

**Compito 05.07.2021**

1. (6p) Rappresentare la geometria della molecola di  $\text{SOF}_4$  e descriverne i legami con la teoria del legame di valenza: presentare il ragionamento seguito (S, Z = 16).
2. (4p) Scrivere l'ossidazione che si produce nella cella:  
 $\text{Cu} \mid \text{CuCl}_2 (\text{aq}, 0.15\text{M}) \parallel \text{KClO}_3 (0.11\text{ M}), \text{KCl} (0.159\text{ M}), \text{KOH} (1.25\text{ M}) \mid \text{Pt}$   
Sapendo che  $E^{\circ}_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = 0.340\text{ V}$  e  $E^{\circ}_{\text{ClO}_3^-/\text{Cl}^-} = +1.890\text{ V}$ , calcolare la forza elettromotrice erogata dalla cella.
3. (4p) Una soluzione acquosa contenente  $70.13\text{ mg/L}$  di  $\text{CaCl}_2$  è stata saturata con  $\text{AgCl}$ , sale poco solubile. Sapendo che la concentrazione degli ioni argento residui in soluzione è di  $15.1\text{ }\mu\text{g/L}$ , calcolare il  $K_{\text{ps}}$  di  $\text{AgCl}$ .
4. (4p) Il pentacloruro di fosforo si decompone, ad alta temperatura, in tricloruro di fosforo e cloro molecolare secondo una reazione di equilibrio (da scrivere e bilanciare). A  $250^\circ\text{C}$ ,  $0.5\text{ mol}$  di pentacloruro di fosforo vengono poste in un recipiente indeformabile. Sapendo che  $K_c = 1.80$ , calcolare:
  - Le pressioni parziali delle varie specie presenti
  - La pressione totale del sistema
  - Il valore di  $K_p$
5. (4p)  $350\text{ mL}$  di una soluzione  $0.250\text{ M}$  di acido tetraossosolfurico (V) vengono mescolati con  $5.075\text{ g}$  di idrossido di sodio e viene successivamente aggiunta acqua fino al volume finale di  $750\text{ mL}$ . Calcolare il pH finale della soluzione sapendo che  $\text{p}K_{\text{A}1} = 2.16$ ,  $\text{p}K_{\text{A}2} = 7.21$  e  $\text{p}K_{\text{A}3} = 12.32$ .
6. (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:  
 $n = 1; l = 2; m_l = 2; m_s = 1/2$                        $n = 4; l = 2; m_l = 2; m_s = 0$   
 $n = 3; l = 2; m_l = 1; m_s = -1/2$                        $n = 3; l = 1; m_l = 0; m_s = 1/2$
7. (4p) Calcolare la quantità di glicol etilenico (antigelo per automobili,  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ ) che è necessario sciogliere in  $3.55\text{ kg}$  di acqua per abbassare il punto di congelamento della soluzione a  $-22.0^\circ\text{C}$ . Per l'acqua, la costante crioscopica è  $K_{\text{cr}} = 1.86^\circ\text{C kg mol}^{-1}$ .

H	1.00794 g/mol
C	12.0106 g/mol
N	14.0067 g/mol
O	15.9994 g/mol
Ca	40.072 g/mol
Cl	35.453 g/mol
Ag	107.8682 g/mol

# ESAME SCRITTO 05.07.2021

A.A. 2020/2021

**Es. 1**  $\text{SOF}_4$  S  $Z=16$

~~1s~~  
~~2s 2p~~  
~~3s 3p 3d~~  
~~4s 4p 4d 4f~~



Guscio di valenza:  $3s^2 3p^4$

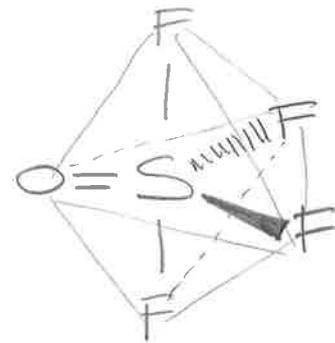
$n^{\circ}$  elettroni =  $6(s) + 2(0s) - 2(0, \pi) + 4 \cdot 1(F)$   
 $\downarrow$  10 elettroni

