

### Compito Scritto

1. (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).
2. (4p) Vengono mescolati 475 mL di una soluzione acquosa di acido cloridrico avente pH = 1.28 con 235 mL di una soluzione acquosa di acetato di sodio 0.205 M ed il volume finale viene portato a 1500 mL con acqua. Calcolare il pH della soluzione finale e la concentrazione di tutte le specie in soluzione.
3. (4p) Alla temperatura di 450 K,  $N_2O_4$  si dissocia parzialmente in  $NO_2$  ( $K_P = 0.391$ ). Sapendo che in un reattore indeformabile del volume di 5.00 L vengono introdotti 2.58 g di  $N_2O_4$  e 3.15 g 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.
4. (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:  
 $n = 3; l = 1; m_l = 1; m_s = 1/2$                        $n = 2; l = 0; m_l = 0; m_s = -1/2$   
 $n = 1; l = 1; m_l = 0; m_s = -1/2$                        $n = 4; l = 1; m_l = 2; m_s = 1/2$
5. (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.
6. (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.
7. (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  $E^0_{Sn^{2+}/Sn} = -0.130 \text{ V}$ ,  $E^0_{Ag^+/Ag} = +0.800 \text{ V}$ ,  $K_{psAg_2SO_4} = 1.20 \times 10^{-5}$

Masse atomiche:

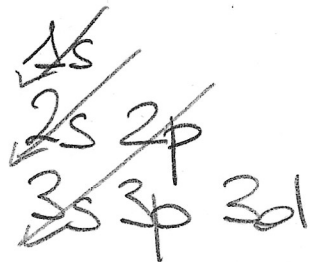
|    |               |
|----|---------------|
| H  | 1.00794 g/mol |
| N  | 14.0607 g/mol |
| O  | 15.9994 g/mol |
| Fe | 55.845 g/mol  |
| Ni | 58.893 g/mol  |

COMPITO SCRITTO 01.07.2026

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

Come ossiacido, la molecola ha la stessa geometria del corrispondente ossoenione  $\text{NO}_2^-$ .

Atomo centrale: N  $Z=7$



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

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

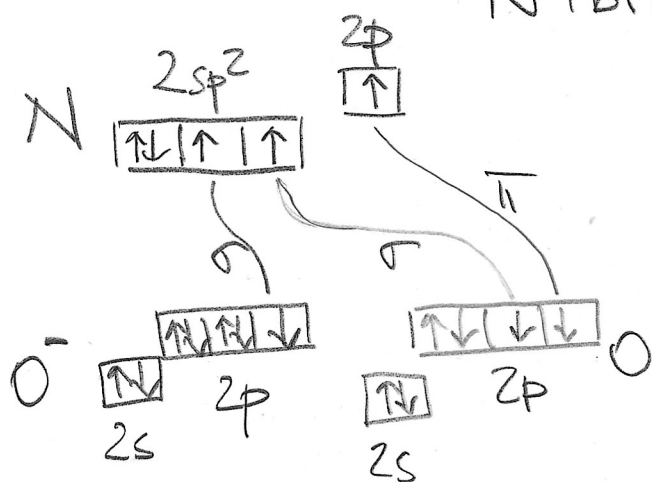
$n^{\circ}$  elettroni:  $5(\text{N}) + 2 \cdot 2(\text{O}, \sigma) - 2 \cdot 2(\text{O}, \pi) + 1(\text{carica}) = 6e^-$

3 coppie strutturali

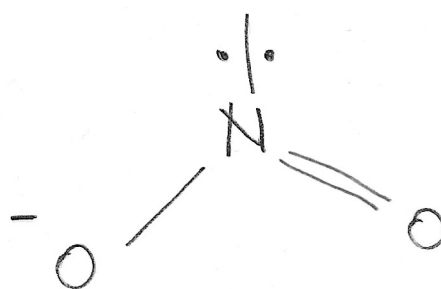
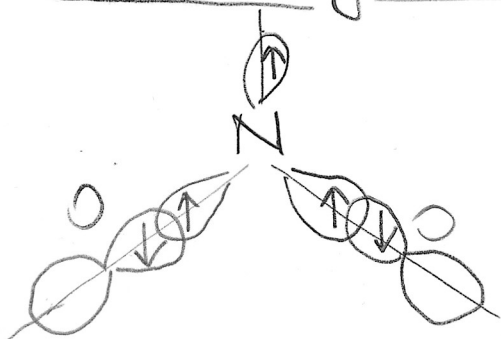
Geometria coppie strutturali:  $\text{AX}_3$

