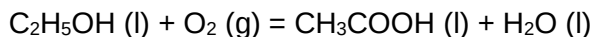


**Prima Prova Parziale – CHIMICA – Compito A**

- (6p) Rappresentare la geometria della molecola di  $\text{IOF}_3$ , descriverne i legami con la teoria del legame di valenza e prevederne la polarità: presentare il ragionamento seguito (Se,  $Z = 53$ )
- (6p) La combustione di un composto contenente Ca, C, ed N porta alla formazione di 2.389 g di  $\text{CaO}$ , 1.876 g di  $\text{CO}_2$  e 3.921 g di  $\text{NO}_2$ . Determinare la formula minima del composto e la sua composizione percentuale.
- (6p) Bilanciare le seguenti equazioni chimiche:
  - $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3 + \text{HNO}_3 = \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
  - $\text{MnO}_2 + \text{KNO}_3 + \text{KOH} = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{NO}$
 Assegnare i nomi ai composti della reazione a, sia in nomenclatura tradizionale che in nomenclatura IUPAC.
- (6p) 86.4 g di pentano ( $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ) e 384.0 g di  $\text{O}_2$  sono introdotti in un contenitore indeformabile del volume di 40.00 L. Il pentano viene bruciato e la temperatura aumenta fino a 800 K. A questa temperatura, determinare:
  - La massima quantità dei prodotti di combustione che è possibile ottenere
  - La pressione totale nel contenitore
  - La composizione della miscela gassosa finale

- (3p) Definire il criterio di spontaneità di una reazione chimica e determinare in quale intervallo di temperature la seguente reazione (da bilanciare) è spontanea:



| Composto                                      | $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} (\text{l})$ | $\text{O}_2 (\text{g})$ | $\text{CH}_3\text{COOH} (\text{l})$ | $\text{H}_2\text{O} (\text{l})$ |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| $\Delta H_f^\circ (\text{kJ mol}^{-1})$       | - 277.69                                   |                         | - 484.5                             | - 285.83                        |
| $S_f^\circ (\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1})$ | 160.7                                      | 205.138                 | 159.8                               | 69.91                           |

- (3p) Tra le quaterne quantiche presentate, individuare quella corretta, assegnare l'orbitale atomico corrispondente e spiegare per quale motivo queste quaterne quantiche sono sbagliate.

$$n = 4; l = 3; m_l = 1; m_s = 1/2$$

$$n = 2; l = 2; m_l = -1; m_s = 1/2$$

Masse atomiche:

H 1.00794 g/mol; C 12.0107 g/mol; N 14.0067 g/mol; O 15.9994 g/mol; Ca 40.078 g/mol.

# PRIMA PROVA PARZIALE - A.A. 2024/2025

## COMPITO A - 02.12.2024

**Es. 1**  $\text{IOF}_3$

$\text{I}, Z=53$

~~1s~~  
~~2s 2p~~  
~~3s 3p 3d~~  
~~4s 4p 4d 4f~~  
~~5s 5p 5d 5f~~  
~~6s~~

Configurazione elettronica:

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^5$

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

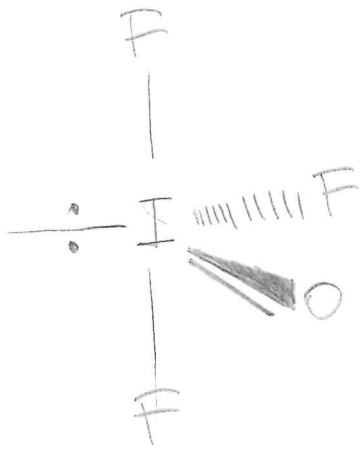
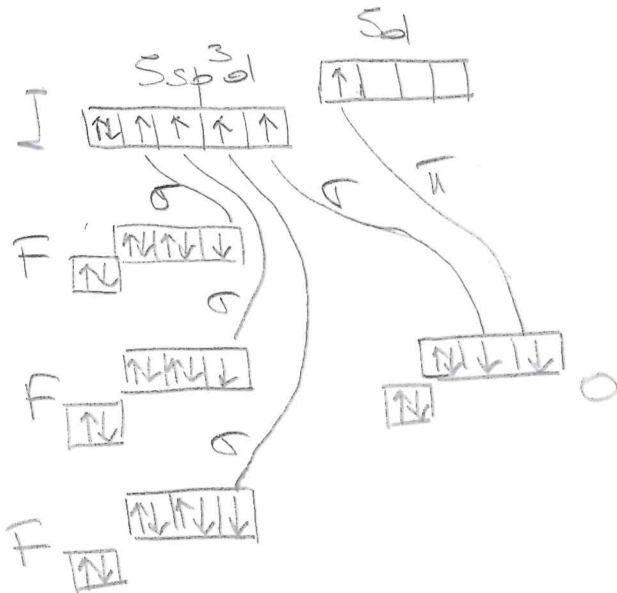
$n^{\circ}$  elettroni:  $7(\text{I}) + 2(6\text{F}) - 2(0, \pi) + 3 \cdot 1(\text{F}) = 10e^-$

