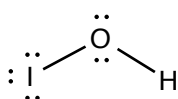


**POLITECNICO DI MILANO ING. ENG-AER-MEC. Corso di Fondamenti di Chimica**  
**I Prova IN ITINERE- 21 Novembre 2014. Compito A**

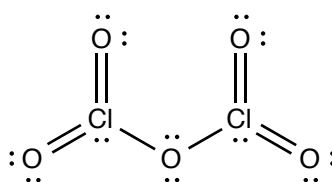
**AVVERTENZE:** scrivere le soluzioni sull'apposito foglio che va completato con tutti i dati richiesti prima di iniziare la prova e che deve essere consegnato alla fine senza la minuta. Le soluzioni vanno scritte nello stesso ordine numerico degli esercizi proposti. **I calcoli devono essere indicati per esteso e le risposte devono essere motivate.**

**Esercizio 1 (3 punti).** Dati i seguenti composti scrivere il nome o la formula bruta appropriati.

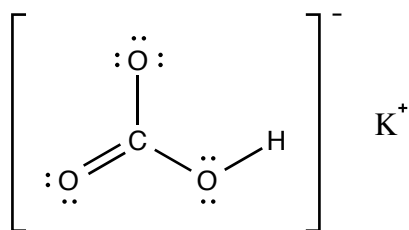
**Esercizio 2 (3 punti).** Considerando le molecole date nell'esercizio 1, scriverne la formula di struttura di Lewis, la geometria molecolare completa di angoli di legame e indicare che tipo di orbitale ibrido utilizza l'atomo centrale.



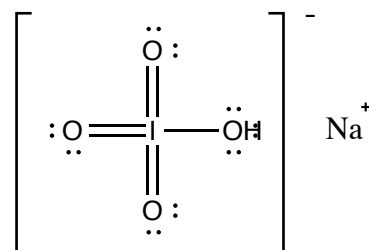
HIO, ACIDO IPOIODOSO  
 I sp<sup>3</sup> geometria tetraedrica angolata  
 O sp<sup>3</sup> geometria tetraedrica angolata



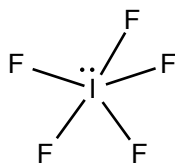
Cl<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ANIDRIDE CLORICA  
 Cl sp<sup>3</sup> geometria tetraedrica angolata  
 O sp<sup>3</sup> geometria tetraedrica angolata



KHCO<sub>3</sub>, CARBONATO ACIDO DI POTASSIO  
 (+ FORMULE DI RISONANZA)  
 C sp<sup>2</sup> geometria planare  
 O sp<sup>3</sup> geometria tetraedrica angolata



NaIO<sub>4</sub>, PERIODATO DI SODIO  
 I sp<sup>3</sup> geometria tetraedrica

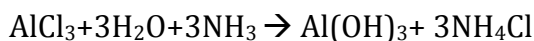
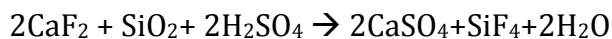


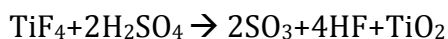
IF<sub>5</sub>, PENTAFLUORURO DI IODIO  
 I sp<sup>3</sup>d<sup>2</sup> geometria ottaedrica angolata



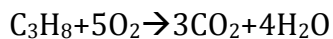
NaCN, CIANURO DI SODIO  
 C sp geometria lineare

**Esercizio 3 (3 punti).** Bilanciare le seguenti reazioni





**Esercizio 4 (4 punti).** Calcolare la quantità massima di  $\text{CO}_2$ , espressa sia in grammi che in numero di molecole, che si forma quando  $3,5 \times 10^2$  g di propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) reagiscono con 1289 g di  $\text{O}_2$  secondo la reazione da bilanciare:



Calcoliamo le moli di  $\text{C}_3\text{H}_8$  ( $3,5 \times 10^2$  g / 44 g/mol = 7.95 mol) e  $\text{O}_2$  (1289 g / 32 g/mol = 40.28 mol), servono  $5 \times 7.95 = 39.75$  mol di  $\text{O}_2$  per convertire tutto il propano. Quindi il propano è il reagente limitante il propano e si otterranno  $3 \times 7.95$  mol di  $\text{CO}_2$  (23.8 mol, 1047 g,  $1.43 \times 10^{25}$  molecole)

**Esercizio 5 (4 punti).** Ordinare le seguenti sostanze per punti di ebollizione crescenti e motivare la risposta.

1.  $\text{N}_2$  (77.35 K) gas apolare in cui le molecole interagiscono solo tramite interazioni dipolo istantaneo-dipolo istantaneo quindi ha un punto di ebollizione più basso di  $\text{AsH}_3$ .
2.  $\text{AsH}_3$  (210 K) gas polare in cui le molecole interagiscono tramite interazioni dipolo-dipolo.
3. HF (294 K) gas polare capace di dare legame idrogeno quindi ha il secondo punto di ebollizione più alto.
4. CaO (3123 K) solido ionico costituita da un reticolo cristallino tridimensionale ed esiste un'interazione elettrostatica forte tra gli ioni  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{O}^{2-}$  quindi ha il punto di ebollizione più alto.

**Esercizio 6 (3 punti).** Determinare il volume di  $\text{H}_2$ , misurato a 735 Torr e  $22^\circ\text{C}$ , che si sviluppa quando 0,356 g di alluminio reagiscono con un eccesso di acido cloridrico secondo la reazione:  $2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$  sapendo che in condizioni normali 1 mol di idrogeno occupa 22,414 l. Commentare il procedimento scelto per svolgere l'esercizio.

Determiniamo le moli di alluminio:  $0,356 \text{ g} / 26,9 \text{ g/mol} = 1,32 \times 10^{-2} \text{ mol}$

Se da 2 moli di alluminio, si sviluppano 3 moli di  $\text{H}_2$  (secondo la reazione bilanciata), allora da  $1,32 \times 10^{-2} \text{ mol}$  si sviluppano:  $1,32 \times 10^{-2} \text{ mol} \times 3/2 = 1,98 \times 10^{-2} \text{ mol}$  di  $\text{H}_2$

In condizioni normali quindi il volume di idrogeno sviluppato è:  $1,98 \times 10^{-2} \text{ mol} \times 22,414 \text{ l} = 0,444 \text{ l}$

Dalle leggi dei gas segue che  $P_0V_0/T_0 = P_1V_1/T_1$  dove  $P_0$  e  $T_0$  sono i valori della pressione (1 atm) e temperatura (273 K) in condizioni normali, allora  $V_1 = (1 \text{ atm} \times 0,444 \text{ l} \times 295 \text{ K}) / [273 \text{ K} \times (735 \text{ Torr} / 760 \text{ Torr/atm})] = 0,496 \text{ l}$

**Esercizio 7 (4 punti).** L'abbassamento crioscopico di una soluzione contenente 2.18 g di un composto organico A non volatile ed indissociato in 127 g di un solvente, di cui non si conosce la  $K_c$ , è  $1.69^\circ\text{C}$ . Determinare la massa molecolare del composto A sapendo che una soluzione contenente 3,85 g di un composto organico B non volatile e indissociato, avente massa molecolare 162 uma, in 205 g dello stesso solvente presenta un abbassamento crioscopico di  $1,03^\circ\text{C}$ . Commentare il procedimento scelto per svolgere l'esercizio.