Geometria ione:  $\text{AX}_2\text{E}$

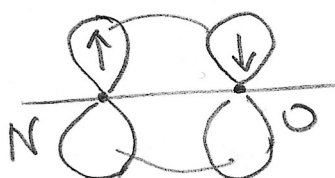
N ibridizzato  $sp^2$



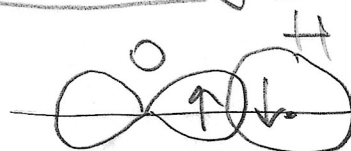
Schema legame  $\sigma$



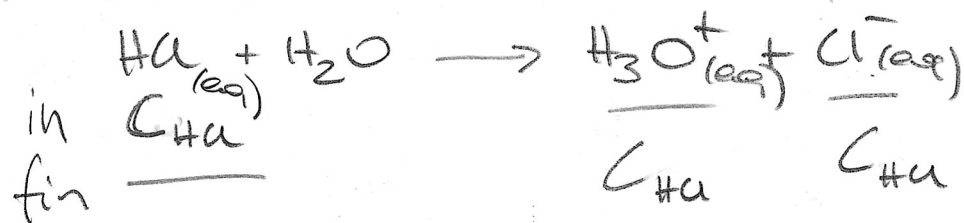
Schema legame  $\pi$



Schema legame OH



**Es. 2** Nella soluzione di acido cloridrico:

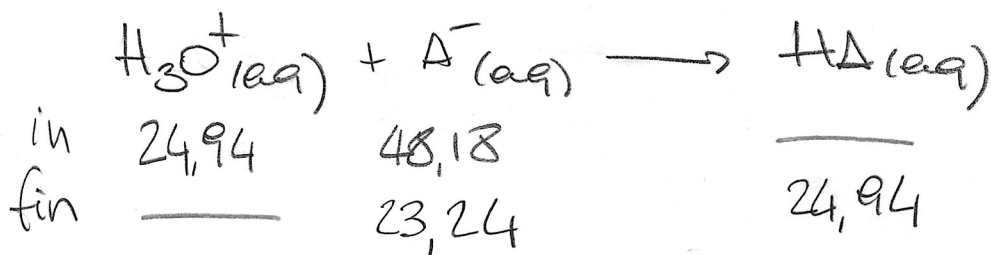


$$\text{pH}_{\text{HA}} = -\log(C_{\text{HA}})$$

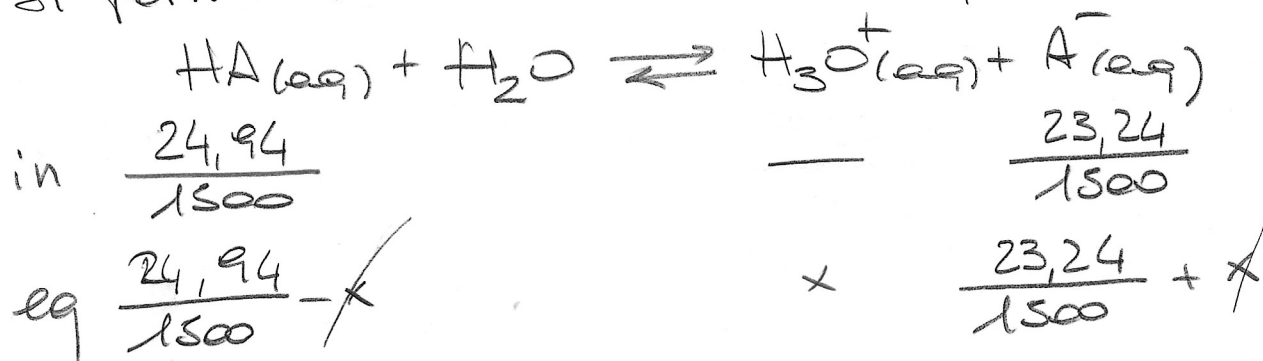
$$C_{\text{HA}} = 10^{-\text{pH}_{\text{HA}}} = 10^{-1,28} = 0,0525 \text{ M}$$

$$n_{\text{HA}} = V_{\text{HA}} \cdot C_{\text{HA}} = 475 \cdot 0,0525 = 24,94 \text{ mmol}$$

$$n_{\text{NaA}} = V_{\text{NaA}} \cdot C_{\text{NaA}} = 235 \cdot 0,205 = 48,18 \text{ mmol}$$