5 coppie strutturali

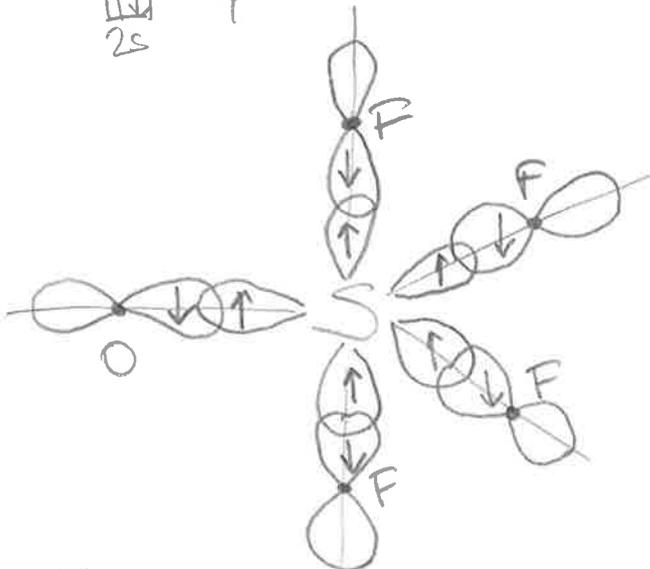
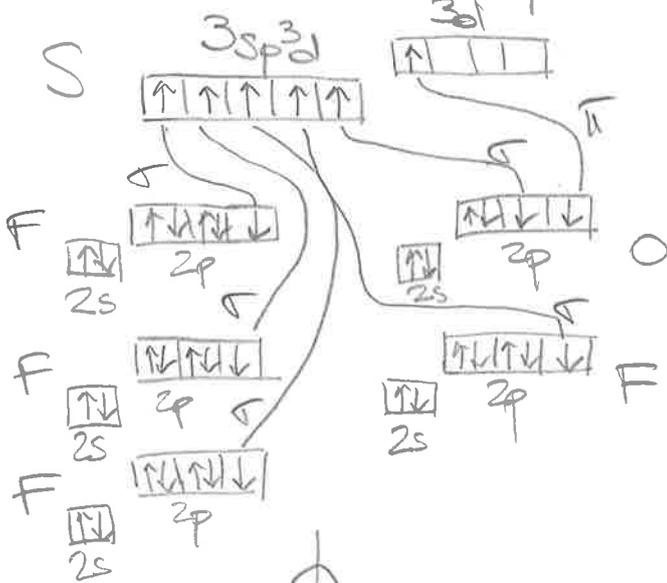
Geometria coppie strutturali:  $\text{AX}_5$

Geometria molecolare:  $\text{AX}_5$  Bipiramide a base triangolare

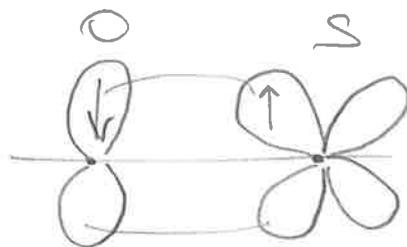
S ibridizzato  $sp^3d$



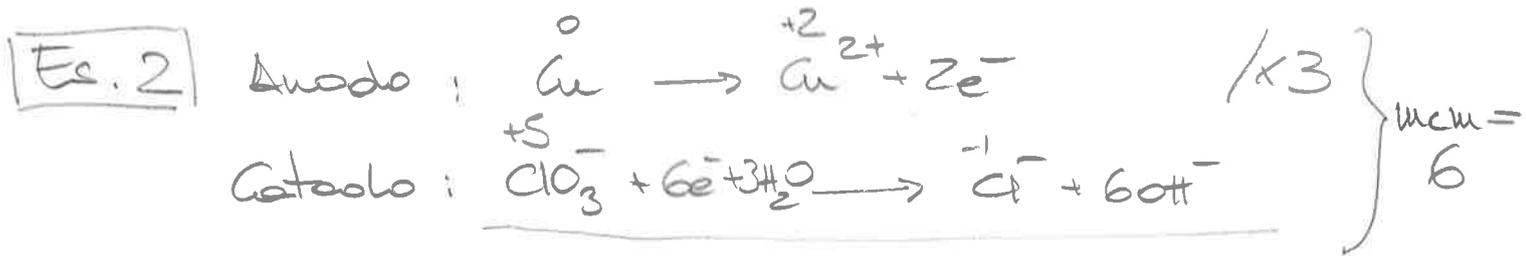
O va in posizione equatoriale perché il doppio legame è più ingombrante dei legami singoli.



