

Compito A

- (6p) Rappresentare la geometria della molecola di acido diossonitrico (III) e descriverne i legami con la teoria del legame di valenza: presentare il ragionamento seguito (N, Z = 7).
- (4p) Vengono mescolati 315 mL di una soluzione acquosa di acido cloridrico 0.0458 M con 165 mL di una soluzione acquosa di acetato di sodio 0.175 M ed il volume finale viene portato a 750 mL con acqua. Calcolare il pH della soluzione finale e la concentrazione di tutte le specie in soluzione.
- (4p) Alla temperatura di 550 K, N_2O_4 si dissocia parzialmente in NO_2 ($K_P = 0.291$). Sapendo che in un reattore indeformabile del volume di 4.00 L vengono introdotti 1.58g di N_2O_4 e 2.15g di NO_2 , determinare:
 - In quale direzione evolve l'equilibrio;
 - La pressione totale e le pressioni parziali dei composti una volta che viene raggiunto l'equilibrio.
- (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:
 $n = 3; l = 2; m_l = 1; m_s = 1/2$ $n = 1; l = 1; m_l = 2; m_s = -1/2$
 $n = 0; l = 1; m_l = 2; m_s = -1/2$ $n = 4; l = 1; m_l = 0; m_s = 1/2$
- (4p) Una miscela composta da Fe_2O_3 e NiO . Mediante reazione con H_2 a elevata temperatura, i due ossidi vengono convertiti nei rispettivi metalli sviluppando acqua. Sapendo che, partendo da 9.608 g della miscela iniziale degli ossidi, sono stati prodotti 6.816 g di lega dei due metalli, calcolare la percentuale in peso (% p/p) dei due componenti nel campione iniziale e la composizione atomica della lega finale.
- (4p) Una soluzione viene preparata sciogliendo 1.80g di una proteina in acqua e portando il volume a 90.00 mL. La pressione osmotica della soluzione è 5.30 torr a 20°C. Calcolare la massa molecolare della proteina.
- (4p) Calcolare la concentrazione molare di $SnCl_2$ presente nella soluzione catodica della pila



sapendo che la f.e.m. erogata è pari a 0.833 V e che $E^0_{Sn^{2+}/Sn} = -0.130 V$, $E^0_{Ag^+/Ag} = +0.800 V$, $K_{psAg_2SO_4} = 1.20 \times 10^{-5}$

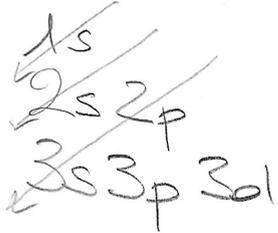
Masse atomiche:

H	1.00794 g/mol
N	14.0607 g/mol
O	15.9994 g/mol
Fe	55.845 g/mol
Ni	58.893 g/mol

COMPITO SCRITTO - 20.09.2023

Es. 1 Acido diossotrico(III) HNO_2

Essendo un ossiacido, conterrà il gruppo $-\text{OH}$ ed avrà la stessa geometria dello ione NO_2^- .



$N: Z = 7$

Configurazione elettronica: $1s^2 2s^2 2p^3$

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

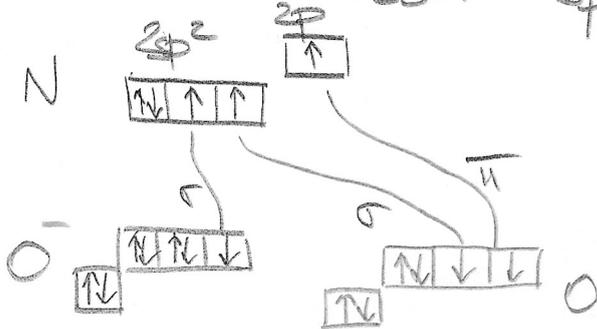
n° elettroni: $5(N) + 2 \cdot 2(O, \sigma) - 2 \cdot 2(O, \pi) + 1(\text{carica}) =$
 $= 6 \text{ elettroni}$

