

**Scuola di Ingegneria Industriale e dell'Informazione**  
**Laurea in Ingegneria AEROSPAZIALE, Ingegneria ENERGETICA, Ingegneria MECCANICA**

**Corso di FONDAMENTI DI CHIMICA, A.A. 2019/2020     I Prova in Itinere - 6 Novembre 2020**

**Avvertenze:** Tutte le risposte devono essere motivate con una **spiegazione chiara e concisa**. Per le domande che richiedono calcoli, non è sufficiente indicare solo il risultato finale dei calcoli, ma **E' NECESSARIO spiegare il procedimento utilizzato e riportare il risultato dei calcoli intermedi**.

**DOMANDA 1 [4 punti]**

Dire quali delle seguenti molecole possono esistere. Per le molecole che possono esistere indicare la geometria molecolare e la geometria elettronica, specificando l'ibridazione dell'atomo centrale, e se è rispettata la regola dell'ottetto.

a)  $\text{CaNO}_3$    b)  $\text{COCl}_2$    c)  $\text{OF}_4$    d)  $\text{SF}_4$

**Soluzione**

a) Non può esistere perché non compatibile con lo stato di ossidazione del Ca. Esiste invece  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

b) Esiste. Il C completa l'ottetto. Geometria molecolare = geometria elettronica = trigonale planare, ibridazione di C  $\text{sp}^2$

c) Non esiste, perché non è compatibile con lo stato di ossidazione di O. Esiste invece  $\text{OF}_2$ .

d) Esiste, lo zolfo espande l'ottetto. NS = 5, con 1 coppia solitaria. GE: bpiramide trigonale; GM ondulata; ibridazione di S =  $\text{sp}^3\text{d}$

**DOMANDA 2 [3 punti]**

Le energie di prima e seconda ionizzazione del litio sono rispettivamente 520 kJ/mol e  $7,30 \times 10^3$  kJ/mol. Quelle del berillio sono 900 kJ/mol (prima ionizzazione) e  $1,76 \times 10^3$  kJ/mol (seconda ionizzazione). Come si giustificano queste differenze fra prima e seconda energia di ionizzazione di uno stesso elemento e fra i due elementi?

**Soluzione**

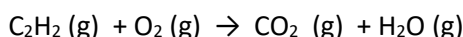
Bisogna considerare le configurazioni elettroniche dello stato fondamentale dei due elementi.

La configurazione elettronica esterna del litio è  $2s^1$ . L'unico elettrone esterno può essere rimosso con una spesa energetica relativamente bassa in modo da raggiungere la configurazione elettronica del gas nobile precedente (He). La rimozione di un secondo elettrone richiederebbe una maggiore quantità di energia perché il secondo elettrone viene rimosso da un guscio quantico completo e inoltre avendo già rimosso un elettrone, la carica nucleare efficace che agisce sugli elettroni esterni sarà maggiore rispetto all'atomo neutro.

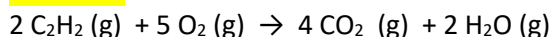
Il Be ha configurazione elettronica  $2s^2$ . L'energia di prima ionizzazione del Be è maggiore del Li perché passando dal Li al Be aumenta la carica nucleare efficace che agisce sugli elettroni esterni. L'energia di seconda ionizzazione del Be è minore di quella del Li perché la rimozione di due elettroni dall'atomo di Be permette di ottenere la configurazione elettronica stabile del gas nobile precedente (He).

**DOMANDA 3 (3 punti)**

$1,00 \text{ dm}^3$  di acetilene ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) e  $5 \text{ dm}^3$  di  $\text{O}_2$  (entrambe in condizioni standard) sono introdotti in un recipiente di  $1 \text{ dm}^3$  inizialmente vuoto. Mediante innesco con scintilla i due gas sono fatti reagire secondo la reazione riportata di seguito (da bilanciare) e la temperatura del recipiente raggiunge i 675 K. Calcolare la pressione nel recipiente alla temperatura di 675K.



**Soluzione**



$$\text{Mol C}_2\text{H}_2 = PV/RT = (1 \text{ atm} \times 1 \text{ L}) / [0,0821 (\text{l} \times \text{atm} / \text{K} \times \text{mol}) \times 298,15 \text{ K}] = 0,0408 \text{ mol}$$

$$\text{Mol O}_2 = 5 \times 0,0408 = 0,204 \text{ mol}$$

Trovo il reagente limitante:

$$2:5 = 0,0408:x$$

X = mol O<sub>2</sub> necessarie per consumare tutto l'acetilene

$$X = 0,102 \text{ mol}$$

L'acetilene è il reagente limitante.

