

Compito scritto 08.09.2022

1. (6p) Rappresentare la geometria della molecola di XeO_2F_2 e descriverne i legami con la teoria del legame di valenza: presentare il ragionamento seguito (Xe , $Z = 54$)
2. (4p) Vengono mescolati 150 mL di una soluzione di acido tetraossosolfurico (VI) 0.1268 M con 2.127 g di idrossido di sodio 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.
3. (4p) Una bomboletta di gas da campeggio contiene 1.200 L di butano C_4H_{10} liquido (densità 0.683 g cm^{-3}). Calcolare:
 - il volume di aria necessario per la combustione completa del butano;
 - la variazione di entalpia per la reazione di combustione ($\text{C}_4\text{H}_{10} \Delta H_f^0 = -126 \text{ kJ mol}^{-1}$; $\text{CO}_2 \Delta H_f^0 = -393.5 \text{ kJ mol}^{-1}$; $\text{H}_2\text{O} \Delta H_f^0 = -285.8 \text{ kJ mol}^{-1}$);
 - il calore sviluppato dalla combustione del butano contenuto nella bombola.
4. (4p) Calcolare la solubilità di $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ($K_{ps} = 3.0 \times 10^{-16}$) in una soluzione di NaOH a $\text{pH} = 10.50$, sapendo che è possibile la formazione del complesso $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ ($K_{inst} = 4.0 \times 10^{-25}$).
5. (4p) Calcolare il pH di una soluzione acquosa di acido cloridrico $6.3 \times 10^{-8} \text{ M}$.
6. (4p) Calcolare la pressione osmotica di una soluzione acquosa a 45°C contenente 3.859 g di ditriossosolfito (V) di calcio (elettrolita forte) e 4.948 g di glucosio ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, non elettrolita) nel volume di 1250 mL.
7. (4p) Scrivere l'ossidazione che si produce nella cella:

$\text{Pt} | \text{H}_2 (0.30 \text{ atm}) | \text{HA} (0.15 \text{ M}), \text{NaA} (0.20 \text{ M}) || \text{KMnO}_4 (0.08 \text{ M}), \text{Mn}(\text{NO}_3)_2 (0.05 \text{ M}), \text{HNO}_3 (2.55 \text{ M}) | \text{Pt}$

Calcolare il potenziale erogato sapendo che $E^0_{\text{MnO}_4/\text{Mn}^{2+}} = +1.54 \text{ V}$ e che $K_A = 6.7 \times 10^{-4}$.

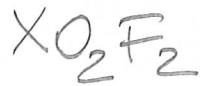
Masse atomiche:

H	1.00794 g/mol
C	12.0107 g/mol
N	14.0607 g/mol
O	15.9994 g/mol
Na	22.98977 g/mol
Ca	40.078 g/mol

