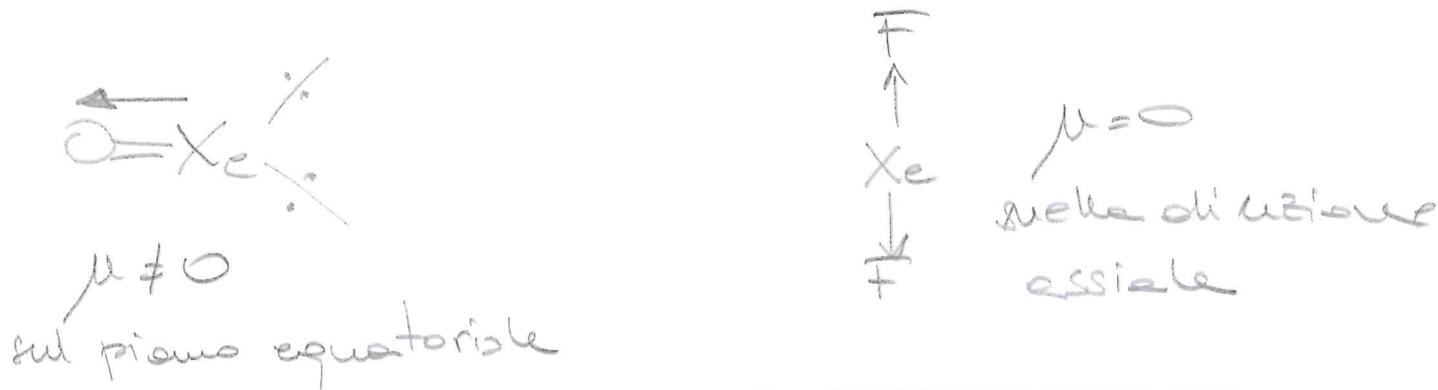
Geometria coppie strutturali: AX_5

Geometria molecolare: AX_3E_2

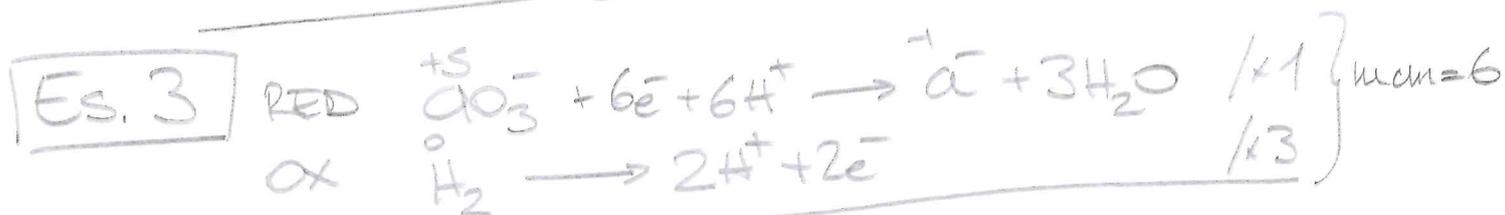
Xe ibridizzato sp^3d



La molecola di XeOF_2 è POLARE.



Es. 2	n	l	m_l	m_s	
	2	2	-1	$1/2$	NON ACCETTABILE $0 \leq l \leq n-1$
	3	0	0	1	NON ACCETTABILE $m_s = \pm 1/2$
	3	0	0	$-1/2$	orbitale 3s
	4	3	2	$1/2$	orbitale 4f



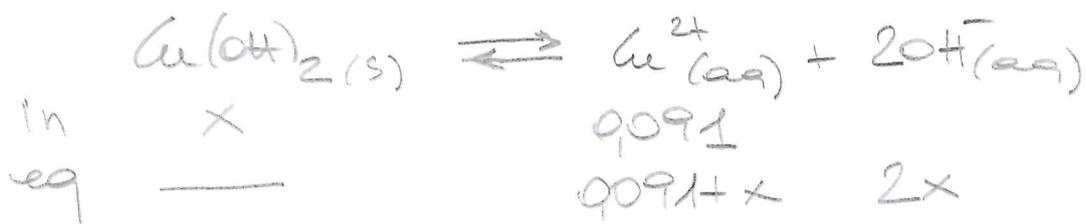
$$E_c = E_{\text{ClO}_3^-/\text{Cl}^-}^0 + \frac{0.0591}{6} \log \frac{[\text{ClO}_3^-][H^+]^6}{[\text{Cl}^-]}$$

$$= +0.662 + \frac{0.0591}{6} \log \frac{0.024 \cdot (0.375)^6}{0.375} = 0.625 \text{ V}$$

$$ddp = E_c - E_A$$

$$E_A = E_c - ddp = 0.625 - 0.876 = -0.251 \text{ V}$$

$$[Cu^{2+}] = [Cu(NO_3)_2] = \frac{m_{Cu(NO_3)_2}}{V} = \frac{991}{10} = 99,1 \text{ M}$$



$$K_{ps} = [Cu^{2+}][OH^-]^2 = (99,1+x)(2x)^2 = 2,2 \cdot 10^{-20}$$

trascurabile

$$x = \sqrt{\frac{2,2 \cdot 10^{-20} \cdot 99,1}{4}} = 2,24 \cdot 10^{-11} \text{ M}$$

