

### 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 225 mL di una soluzione acquosa di acido cloridrico 0.0458 M con 105 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 400 K,  $N_2O_4$  si dissocia parzialmente in  $NO_2$  ( $K_P = 0.192$ ). 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 da 10.469 g della miscela iniziale degli ossidi sono stati prodotti 7.735 g di lega dei due metalli, calcolare la percentuale in peso (% p/p) dei due componenti nel campione iniziale e 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 dello  $SnCl_2$  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 01.02.2022

**Es. 1** Acido triossinitrico (III)  $\text{HNO}_2$

Essendo un ossiacido,  $\text{H}$  sarà legato ad un atomo  $\text{O}$  per poi dissociarsi come  $\text{H}^+$ . Quindi la geometria di  $\text{HNO}_2$  sarà la stessa di  $\text{NO}_2^-$ .

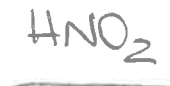
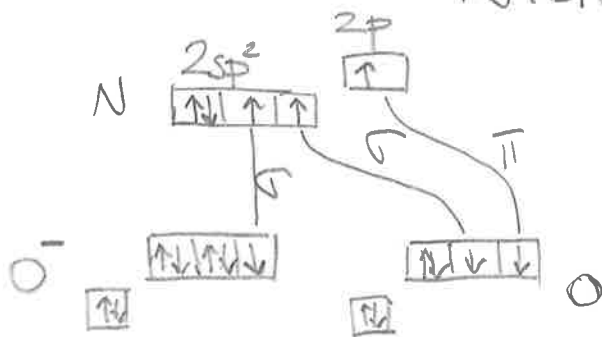
$\text{N}$   $Z = 7$  Configurazione elettronica  $1s^2 2s^2 2p^3$   
 Guscio di valenza:  $2s^2 2p^3$   
 $n^\circ$  elettroni:  $S(\text{N}) + 2 \cdot 2(\text{O}, \sigma) - 2 \cdot 2(\text{O}, \pi) + 1(\text{carica}) = 6$  elettroni

3 Coppie strutturali

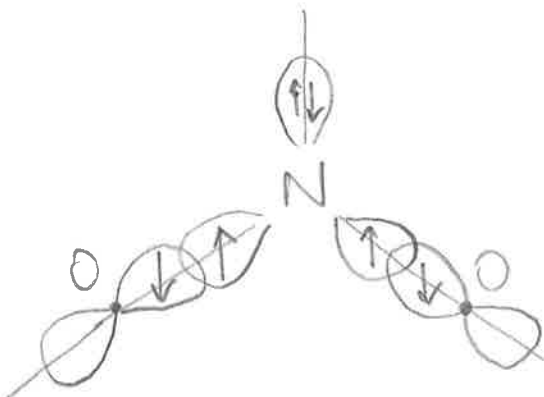
Geometria coppie strutturali:  $\text{AX}_3$