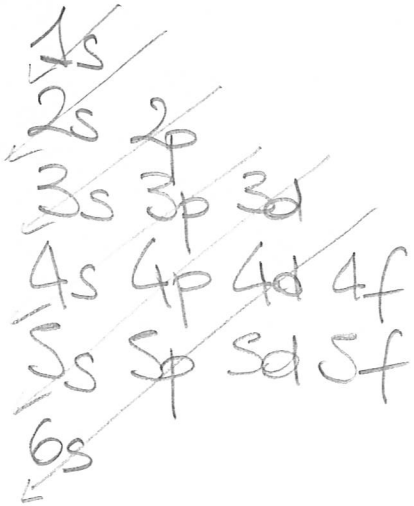
COMPITO 08.09.2022

ESAME SCRITTO

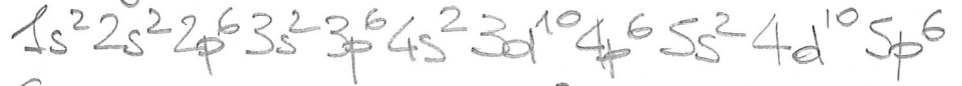
Es. 1



Xe $Z=54$



Configurazione elettronica Xe



Guscio di valenze: $5s^2 5p^6$

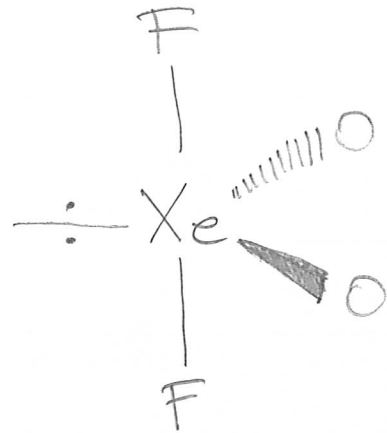
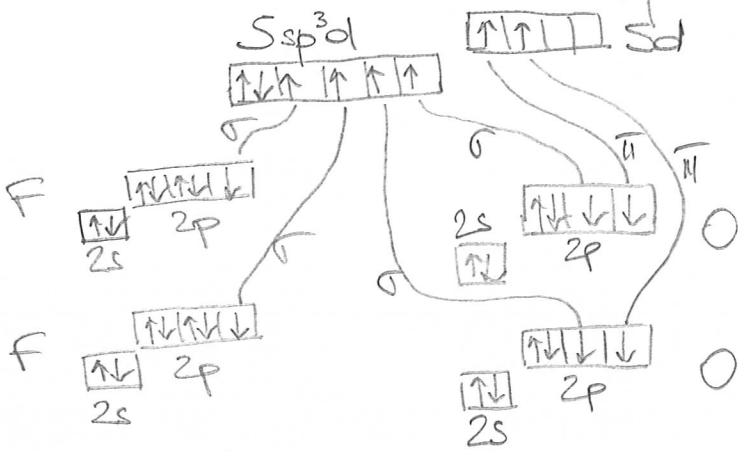
$m\bar{e} = 8(Xe) + 2 \cdot 2(O, s) - 2 \cdot 2(O, \pi) + 2 \cdot 1(F) = 10\bar{e}$

5 coppie strutturali

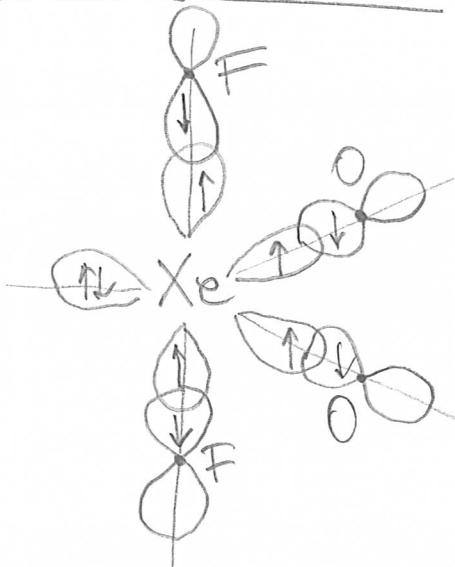
Geometria coppie strutturali AX_5

Geometria molecolare: AX_4E

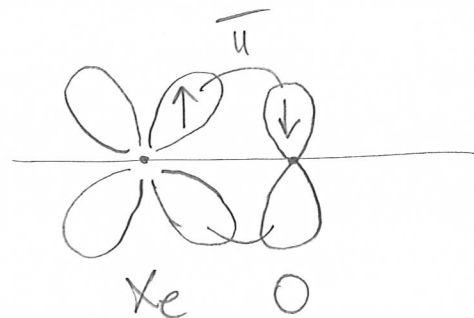
Xe $3s\bar{e}$ ibridizzato sp^3d



Schema legami σ



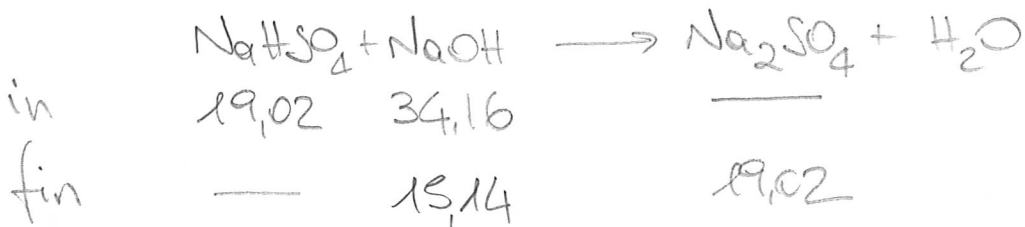
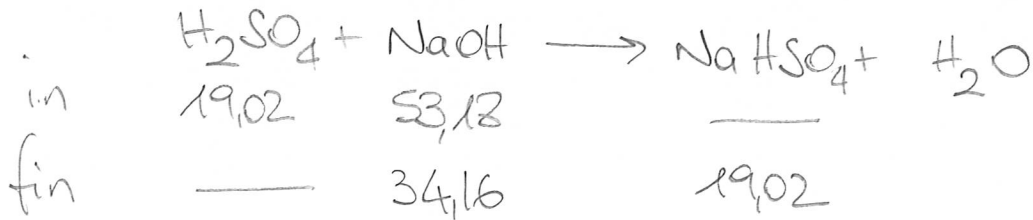
Schema legami π