Es. 5

$$m_{N_2O_4} = \frac{G_{N_2O_4}}{MM_{N_2O_4}} = \frac{10,00}{92,0110} = 0,1087 \text{ mol}$$

$$m_{NO_2} = \frac{G_{NO_2}}{MM_{NO_2}} = \frac{10,00}{46,0055} = 0,2174 \text{ mol}$$

Nelle condizioni iniziali:

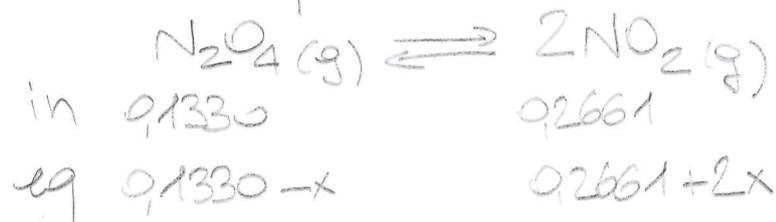
$$P_{N_2O_4} = \frac{m_{N_2O_4} \cdot RT}{V} = \frac{0,1087 \cdot 0,0821 \cdot 298,15}{20,0} = 0,1330 \text{ atm}$$

$$P_{NO_2} = \frac{m_{NO_2} \cdot RT}{V} = \frac{0,2174 \cdot 0,0821 \cdot 298,15}{20,0} = 0,2661 \text{ atm}$$

Si instaura l'equilibrio: $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$

$$Q = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}} = \frac{0,2661^2}{0,1330} = 0,532 < K_p (7,4)$$

Quindi l'equilibrio evolve verso i prodotti:



$$K_p = \frac{P_{\text{NO}_2}^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}} = \frac{(0,2661 + 2x)^2}{0,1330 - x} = 7,4$$

Risolvendo: $x_1 = 0,1030 \text{ atm}$; $x_2 = -2,219 \text{ atm}$
 Non accettabile

All'equilibrio: $P_{\text{N}_2\text{O}_4} = 0,1330 - 0,1030 = 0,0300 \text{ atm}$

$$P_{\text{NO}_2} = 0,2661 + 2 \cdot 0,1030 = 0,4721 \text{ atm}$$

$$P_{\text{Tot}} = P_{\text{N}_2\text{O}_4} + P_{\text{NO}_2} = 0,0300 + 0,4721 = 0,5021 \text{ atm}$$

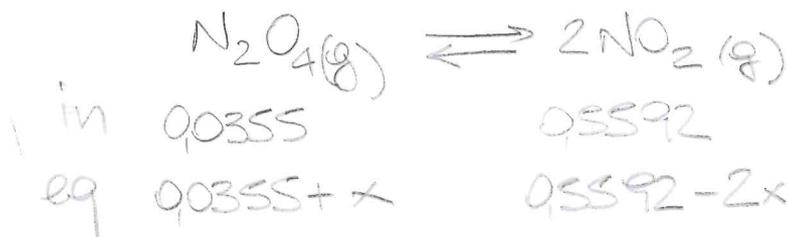
A seguito del cambio di temperatura, entrambe le pressioni parziali aumenteranno prima di evolvere ad un nuovo stato di equilibrio.

$$P'_{\text{N}_2\text{O}_4} = P_{\text{N}_2\text{O}_4} \cdot \frac{T_{80}}{T_{25}} = 0,0300 \cdot \frac{353,15}{298,15} = 0,0355 \text{ atm}$$

$$P'_{\text{NO}_2} = P_{\text{NO}_2} \cdot \frac{T_{80}}{T_{25}} = 0,4721 \cdot \frac{353,15}{298,15} = 0,5592 \text{ atm}$$

$$Q' = \frac{P'_{\text{NO}_2}{}^2}{P'_{\text{N}_2\text{O}_4}} = \frac{(0,5592)^2}{0,0355} = 8,81 > K_p(5,1)$$

Il sistema evolve verso i reagenti:



$$K_p' = \frac{P'_{\text{NO}_2}{}^2}{P'_{\text{N}_2\text{O}_4}} = \frac{(0,5592 - 2x)^2}{0,0355 + x} = 5,1$$