Coppie strutturali: 3

Geometria coppie strutturali: AX_3

Geometria molecolare: AX_2E PIEGATA

N sarà ibridizzato sp^2

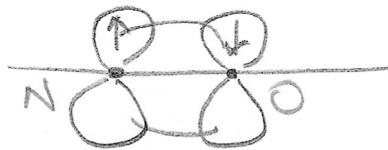


Schema legami σ

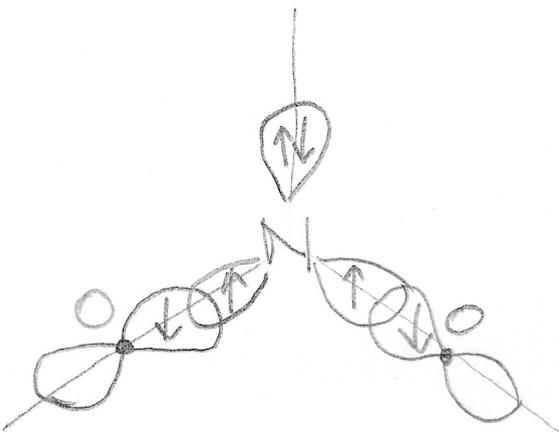
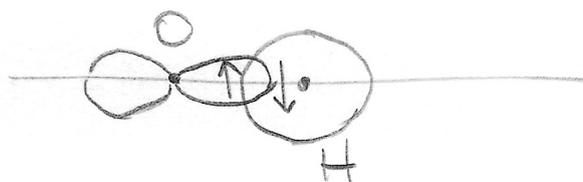
Geometria ione NO_2^-



Schema legami π



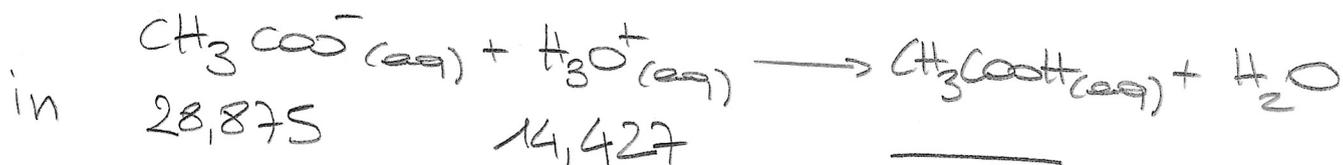
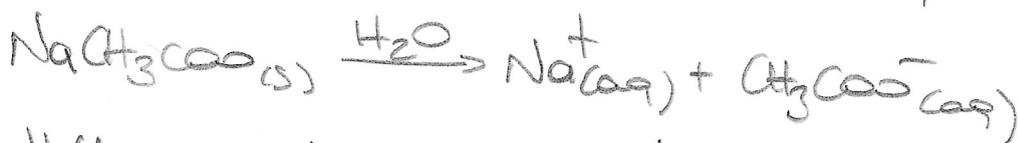
Schema legame $O-H$



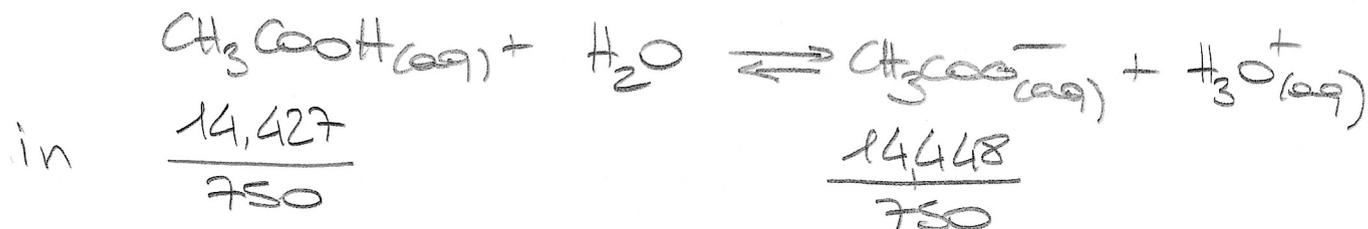
Es. 2

$$n_{\text{HCl}} = V_{\text{HCl}} \cdot M_{\text{HCl}} = 315 \cdot 0,0458 = 14,427 \text{ mmol}$$

$$n_{\text{NaCH}_3\text{COO}} = V_{\text{NaCH}_3\text{COO}} \cdot M_{\text{NaCH}_3\text{COO}} = 165 \cdot 0,175 = 28,875 \text{ mmol}$$