5 coppie strutturali

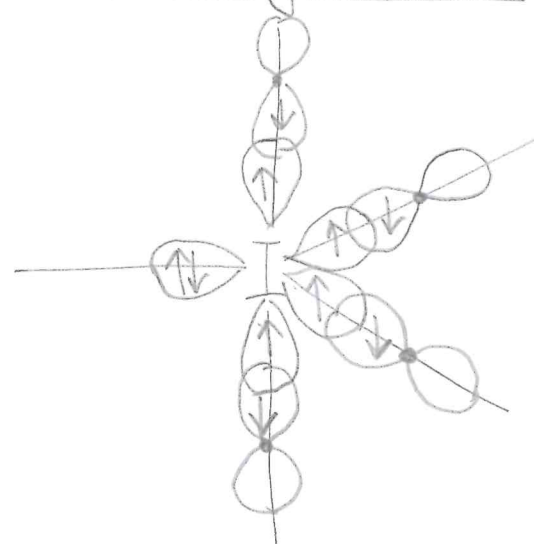
Geometria coppie strutturali:  $\text{AX}_5$

Geometria molecolare:  $\text{AX}_4\text{E}$

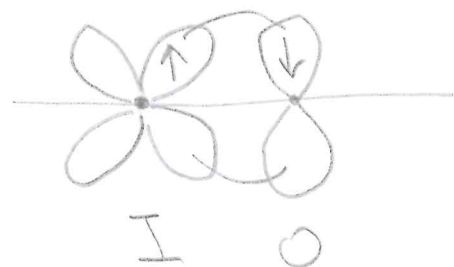
I ibridizzato  $sp^3d$



Schema legame  $\sigma$



Schema legame  $\pi$

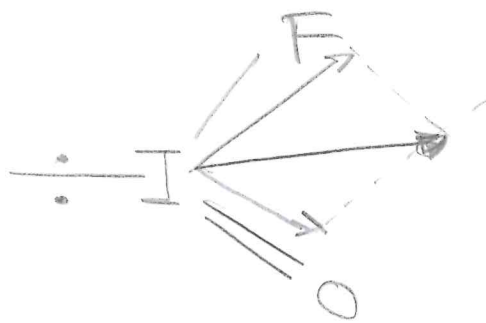


Sulle posizioni assiali:



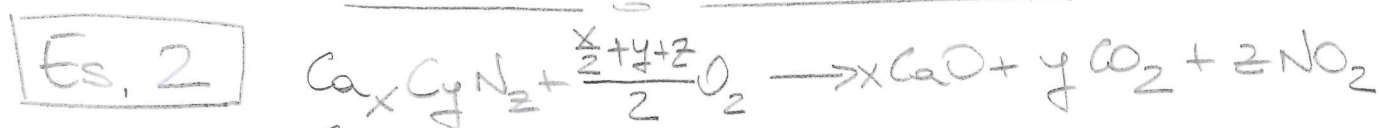
$$\mu = 0$$

Sulle posizioni equatoriali:



$$\mu \neq 0$$

La molecola  $\text{IOF}_3$  è POLARE



$$n_{\text{CaO}} = \frac{G_{\text{CaO}}}{\text{MM}} = \frac{2,389}{56,077} = 4,26 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{G_{\text{CO}_2}}{\text{MM}} = \frac{1,876}{44,0095} = 4,26 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{\text{NO}_2} = \frac{G_{\text{NO}_2}}{\text{MM}} = \frac{3,921}{46,0055} = 8,52 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

Il rapporto tra i coefficienti  $x:y:z$  è lo stesso tra i numeri di moli di  $\text{CaO}$ ,  $\text{CO}_2$  e  $\text{NO}_2$ .

$$x:y:z = 4,26 \cdot 10^{-2} : 4,26 \cdot 10^{-2} : 8,52 \cdot 10^{-2}$$

Per rendere numeri interi i coefficienti, divido tutto per il numero più piccolo:

$$x = \frac{4,26 \cdot 10^{-2}}{4,26 \cdot 10^{-2}} = 1$$

$$z = \frac{8,52 \cdot 10^{-2}}{4,26 \cdot 10^{-2}} = 2$$

$$y = \frac{4,26 \cdot 10^{-2}}{4,26 \cdot 10^{-2}} = 1$$

la formula chimica del composto è  $\text{CaCN}_2$ .