Geometria molecolare:  $\text{AX}_2\text{E}$  PIEGATA

N ibridizzato  $sp^2$



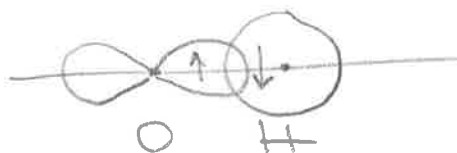
Schema legame  $\sigma$



Schema legame  $\pi$



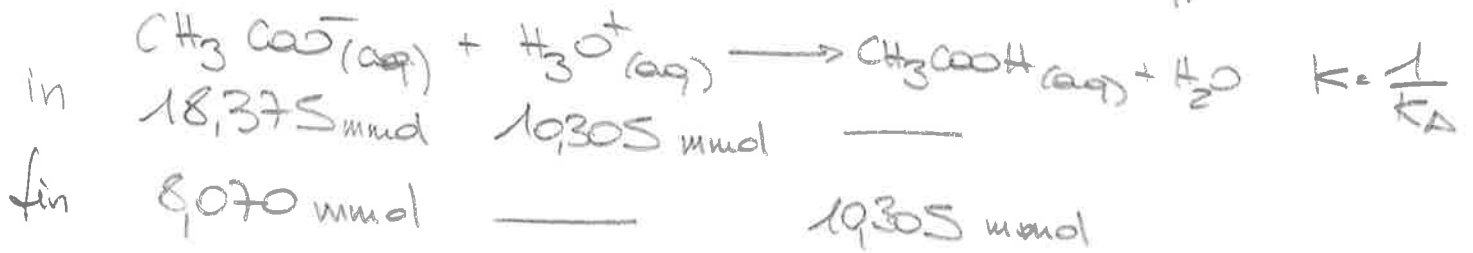
Schema legame  $\text{O}-\text{H}$



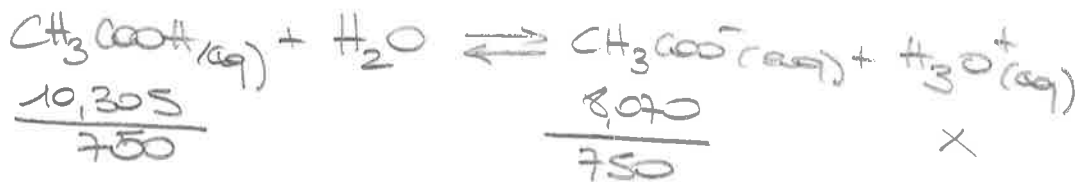
**Es. 2**  $n_{\text{HAc}} = V_{\text{HAc}} \cdot M_{\text{HAc}} = 225 \cdot 0,0458 = 10,305 \text{ mmol}$

$n_{\text{CH}_3\text{COONa}} = V_{\text{CH}_3\text{COONa}} \cdot M_{\text{CH}_3\text{COONa}} = 105 \cdot 0,175 = 18,375 \text{ mmol}$

In soluzione:



Si forma una soluzione tampone:



$$\text{pH} = \text{p}K_A + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = -\log(1,8 \cdot 10^{-5}) + \log \frac{8,070/750}{10,305/750}$$

$$= 4,74 + \log \frac{8,070}{10,305} = 4,64$$

**Es. 3**  $n_{\text{N}_2\text{O}_4, \text{in}} = \frac{G_{\text{N}_2\text{O}_4, \text{in}}}{MM_{\text{N}_2\text{O}_4}} = \frac{1,58}{92,119} = 1,72 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

$$P_{\text{N}_2\text{O}_4, \text{in}} = \frac{n_{\text{N}_2\text{O}_4, \text{in}} \cdot RT}{V} = \frac{1,72 \cdot 10^{-2} \cdot 0,0821 \cdot 400}{4,00} = 0,141 \text{ atm}$$

$$n_{\text{NO}_2, \text{in}} = \frac{G_{\text{NO}_2, \text{in}}}{MM_{\text{NO}_2}} = \frac{2,15}{46,0595} = 4,67 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$P_{\text{NO}_2, \text{in}} = \frac{n_{\text{NO}_2, \text{in}} \cdot RT}{V} = \frac{4,67 \cdot 10^{-2} \cdot 0,0821 \cdot 400}{4,00} = 0,383 \text{ atm}$$

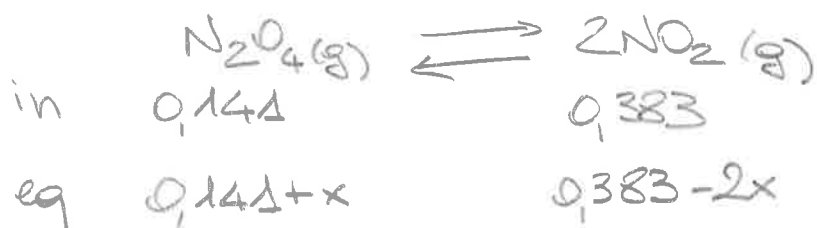
Si instaura l'equilibrio:



Per prevedere in che direzione evolve l'equilibrio, bisogna valutare il quoziente di reazione  $Q$ :

$$Q = \frac{P_{\text{NO}_2}^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}} = \frac{(0,383)^2}{0,141} = 1,04 > K_p$$

Di conseguenza l'equilibrio evolve verso i reagenti.



$$K_p = \frac{P_{\text{NO}_2}^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}} = \frac{(0,383 - 2x)^2}{0,141 + x} = 0,192$$