Scheme legami  $\sigma$



Scheme legame  $\pi$



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

$$= 0,340 + \frac{0,0591}{2} \log (0,15) = 0,316 \text{ V}$$

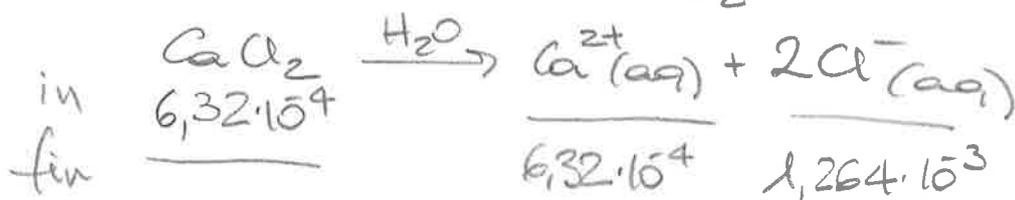
$$E_{\text{catodo}} = E_{\text{ClO}_3^-/\text{Cl}^-}^{\circ} + \frac{0,0591}{6} \log \frac{[\text{ClO}_3^-]}{[\text{Cl}^-][\text{OH}^-]^6} =$$

$$= 1,890 + \frac{0,0591}{6} \log \frac{0,11}{0,159(1,25)^6} = 1,883 \text{ V}$$

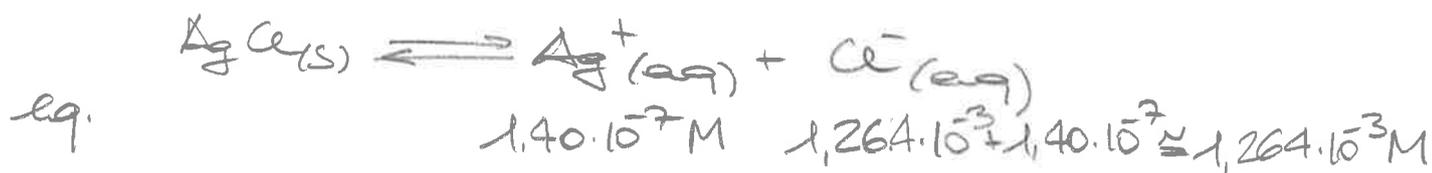
$$f_{\text{em}} = \Delta E = E_{\text{catodo}} - E_{\text{anodo}} = 1,883 - 0,316 = 1,567 \text{ V}$$

**Ex. 3**

$$[\text{CaCl}_2] = \frac{\text{Conc. CaCl}_2 (\text{g/L})}{\text{MM}_{\text{CaCl}_2}} = \frac{70,13 \cdot 10^3}{110,978} = 6,32 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$



$$[\text{Ag}^+] = \frac{\text{Conc. Ag} (\text{g/L})}{\text{MA}_{\text{Ag}}} = \frac{15,1 \cdot 10^6}{107,8682} = 1,40 \cdot 10^{-7} \text{ M}$$