Si forma una soluzione tampone:



$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = -\log(1,8 \cdot 10^{-5}) + \log \frac{\frac{14,448}{750}}{\frac{14,427}{750}} = 4,745$$

$$[\text{Na}^+] = \frac{n_{\text{Na}^+}}{V} = \frac{28,875}{750} = 0,0385 \text{ M} \quad | \quad [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0,0192 \text{ M}$$

$$[\text{Cl}^-] = \frac{n_{\text{Cl}^-}}{V} = \frac{14,427}{750} = 0,0192 \text{ M} \quad | \quad [\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,0192 \text{ M}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4,74} = 1,82 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

Es. 3

$$m_{N_2O_4} = \frac{G_{N_2O_4}}{MM_{N_2O_4}} = \frac{1,58}{92,1190} = 1,715 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$m_{NO_2} = \frac{G_{NO_2}}{MM_{NO_2}} = \frac{2,15}{46,0595} = 4,668 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$P_{N_2O_4, in} = \frac{m_{N_2O_4} \cdot RT}{V} = \frac{1,715 \cdot 10^{-2} \cdot 0,0821 \cdot 550}{4,00} = 0,1936 \text{ atm}$$

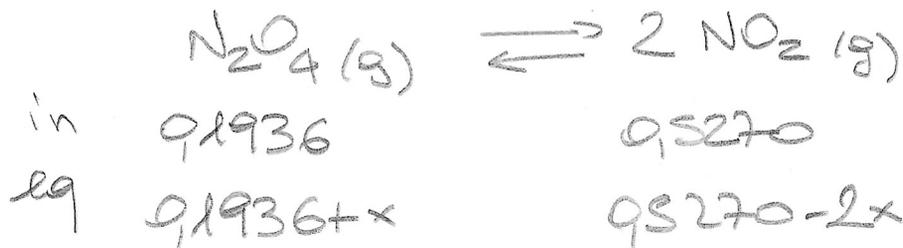
$$P_{NO_2, in} = \frac{m_{NO_2} \cdot RT}{V} = \frac{4,668 \cdot 10^{-2} \cdot 0,0821 \cdot 550}{4,00} = 0,5270 \text{ atm}$$



$$K_p = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}} = 0,291$$

$$Q = \frac{P_{NO_2, in}^2}{P_{N_2O_4, in}} = \frac{(0,5270)^2}{0,1936} = 1,434 > 0,291$$

Quindi la reazione evolve verso i reagenti fino ad arrivare all'equilibrio.



$$K_p = \frac{(0,5270 - 2x)^2}{0,1936 + x} = 0,291$$

Risolvendolo: $x_1 = 0,1139$

~~$x_2 = 0,4859$~~
Non ha senso fisico

All'equilibrio: $P_{\text{NO}_2} = 0,5270 - 2 \cdot 0,1139 = 0,2992 \text{ atm}$

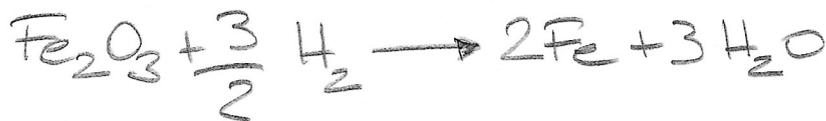
$P_{\text{N}_2\text{O}_4} = 0,1936 + 0,1139 = 0,3075 \text{ atm}$

$P_{\text{TOT}} = P_{\text{N}_2\text{O}_4} + P_{\text{NO}_2} = 0,2992 + 0,3075 = 0,6067 \text{ atm}$

Es. 4

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

Es. 5



$$\left\{ \begin{array}{l} G_{\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{NiO}} = m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot MM_{\text{Fe}_2\text{O}_3} + m_{\text{NiO}} \cdot MM_{\text{NiO}} \\ G_{\text{Fe} + \text{Ni}} = m_{\text{Fe}} \cdot MA_{\text{Fe}} + m_{\text{Ni}} \cdot MA_{\text{Ni}} = 2m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot MA_{\text{Fe}} + m_{\text{NiO}} \cdot MA_{\text{Ni}} \end{array} \right.$$