Es. 2 Acido tetraossosolfonico (VI) : H_2SO_4

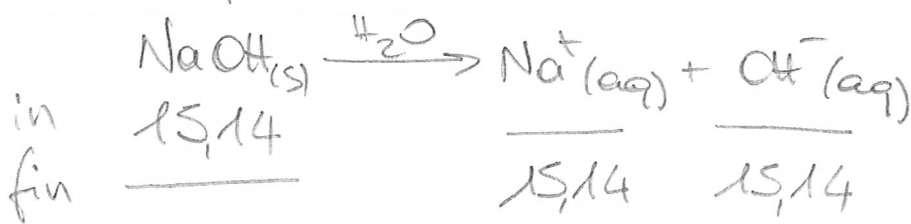
$$n_{H_2SO_4} = V_{H_2SO_4} \cdot M_{H_2SO_4} = 150 \cdot 0,1268 = 19,02 \text{ mmol}$$

$$n_{NaOH} = \frac{G_{NaOH}}{MM_{NaOH}} = \frac{2,127}{39,9971} = 53,18 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 53,18 \text{ mmol}$$



In soluzione acquosa, Na_2SO_4 si dissocia in ioni Na^+ ed SO_4^{2-} , i quali non hanno effetto sul pH.

Il pH della soluzione sarà quindi determinato dall'eccesso di NaOH presente:



$$[OH^-] = \frac{n_{NaOH, ecc}}{V_{soluz.}} = \frac{15,14}{750} = 0,0202 \text{ M}$$

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log (0,0202) = 1,69$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 1,69 = 12,31$$

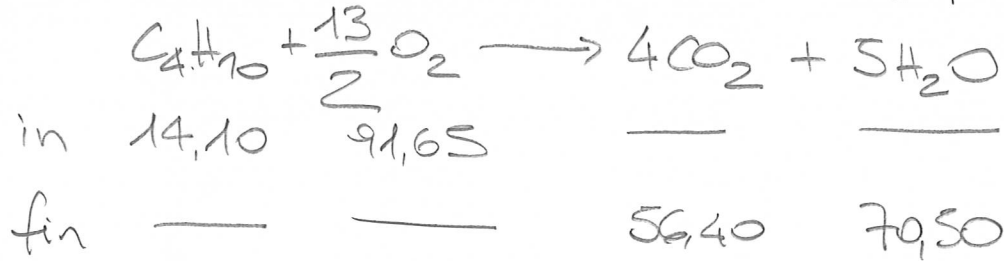
$$[Na^+] = \frac{n_{NaOH}}{V} = \frac{53,18}{750} = 0,0709 \text{ M}$$

$$[SO_4^{2-}] = \frac{n_{H_2SO_4}}{V} = \frac{19,02}{750} = 0,0254 \text{ M}$$

Es. 3

$$m_{C_4H_{10}} = \frac{G_{C_4H_{10}}}{MM_{C_4H_{10}}} = \frac{V_{C_4H_{10}, \text{liq}} \cdot d_{C_4H_{10}}}{MM_{C_4H_{10}}} = \frac{1200 \cdot 0,683}{58,1222} = 14,10 \text{ mol}$$

La reazione di combustione è:



$$V_{O_2} = \frac{n_{O_2} RT}{P} = \frac{91,65 \cdot 0,0821 \cdot 298,15}{1} = 2243 \text{ L}$$