Si forma una soluzione tampone:



$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= \text{p}K_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = -\log(1,8 \cdot 10^{-5}) + \log \frac{23,24/1500}{24,94/1500} = 4,71 \end{aligned}$$

$$\boxed{\text{Es. 3}} \quad n_{\text{N}_2\text{O}_4} = \frac{G_{\text{N}_2\text{O}_4}}{\text{MM}} = \frac{2,58}{92,0110} = 0,0280 \text{ mol}$$

$$n_{\text{NO}_2} = \frac{G_{\text{NO}_2}}{\text{MM}} = \frac{3,15}{46,0055} = 0,0685 \text{ mol}$$

Pressioni iniziali:

$$P_{\text{N}_2\text{O}_4} = \frac{n_{\text{N}_2\text{O}_4} \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,0280 \cdot 0,0821 \cdot 450}{5,00} = 0,207 \text{ atm}$$

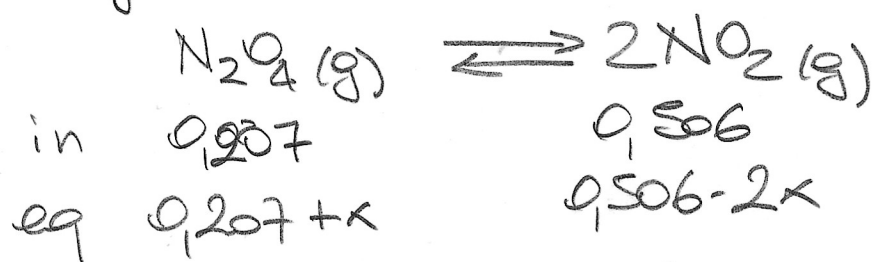
$$P_{\text{NO}_2} = \frac{n_{\text{NO}_2} \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,0685 \cdot 0,0821 \cdot 450}{5,00} = 0,506 \text{ atm}$$

Si instaura l'equilibrio:



$$Q = \frac{P_{\text{NO}_2}^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}} = \frac{0,506^2}{0,207} = 1,24 > 0,391 (K_p)$$

Di conseguenza, l'equilibrio evolve verso i reagenti.



$$K_p = \frac{P_{\text{NO}_2}^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}} = \frac{(0,506 - 2x)^2}{0,207 + x} = 0,391$$

Risolvendo:

$$x_1 = 0,084 \text{ atm}$$

$$x_2 = 0,819 \text{ atm}$$

ma ha senso fisico

All'equilibrio:

$$P_{N_2O_4} = 0,207 + 0,084 = 0,291 \text{ atm}$$

$$P_{N_2O_4} = 0,506 - 2 \cdot 0,084 = 0,338 \text{ atm}$$

$$P_{TOT} = P_{N_2O_4} + P_{NO_2} = 0,291 + 0,338 = 0,629 \text{ atm}$$

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

Es. 5 Per reazione con  $H_2$ :



$$m_{Fe} = 2m_{Fe_2O_3}$$

$$m_{Ni} = m_{NiO}$$

Ponendo  $m_{Fe_2O_3} = x$  e  $m_{NiO} = y$ :

$$\begin{cases} G_{Fe_2O_3 + NiO} = x \cdot MM_{Fe_2O_3} + y MM_{NiO} \end{cases}$$

$$\begin{cases} G_{Fe + Ni} = 2x MA_{Fe} + y MA_{Ni} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 9,608 = x \cdot 159,688 + y \cdot 74,892 \\ 6,816 = 2x \cdot 55,845 + y \cdot 58,893 \end{cases}$$