Alla fine della reazione:

$$\text{mol CO}_2 = 2 \text{ mol C}_2\text{H}_2 = 0,0816 \text{ mol}$$

$$\text{mol H}_2\text{O} = \text{mol C}_2\text{H}_2 = 0,0408$$

$$\text{mol O}_2 \text{ avanzate} = 0,204 - 0,102 = 0,102$$

$$\text{mol tot} = 0,224 \text{ mol gas totali}$$

$$P = [0,224 \text{ mol} \times 0,082 \text{ (L atm/K mol)} \times 675 \text{ K}] / 1 \text{ L} = 12,39 \text{ atm}$$

DOMANDA 4 ( 3 punti)

1,5 g di un composto con formula NH<sub>4</sub>XO<sub>4</sub> sono sciolti in acqua. La soluzione, trattata con un eccesso di idrossido di calcio è riscaldata fino al completo sviluppo di NH<sub>3</sub>. L'ammoniaca raccolta occupa un volume di 0,312 L a 298K e 1,017 bar. Calcolare il peso atomico dell'elemento incognito X.

**Soluzione**

Tutto l'azoto è stato trasformato in NH<sub>3</sub>.

Calcolo le moli di NH<sub>3</sub> nel composto:

$$P = 1,017 \text{ bar} / 1,013 \text{ bar/atm} \approx 1,00 \text{ atm}$$

$$\text{Mol NH}_3 = (1 \text{ atm} \times 0,312 \text{ L}) / 0,082 \text{ (L atm/K mol)} \times 298 \text{ K} = 0,0128 \text{ mol}$$

Nel composto incognito ci saranno:

$$0,0128 \text{ mol N}$$

$$4 \times 0,0128 = 0,0511 \text{ mol H}$$

$$0,0511 \text{ mol O}$$

$$0,0128 \text{ mol X}$$

Si deve verificare che

$$\text{Massa} = \text{massa N} + \text{massa H} + \text{massa O} + \text{massa X}$$

$$1,500 \text{ g} = 0,0128 \text{ mol} \times 14 \text{ g/mol} + 0,0511 \text{ mol} \times 1 \text{ g/mol} + 0,0511 \text{ mol} \times 16 \text{ g/mol} + 0,0128 \text{ mol} \times \text{PA(X)}$$

$$\text{PA(X)} = 0,451 \text{ g} / 0,0128 \text{ mol} = 35,32 \text{ g/mol}$$

Si tratta del Cl.

DOMANDA 5 [3 punti]

Tre recipienti contengono rispettivamente una soluzione acquosa di glucosio (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>), una soluzione acquosa di NaCl e acqua pura. Indicare una sequenza di operazioni che permetta di distinguere i tre sistemi.

**Soluzione**

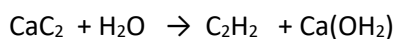
Dall'esame delle temperature di ebollizione o di congelamento, si può riconoscere facilmente il recipiente contenente acqua pura. L'acqua pura infatti bolle a 100°C e solidifica a 0°C, mentre le due soluzioni bolliranno a T maggiori e solidificheranno a T minori rispetto all'acqua pura.

Una misura della conducibilità permetterà di riconoscere la soluzione di NaCl da quella di glucosio. La prima infatti è in gradi di condurre corrente grazie alla presenza di ioni in soluzione.

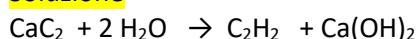
DOMANDA 6 [ 3 punti]

L'acetilene è preparato dalla reazione del carburo di calcio con acqua secondo la seguente reazione (da bilanciare)

Dalla reazione di 100 g di CaC<sub>2</sub> con un eccesso di acqua si sono formati 105 g di Ca(OH)<sub>2</sub>. Calcolare la resa della reazione e la massa di acetilene prodotta.



**Soluzione**



Mol  $\text{CaC}_2 = 100 \text{ g} / 64,099 \text{ g/mol} = 1,56 \text{ mol}$

Mol  $\text{CaOH}$  teoriche = mol  $\text{CaC}_2 = 1,56$

Mol effettivamente formate di  $\text{Ca(OH)}_2 = 105 \text{ g} / 74,093 \text{ g/mol} = 1,42 \text{ mol}$

Resa =  $(1,42 \text{ mol} / 1,56 \text{ mol}) \times 100 = 91,02 \%$

Mol acetilene prodotte = mol  $\text{Ca(OH)}_2$  prodotte =  $1,42 \text{ mol}$

Massa acetilene =  $1,42 \text{ mol} \times 26,04 \text{ g/mol} = 36,98 \text{ g}$ .