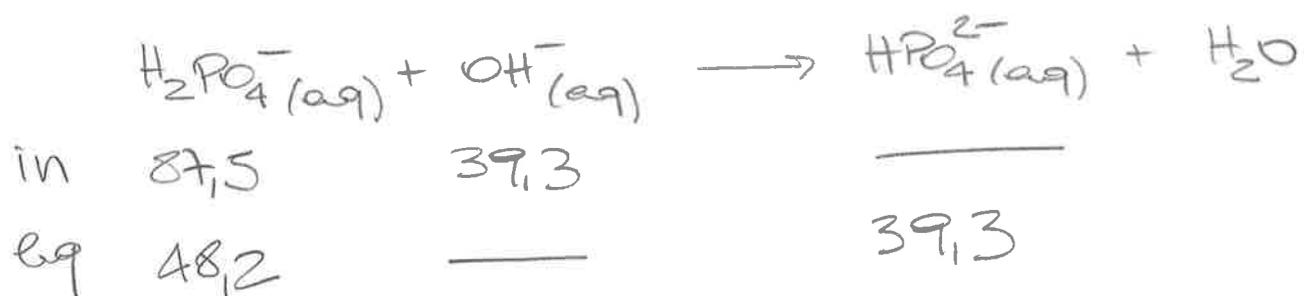
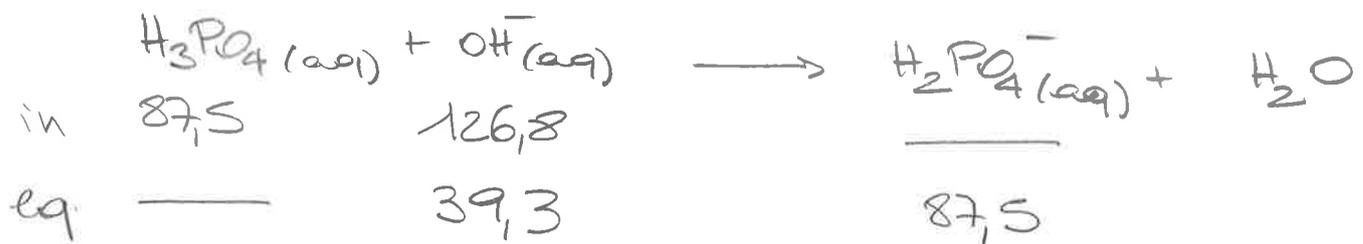
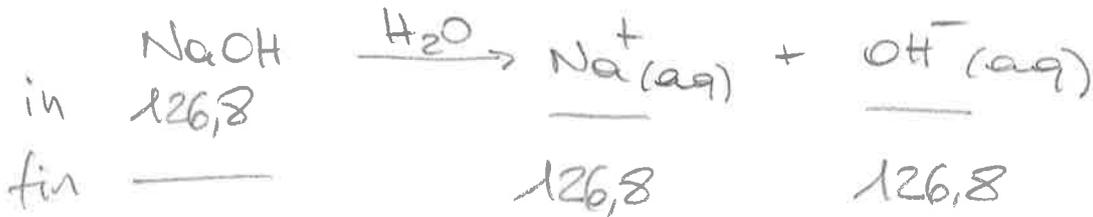
$$K_{\text{ps}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1,40 \cdot 10^{-7} \cdot 1,264 \cdot 10^{-3} = 1,77 \cdot 10^{-10}$$



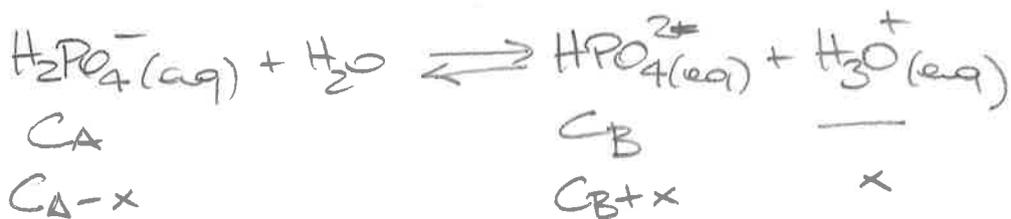
**Es. 5** Acido tetraossosforico (V) :  $H_3PO_4$

$$n_{H_3PO_4} = V_{H_3PO_4} \cdot M_{H_3PO_4} = 350 \cdot 0,250 = 87,5 \text{ mmol}$$

$$n_{NaOH} = \frac{G_{NaOH}}{MM_{NaOH}} = \frac{5,075}{39,9971} = 0,1268 \text{ mol} = 126,8 \text{ mmol}$$



Si forma un tampone  $H_2PO_4^- / HPO_4^{2-}$ .



$$K_{A2} = \frac{[HPO_4^{2-}][H_3O^+]}{[H_2PO_4^-]}$$

Si come  $K_{A2}$  è piccola,  $x$  sarà trascurabile rispetto a  $C_A$  e  $C_B$ .

$$[H_3O^+] = K_{A2} \cdot \frac{C_A}{C_B} = K_{A2} \cdot \frac{n_{H_2PO_4^-}}{n_{HPO_4^{2-}}} = 10^{-7,21} \cdot \frac{48,2}{39,3} = 7,56 \cdot 10^{-8} \text{ M}$$

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(7,56 \cdot 10^{-8}) = 7,12$$

Es. 6

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

---

Es. 7

$$\Delta T = K_{\alpha} \cdot m_{EG} = K_{\alpha} \cdot \frac{m_{EG}}{G_{H_2O}^{kg}}$$

$$m_{EG} = \Delta T \cdot \frac{G_{H_2O}^{kg}}{K_{\alpha}} = 220 \cdot \frac{3,55}{1,86} = 41,4 \text{ mol}$$

$$G_{EG} = m_{EG} \cdot MM_{EG} = 41,4 \cdot 60,0518 = 2486 \text{ g}$$