Resolviendo:  $x = 0,0532 \text{ mol}$ ;  $y = 0,0147 \text{ mol}$

$$G_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot G_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,0532 \cdot 159,688 = 8,495 \text{ g}$$

$$G_{\text{NiO}} = m_{\text{NiO}} \cdot G_{\text{NiO}} = 0,0147 \cdot 74,892 = 1,100 \text{ g}$$

$$\% \text{Fe}_2\text{O}_3 = \frac{G_{\text{Fe}_2\text{O}_3}}{G_{\text{Fe}_2\text{O}_3} + G_{\text{NiO}}} \cdot 100 = \frac{8,495}{8,495 + 1,100} \cdot 100 = 88,53\%$$

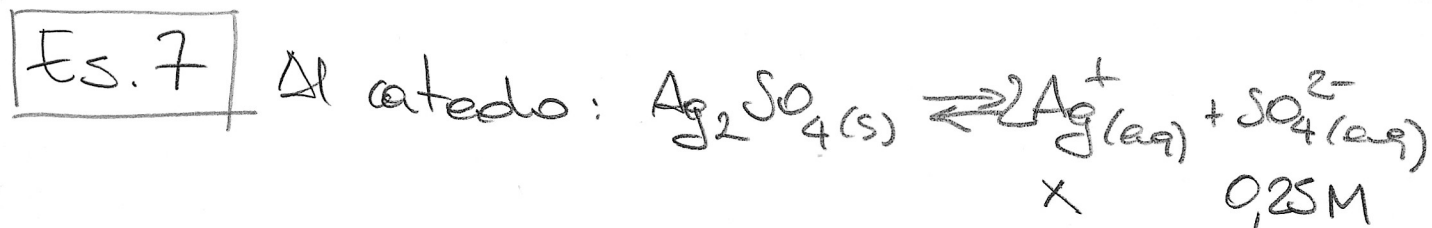
$$\% \text{Ni} = \frac{G_{\text{NiO}}}{G_{\text{Fe}_2\text{O}_3} + G_{\text{NiO}}} \cdot 100 = \frac{1,100}{8,495 + 1,100} \cdot 100 = 11,46\%$$

$$x_{\text{Fe}} = \frac{m_{\text{Fe}}}{m_{\text{Fe}} + m_{\text{Ni}}} = \frac{2x}{2x + y} = \frac{2 \cdot 0,0532}{2 \cdot 0,0532 + 0,0147} = 0,879$$

$$x_{\text{Ni}} = \frac{m_{\text{Ni}}}{m_{\text{Fe}} + m_{\text{Ni}}} = \frac{y}{2x + y} = \frac{0,0147}{2 \cdot 0,0532 + 0,0147} = 0,121$$

**Es. 6**  $\pi = CRT = \frac{n}{V} \cdot RT = \frac{G}{MM} \cdot \frac{RT}{V}$

$$MM = \frac{G}{\pi} \cdot \frac{RT}{V} = \frac{180}{5,30/760} \cdot \frac{0,0821 \cdot 293,15}{90,00 \cdot 10^{-3}} = 6,90 \cdot 10^5 \text{ g/mol}$$



$$K_{ps} = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = x^2 \cdot 0,25 = 1,20 \cdot 10^{-5}$$

$$x = \sqrt{\frac{1,20 \cdot 10^{-5}}{0,25}} = 6,93 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Per la semireazione:  $\text{Ag}^+ + e^- \rightarrow \text{Ag}$

$$\begin{aligned} E_C &= E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^\circ + 0,0591 \log [\text{Ag}^+] \\ &= +0,800 + 0,0591 \log (6,93 \cdot 10^{-3}) = 0,672 \text{ V} \end{aligned}$$

$$f_{em} = E_C - E_A$$

$$E_A = E_C - f_{em} = 0,672 - 0,833 = -0,161 \text{ V}$$

Per la semireazione:  $\text{Sn}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Sn}$

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

$$\begin{aligned} \log [\text{Sn}^{2+}] &= \frac{2}{0,0591} (E_A - E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}}^\circ) = \frac{2}{0,0591} (-0,161 + 0,130) \\ &= -1,05 \end{aligned}$$

$$[\text{Sn}^{2+}] = 10^{-1,05} = 0,0891 \text{ M}$$