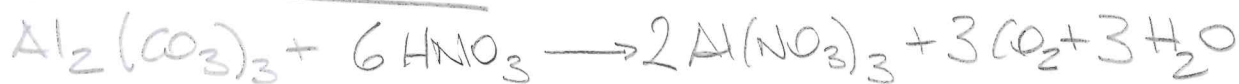
$$MM_{\text{CaCN}_2} = 80,102 \text{ g/mol}$$

$$\% \text{Ca} = \frac{x \cdot MA_{\text{Ca}}}{MM_{\text{CaCN}_2}} \cdot 100 = \frac{40,078}{80,102} \cdot 100 = 50,03\%$$

$$\% \text{C} = \frac{y \cdot MA_{\text{C}}}{MM_{\text{CaCN}_2}} \cdot 100 = \frac{12,0107}{80,102} \cdot 100 = 14,99\%$$

$$\% \text{N} = \frac{z \cdot MA_{\text{N}}}{MM_{\text{CaCN}_2}} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 14,0067}{80,102} \cdot 100 = 34,97\%$$

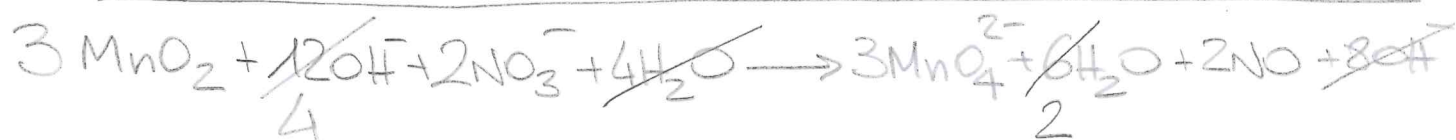
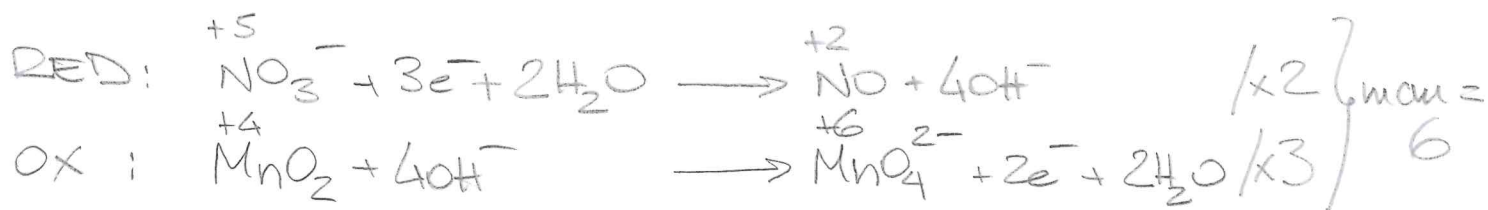
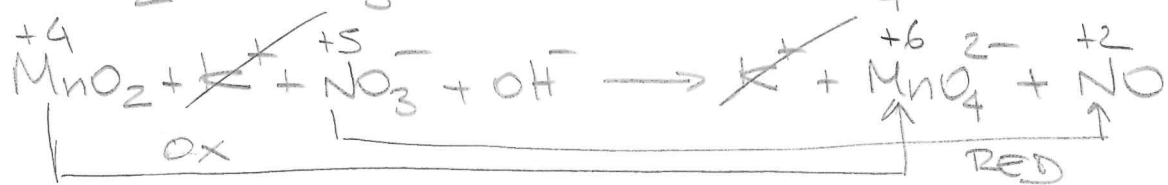
**Es. 3** Reazione 2:



Nomenclatura:

|                              | <u>Tradizionale</u>    | <u>IUPAC</u>                                |
|------------------------------|------------------------|---------------------------------------------|
| $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$ | Carbonato di alluminio | Tritriossocarbonato (IV) di alluminio (III) |
| $\text{HNO}_3$               | Acido nitrico          | Acido triossonitrico (V)                    |
| $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$   | Nitrato di alluminio   | Tritriossonitrato (V) di alluminio (III)    |
| $\text{CO}_2$                | Anidride carbonica     | Diossido di carbonio                        |
| $\text{H}_2\text{O}$         | Acqua                  | Acqua                                       |

Reazione b:



Es 4  $m_{\text{C}_5\text{H}_{12}} = \frac{G_{\text{C}_5\text{H}_{12}}}{\text{MM}} = \frac{84,6}{72,1488} = 1,172 \text{ mol}$

$$m_{\text{O}_2} = \frac{G_{\text{O}_2}}{\text{MM}} = \frac{384,0}{31,9988} = 12,00 \text{ mol}$$



|   |             |        |       |       |
|---|-------------|--------|-------|-------|
| J | 1,172       | 12,00  | —     | —     |
| C | -1,172      | -9,376 | +5860 | +7032 |
| E | <u>—</u>    | 2,624  | 5,860 | 7,032 |
|   | <u>R.L.</u> |        |       |       |

$$G_{\text{CO}_2} = m_{\text{CO}_2} \cdot \text{MM} = 5,860 \cdot 44,0095 = 257,9 \text{ g}$$

$$G_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \text{MM} = 7,032 \cdot 18,0153 = 126,7 \text{ g}$$

$$P_{TOT} = \frac{n_{TOT} \cdot RT}{V} = \frac{(m_{O_2} + m_{CO_2} + m_{H_2O}) RT}{V} =$$

$$= \frac{(2,624 + 5,860 + 7,032) \cdot 0,0821 \cdot 800}{4000} = 25,47 \text{ atm}$$

La composizione della miscela gassosa va espressa in termini di frazione molare:

$$x_{O_2} = \frac{n_{O_2}}{n_{O_2} + n_{CO_2} + n_{H_2O}} = \frac{2,624}{2,624 + 5,860 + 7,032} = 0,169$$

$$x_{CO_2} = \frac{n_{CO_2}}{n_{O_2} + n_{CO_2} + n_{H_2O}} = \frac{5,860}{2,624 + 5,860 + 7,032} = 0,378$$

$$x_{H_2O} = \frac{n_{H_2O}}{n_{O_2} + n_{CO_2} + n_{H_2O}} = \frac{7,032}{2,624 + 5,860 + 7,032} = 0,453$$

**Es. 5** Criterio di spontaneità:  $\Delta G < 0$

Per la reazione:



$$\Delta H_r^\circ = (\Delta H_f^\circ CH_3COOH + \Delta H_f^\circ H_2O) - (\Delta H_f^\circ C_2H_5OH + \Delta H_f^\circ O_2) =$$

$$= (-484,5 - 285,83) - (-277,69 + 0) = -492,64 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta S_r^\circ = (S^\circ_{CH_3COOH} + S^\circ_{H_2O}) - (S^\circ_{C_2H_5OH} + S^\circ_{O_2}) =$$

$$= (159,8 + 69,91) - (160,7 + 205,138) = -136,1 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T \cdot \Delta S_r^\circ = -492,6 - 298,15 \cdot (-136,1 \cdot 10^{-3}) = -452,0 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Bisogna determinare il range di temperatura in cui  $\Delta G < 0$ :

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T \cdot \Delta S_r^\circ < 0$$

$$\Delta H_r^\circ < T \cdot \Delta S_r^\circ$$

Siccome  $\Delta S_r^\circ < 0$ , la reazione è spontanea per

$$T < \frac{\Delta H_r^\circ}{\Delta S_r^\circ} = \frac{-492,6 \cdot 10^3}{-136,1} = 3619 \text{ K}$$

**Es 6**

| n | l | m <sub>l</sub> | m <sub>s</sub> |
|---|---|----------------|----------------|
|---|---|----------------|----------------|

|   |   |   |     |
|---|---|---|-----|
| 4 | 3 | 1 | 1/2 |
|---|---|---|-----|

|   |   |    |     |
|---|---|----|-----|
| 2 | 2 | -1 | 1/2 |
|---|---|----|-----|

Orbitale 4f

NON AMMISSIBILE

$$0 \leq l \leq n-1$$