Risolvendo: $x_1 = 0,0181 \text{ atm}$; $x_2 = \cancel{1,8161 \text{ atm}}$
 Non accettabile

Allo equilibrio: $P'_{N_2O_4} = 0,0355 + 0,0181 = 0,0536 \text{ atm}$

$$P'_{NO_2} = 0,5592 - 2 \cdot 0,0181 = 0,5230 \text{ atm}$$

$$P'_{TOT} = 0,0536 + 0,5230 = 0,5766 \text{ atm}$$

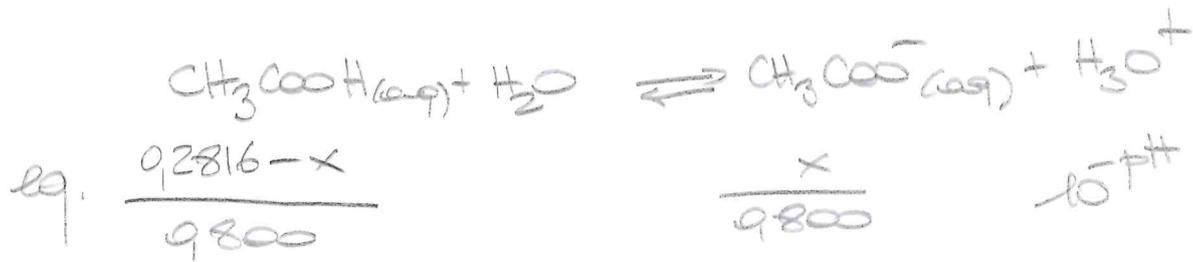
La composizione finale è:

$$x_{N_2O_4} = \frac{P'_{N_2O_4}}{P'_{TOT}} = \frac{0,0536}{0,5766} = 0,0930$$

$$x_{NO_2} = \frac{P'_{NO_2}}{P'_{TOT}} = \frac{0,5230}{0,5766} = 0,9070$$

Es. 6 $n_{CH_3COOH} = V_{CH_3COOH} \cdot M_{CH_3COOH} = 9,800 \cdot 0,352 = 0,2816 \text{ mol}$

Per la formazione del tampone:



$$K_A = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]} \quad \text{oppure} \quad pH = pK_A + \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$4,50 = 4,74 + \log \frac{x/0,805}{(0,2816-x)/0,805}$$

Risolvendo: $x = 0,1028 \text{ mol}$

$$G_{\text{KOH}} = n_{\text{KOH}} \cdot \text{MM}_{\text{KOH}} = 0,1028 \cdot 56,1056 = 5,768 \text{ g}$$

Es. 7 $\Delta T_{\text{cr}} = K_{\text{cr}} \cdot m = K_{\text{cr}} \cdot \frac{m_{\text{ASP}}}{G_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{kg}}} = K_{\text{cr}} \cdot \frac{G_{\text{ASP}}}{\text{MM}_{\text{ASP}}} \cdot \frac{1}{G_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{kg}}}$

$$\text{MM}_{\text{ASP}} = \frac{K_{\text{cr}}}{\Delta T_{\text{cr}}} \cdot \frac{G_{\text{ASP}}}{G_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{kg}}} = \frac{1,86}{0,33} \cdot \frac{3,25}{0,062} = 295,4 \text{ g/mol}$$

la formula generale è: $\text{C}_x \text{H}_y \text{N}_z \text{O}_w$

$$x = \frac{\text{MM}_{\text{ASP}} \cdot \% \text{C}}{\text{MA}_{\text{C}} \cdot 100} = \frac{295,4 \cdot 57,1}{12,0106 \cdot 100} = 14,0$$

$$y = \frac{\text{MM}_{\text{ASP}} \cdot \% \text{H}}{\text{MA}_{\text{H}} \cdot 100} = \frac{295,4 \cdot 6,16}{1,00794 \cdot 100} = 18,0$$

$$z = \frac{\text{MM}_{\text{ASP}} \cdot \% \text{N}}{\text{MA}_{\text{N}} \cdot 100} = \frac{295,4 \cdot 9,52}{14,0067 \cdot 100} = 2,0$$

$$w = \frac{\text{MM}_{\text{ASP}} \cdot \% \text{O}}{\text{MA}_{\text{O}} \cdot 100} = \frac{295,4 \cdot 27,2}{15,9994 \cdot 100} = 5,0$$

la formula dell'aspartame è $\text{C}_{14} \text{H}_{18} \text{N}_2 \text{O}_5$

$$\text{MM}_{\text{ASP}} = 294,30 \text{ g/mol}$$