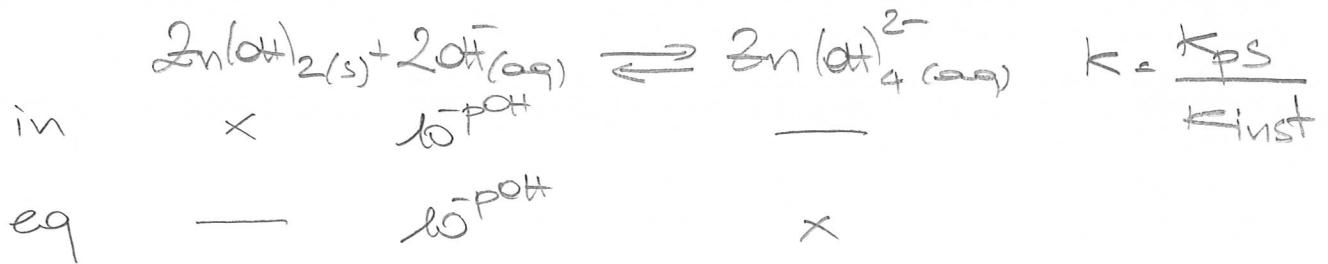
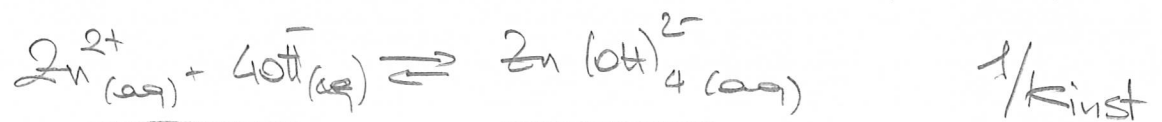
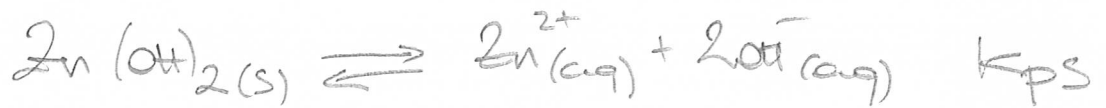
Considerando che la frazione di O_2 nell'aria è pari al 21% ($X_{O_2} = 0,21$):

$$V_{\text{aria}} = \frac{V_{O_2}}{X_{O_2}} = \frac{2243}{0,21} = 10681 \text{ L} \approx 10,681 \text{ m}^3$$

$$\Delta H_{\text{comb}} = 4 \cdot \Delta H_{f, CO_2}^{\circ} + 5 \cdot \Delta H_{f, H_2O}^{\circ} - \left(\Delta H_{f, C_4H_{10}}^{\circ} + \frac{13}{2} \Delta H_{f, O_2}^{\circ} \right) =$$
$$= -393,5 \cdot 4 - 285,8 \cdot 5 - \left(-126 + \frac{13}{2} \cdot 0 \right) = -2877 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$Q = \Delta H_{\text{comb}} \cdot m_{C_4H_{10}} = -2877 \cdot 14,10 = -40566 \text{ kJ mol}^{-1}$$
$$\equiv -40566 \text{ MJ mol}^{-1}$$

Es. 4



$$\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 10,50 = 3,50$$

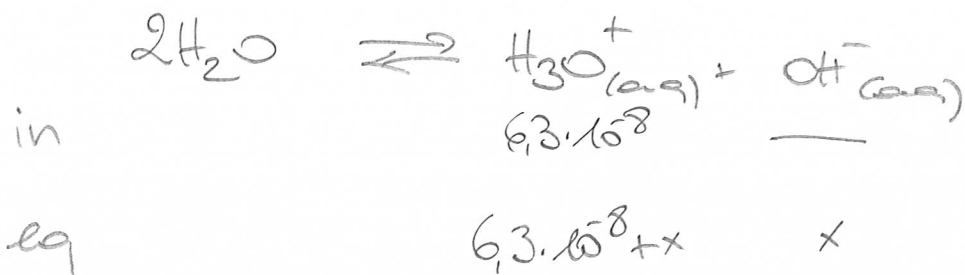
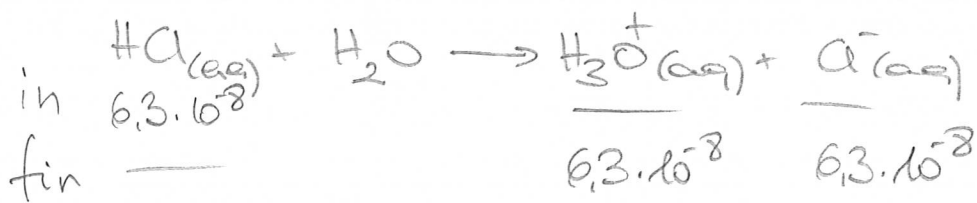
$$[\text{OH}^{-}] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-3,50} = 3,16 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$K = \frac{K_{\text{ps}}}{K_{\text{inst}}} = \frac{[\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}]}{[\text{OH}^{-}]^2}$$

$$x = [\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}] = \frac{K_{\text{ps}}}{K_{\text{inst}}} \cdot [\text{OH}^{-}]^2 = \frac{3,0 \cdot 10^{-16}}{4,0 \cdot 10^{-25}} (3,16 \cdot 10^{-4})^2 = 74,9 \text{ M}$$

La solubilità di $\text{Zn}(\text{OH})_2$ a $\text{pH} = 10,50$ risulta quindi altissima.