Esistono quindi 2 variabili:

$$m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = x$$

$$m_{\text{NiO}} = y$$

$$MM_{Fe_2O_3} = 2 \cdot 55,845 + 3 \cdot 15,9994 = 159,688 \text{ g/mol}$$

$$MM_{NiO} = 58,893 + 15,9994 = 74,893 \text{ g/mol}$$

Sostituendo:

$$\begin{cases} 159,688x + 74,893y = 9,608 \\ 111,690x + 58,893y = 6,816 \end{cases}$$

Risolvendolo: $x = 0,0533 \text{ mol}$; $y = 0,0147 \text{ mol}$

$$G_{Fe_2O_3} = n_{Fe_2O_3} \cdot MM_{Fe_2O_3} = 0,0533 \cdot 159,688 = 8,511 \text{ g}$$

$$G_{NiO} = n_{NiO} \cdot MM_{NiO} = 0,0147 \cdot 74,893 = 1,101 \text{ g}$$

$$\% Fe_2O_3 = \frac{G_{Fe_2O_3}}{G_{Fe_2O_3} + G_{NiO}} = \frac{8,511}{8,511 + 1,101} \cdot 100 = 88,55\%$$

$$\% NiO = \frac{G_{NiO}}{G_{Fe_2O_3} + G_{NiO}} = \frac{1,101}{8,511 + 1,101} \cdot 100 = 11,45\%$$

Nella lega metallica:

$$X_{Fe} = \frac{n_{Fe}}{n_{Fe} + n_{Ni}} = \frac{2 \cdot 0,0533}{2 \cdot 0,0533 + 0,0147} = 0,879$$

$$X_{Ni} = \frac{n_{Ni}}{n_{Fe} + n_{Ni}} = \frac{0,0147}{2 \cdot 0,0533 + 0,0147} = 0,121$$

$$\boxed{\text{Es. 6}} \quad \pi_{\text{soluz}} = \frac{5,30}{760} = 6,974 \cdot 10^{-3} \text{ atm}$$

$$\pi_{\text{soluz}} = \frac{m_{\text{proteina}} \cdot RT}{V}$$

$$m_{\text{proteina}} = \frac{V \cdot \pi_{\text{soluz}}}{RT} = \frac{9000 \cdot 10^{-3} \cdot 6,974 \cdot 10^{-3}}{0,0821 \cdot (273,15 + 20)} = 2,608 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$MM_{\text{proteina}} = \frac{G_{\text{proteina}}}{m_{\text{proteina}}} = \frac{1,80}{2,608 \cdot 10^{-5}} = 69018 \text{ g/mol}$$



$$K_{\text{PS Ag}_2\text{SO}_4} = [\text{Ag}^+]^2 [\text{SO}_4^{2-}] = (x)^2 \cdot 0,45 = 1,20 \cdot 10^{-5}$$

$$x = \sqrt{\frac{1,20 \cdot 10^{-5}}{0,45}} = 5,16 \cdot 10^{-3} = [\text{Ag}^+]$$

$$E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^0 + 0,0591 \cdot \log[\text{Ag}^+] = 0,800 + 0,0591 \cdot \log(5,16 \cdot 10^{-3}) = 0,665 \text{ V}$$

$$f_{\text{em}} = E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} - E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}}$$

$$E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}} = E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} - f_{\text{em}} = 0,665 - 0,833 = -0,168 \text{ V}$$

$$E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}} = E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}}^{\circ} + \frac{0,0591}{2} \log [\text{Sn}^{2+}]$$

$$\begin{aligned} \log [\text{Sn}^{2+}] &= \frac{2}{0,0591} (E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}} - E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}}^{\circ}) = \\ &= \frac{2}{0,0591} (-0,168 + 0,130) = -1,286 \end{aligned}$$

$$[\text{Sn}^{2+}] = [\text{Sn}^{2+}] = 10^{-1,286} = 0,0518 \text{ M}$$