Dalla soluzione del composto B determiniamo il valore di  $K_c$  del solvente se  $\Delta T_c = m \times K_c$  allora  $K_c = 1.03^\circ\text{C} \times 0.205 \text{ Kg} / (3.85\text{g}/162 \text{ g mol}^{-1}) = 8.88^\circ\text{C Kg mol}^{-1}$

Conoscendo  $K_c$  calcoliamo la molalità della soluzione di A

$$1.69^\circ\text{C} / 8.88^\circ\text{C kg mol}^{-1} = 0.19 \text{ mol/kg}$$

quindi calcoliamo il numero di moli di A  $0.19 \text{ mol/kg} \times 0.127 \text{ kg} = 0.0241 \text{ mol}$  quindi la massa molecolare è  $2.18 \text{ g} / 0.0241 \text{ mol} = 90.5 \text{ g mol}^{-1}$

**Esercizio 8 (3 punti).** La pressione osmotica di una soluzione contenente 3.8 g di una proteina in 150 ml è 14.5 Torr a  $25.5^\circ\text{C}$ . Determinare la massa molecolare della proteina. Commentare il procedimento scelto per svolgere l'esercizio.

Come varierebbe la pressione osmotica di una soluzione di  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  alla stessa concentrazione molale e alle stesse condizioni di temperatura.

Sapendo che  $\pi V = nRT$  e che  $n = 3.8 \text{ g/MM}$  abbiamo che

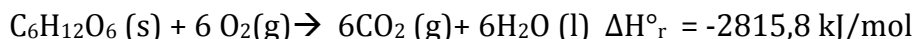
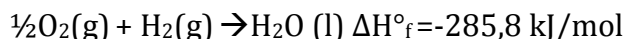
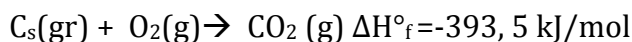
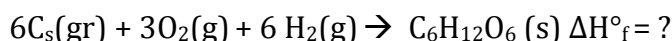
$$1.9 \times 10^{-2} \text{ atm} \times 0.15 \text{ l} = (3.80 \text{ g/MM}) \times (0.082 \text{ l atm/K mol} \times 298 \text{ K})$$

$$\text{MM} = 3.26 \times 10^4 \text{ g mol}^{-1}$$

$\text{Na}_2\text{SO}_4$  si dissocia completamente in acqua negli ioni  $2 \text{ Na}^+$  ed  $\text{SO}_4^{2-}$  quindi il suo coefficiente di Van't Hoff è 3 per cui la pressione osmotica di una sua soluzione alla stessa concentrazione molale della proteina sarebbe più alta.

**Esercizio 9 (3 punti).** Calcolare il  $\Delta H_f^\circ$  del glucosio ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) a partire dagli elementi sapendo che il  $\Delta H_f^\circ [\text{CO}_2 (\text{g})] = -393.5 \text{ kJ/mol}$  e il  $\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O} (\text{l})] = -285.8 \text{ kJ/mol}$  e il  $\Delta H_r^\circ$  della reazione di combustione del glucosio è  $-2815.8 \text{ kJ/mol}$ .

Commentare il procedimento scelto per svolgere l'esercizio.



Applicando la legge di Hess

$$\Delta H_f^\circ (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 6 \Delta H_f^\circ [\text{CO}_2 (\text{g})] + 6 \Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O} (\text{l})] - \Delta H_r^\circ (\text{combustione } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{s})) = -1260 \text{ kJ mol}^{-1}$$

**Esercizio 10 (3 punti).** Supponiamo di immergere un pezzo di Cu del peso di 140,5 g alla temperatura di 373 K in un recipiente termicamente isolato contenente 100 g di acqua alla temperatura di 298 K. Calcolare la temperatura dell'acqua quando sia stato raggiunto l'equilibrio termico sapendo che nell'intervallo di temperatura considerato la capacità termica del Cu è  $24.1 \text{ J/mol K}$  e per l'acqua  $75.3 \text{ J/mol K}$ . Commentare il procedimento scelto per svolgere l'esercizio.

Essendo il recipiente isolato dall'esterno  $-Q_{\text{Cu}}=Q_{\text{H}_2\text{O}}$ . Poiché  $Q=Cxnx\Delta T$ , calcolando le moli di Cu (2,21 moli) ed acqua (5,55 moli) si ha che:

$$-[2,21 \text{ mol} \times 24,1 \text{ J/molK} \times (T_2-373\text{K})]=5,55 \times 75,3 \text{ J/molK} \times (T_2-298\text{K})$$
$$T_2= 306 \text{ K}$$