Risolvendo:  $x_1 = 0,0869 \text{ atm}$

~~$x_2 = 0,344 \text{ atm}$~~

~~Privo di senso fisico~~

All'equilibrio:

$$P_{\text{NO}_2} = 0,383 - 2 \cdot 0,0869 = 0,2092 \text{ atm}$$

$$P_{\text{N}_2\text{O}_4} = 0,141 + 0,0869 = 0,2279 \text{ atm}$$

$$P_{\text{Tot}} = P_{\text{N}_2\text{O}_4} + P_{\text{NO}_2} = 0,2279 + 0,2092 = 0,4371 \text{ atm}$$

**Es. 4**

| $m$ | $l$ | $m_l$ | $m_s$ |  |
|-----|-----|-------|-------|--|
| 3   | 2   | 1     | 1/2   | Orbitale 3d                            |
| 0   | 1   | 2     | -1/2  | NON AMMISSIBILE<br>$0 \leq l \leq m-1$ |
| 1   | 1   | 2     | -1/2  | NON AMMISSIBILE<br>$0 \leq l \leq m-1$ |
| 4   | 1   | 0     | 1/2   | Orbitale 4p                            |

**Es. 5**

Le reazioni che avvengono sono:



Ponendo  $x = m_{\text{Fe}_2\text{O}_3}$  e  $y = m_{\text{NiO}}$ :

$$\begin{cases} G_{\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{NiO}} = m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot MM_{\text{Fe}_2\text{O}_3} + m_{\text{NiO}} \cdot MM_{\text{NiO}} \\ G_{\text{Fe} + \text{Ni}} = 2m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot MA_{\text{Fe}} + m_{\text{NiO}} \cdot MA_{\text{Ni}} \end{cases}$$

$$10,469 = 159,688x + 74,892y$$

$$7,735 = (2 \cdot 55,845)x + 58,893y$$

Risolvendo:  $m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = x = 0,0358 \text{ mol}$

$m_{\text{NiO}} = y = 0,0633 \text{ mol}$

La composizione della miscela iniziale in %P/p è:

$$\% \text{Fe}_2\text{O}_3 = \frac{G_{\text{Fe}_2\text{O}_3}}{G_{\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{NiO}}} \cdot 100 = \frac{m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot MM_{\text{Fe}_2\text{O}_3}}{G_{\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{NiO}}} \cdot 100 =$$

$$\% \text{Fe}_2\text{O}_3 = \frac{0,0358 \cdot 159,688}{10,469} \cdot 100 = 54,6\%$$

$$\% \text{NiO} = \frac{G_{\text{NiO}}}{G_{\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{NiO}}} \cdot 100 = \frac{m_{\text{NiO}} \cdot MM_{\text{NiO}}}{G_{\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{NiO}}} \cdot 100 =$$

$$= \frac{0,0633 \cdot 74,892}{10,469} \cdot 100 = 45,3\%$$

Nella lega finale:  $m_{\text{Fe}} = 2m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 2 \cdot 0,0358 = 0,0716 \text{ mol}$

$$m_{\text{Ni}} = m_{\text{NiO}} = 0,0633 \text{ mol}$$

$$X_{\text{Fe}} = \frac{m_{\text{Fe}}}{m_{\text{Fe}} + m_{\text{Ni}}} = \frac{0,0716}{0,0716 + 0,0633} = 0,531$$

$$X_{\text{Ni}} = \frac{m_{\text{Ni}}}{m_{\text{Fe}} + m_{\text{Ni}}} = \frac{0,0633}{0,0716 + 0,0633} = 0,469$$

**Es. 6**  $\pi = i CRT$

Una proteina deve essere considerata come un soluto non volatile non dissociato:  $\alpha = 0 \Rightarrow i = 1$

$$\pi = CRT = \frac{m}{V} RT = \frac{G}{MM} \cdot \frac{RT}{V}$$

$$MM = \frac{G}{\pi} \cdot \frac{RT}{V} = \frac{1,80}{530/760} \cdot \frac{0,0821(273,15 + 20)}{0,04000} =$$

$$= 69024 \text{ u.m.a.}$$