Es. 5



$$K_{\text{w}} = [\text{H}_3\text{O}^{+}][\text{OH}^{-}] = (6,3 \cdot 10^{-8} + x)x = 10^{-14}$$

Si come $[H^+]$ è estremamente bassa, non è possibile effettuare approssimazioni.

Risolvendo l'equazione di 2° grado:

$$x_1 = 7,33 \cdot 10^{-8} \text{ M}$$

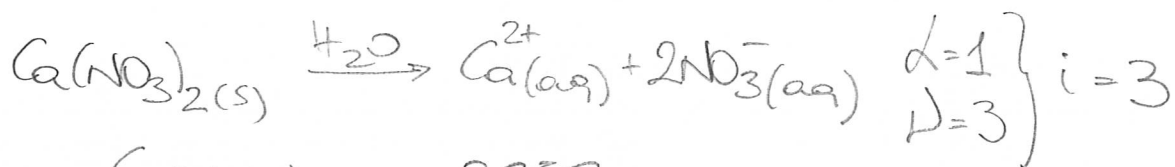
$$x_2 = -1,36 \cdot 10^{-7} \text{ M}$$

Non ha senso fisico

$$[H_3O^+] = 6,3 \cdot 10^{-8} + 7,33 \cdot 10^{-8} = 13,63 \cdot 10^{-8} \text{ M}$$

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(13,63 \cdot 10^{-8}) = 6,86$$

Es. 6 | di triossonitrato di calcio: $Ca(NO_3)_2$



$$n_{Ca(NO_3)_2} = \frac{G_{Ca(NO_3)_2}}{MM_{Ca(NO_3)_2}} = \frac{3,859}{164,196} = 2,350 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$M_{Ca(NO_3)_2} = \frac{n_{Ca(NO_3)_2}}{V} = \frac{2,350 \cdot 10^{-2}}{1,250} = 1,88 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$n_{C_6H_{12}O_6} = \frac{G_{C_6H_{12}O_6}}{MM_{C_6H_{12}O_6}} = \frac{4,948}{180,1556} = 2,75 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$M_{C_6H_{12}O_6} = \frac{n_{C_6H_{12}O_6}}{V} = \frac{2,75 \cdot 10^{-2}}{1,25} = 2,20 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$C_{eff} = i M_{Ca(NO_3)_2} + M_{C_6H_{12}O_6} = 3 \cdot 1,88 \cdot 10^{-2} + 2,20 \cdot 10^{-2} = 7,84 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$\pi = C_{eff} \cdot RT = 7,84 \cdot 10^{-2} \cdot 0,0821 \cdot (273,15 + 45) = 2,05 \text{ atm}$$

Es. 7

Ossidazione:

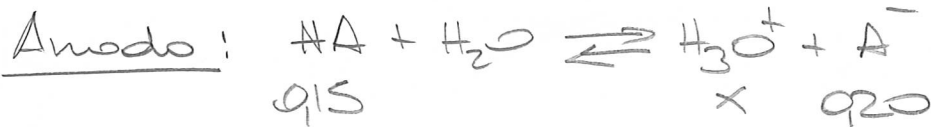


1/5

Riduzione:



mcm = 10



$$pH = pK_A + \log \frac{[A^-]}{[HA]} = -\log(6,7 \cdot 10^{-4}) + \log \frac{0,20}{0,15} = 3,30$$

$$E_A = E_{H^+/H_2}^0 + \frac{0,0591}{2} \log \frac{[H^+]^2}{P_{H_2}} = 0 + \frac{0,0591}{2} \log \frac{(10^{-3,30})^2}{0,30} = -0,180V$$

Catodo:

$$E_C = E_{MnO_4^-/Mn^{2+}}^0 + \frac{0,0591}{5} \log \frac{[MnO_4^-][H^+]^5}{[Mn^{2+}]}$$

$$= 1,54 + \frac{0,0591}{5} \log \frac{0,08 \cdot (2,55)^5}{0,05} = 1,566V$$

$$\Delta E = E_C - E_A = 1,566 - (-0,180) = 1,746V$$

Reazione in forme indicatore?

