

**Esame di Fondamenti di Chimica - Meccanici/Energetici/Aerospaziali I verifica: 14/11/08 - 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 Punti 3**

Una soluzione di un composto molecolare non volatile viene preparata sciogliendo 0.250 g della sostanza in 40.0 g di CCl<sub>4</sub>. Il punto d'ebollizione della soluzione risultante è 0.357°C più alto di quello del solvente puro. Calcolate la massa molare del soluto. (K<sub>eb</sub> per CCl<sub>4</sub> = 5.02 °C/m) **(R: 88 g/mol)**

**Svolgimento**

$$m = \Delta T_{eb} / K_{eb} = 0.357 / 5.02 = 0.0711 \text{ m}$$

$$0.04 \text{ Kg di CCl}_4 * (0.0711 \text{ mol di soluto} / \text{Kg di solvente}) = 2.84 \times 10^{-3} \text{ mol soluto}$$

$$\text{Massa Molare} = 0.250 \text{ g} / 2.84 \times 10^{-3} = 88 \text{ g/mol}$$

**Esercizio 2. Punti 4**

Si introducono in un recipiente del volume di 0.75 L e alla temperatura di 18°C, 23 mL di O<sub>2</sub> misurati 27°C e a 0.96 atm, 150 mL di propano (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>) misurati a 10°C e a 0.98 atm, 70 mL di N<sub>2</sub> misurati a 23°C e a 1.01 atm. Quale è la pressione totale finale nel recipiente? **(R: 0.324 atm)**

Quali sono le pressioni parziali dei diversi gas? **(R: O<sub>2</sub> = 0.029 atm, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub> 0.203 atm, N<sub>2</sub> 0.095 atm)**

**Svolgimento**

$$R = 0.082 \text{ atm l} / \text{K mol}$$

$$\text{mol O}_2: (0.96 \text{ atm} * 0.023 \text{ L}) / (0.082 * 300 \text{ K}) = 9.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{mol CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3: (0.98 \text{ atm} * 0.15 \text{ L}) / (0.082 * 283 \text{ K}) = 6.33 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{mol N}_2: (1.01 \text{ atm} * 0.07 \text{ L}) / (0.082 * 296 \text{ K}) = 2.96 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{somma mol tot: } 0.0101 \text{ mol}$$

$$P_{\text{tot}} = (0.0101 \text{ mol} * 0.082 * 291 \text{ K}) / 0.75 \text{ L} = 0.324 \text{ atm}$$

$$p_{\text{O}_2} = (9.0 \times 10^{-4} / 0.0101) * 0.324 = 0.0289 \text{ atm}$$

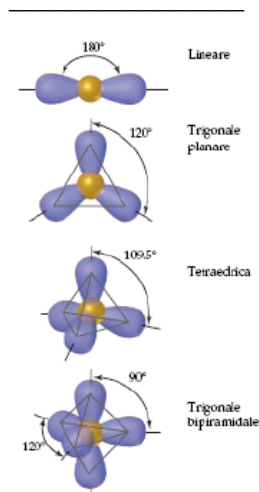
$$p_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3} = (6.33 \times 10^{-3} / 0.0101) * 0.324 = 0.203 \text{ atm}$$

$$p_{\text{N}_2} = (2.96 \times 10^{-3} / 0.0101) * 0.324 = 0.095 \text{ atm}$$

**Esercizio 3 Punti 4**

Dati i seguenti composti molecolari: BF<sub>3</sub>, CCl<sub>4</sub>, BeCl<sub>2</sub>, PCl<sub>5</sub>

Scrivere la struttura di Lewis, determinare l'ibridizzazione dell'atomo centrale e la geometria della molecola, indicando se la molecola è polare o apolare



**Svolgimento**

BF<sub>3</sub>, sp<sup>2</sup>, trigonale planare, apolare

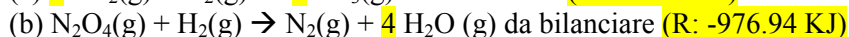
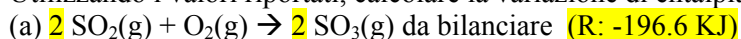
CCl<sub>4</sub>, sp<sup>3</sup>, tetraedrica, apolare

BeCl<sub>2</sub>, sp, lineare, apolare

PCl<sub>5</sub>, sp<sup>3</sup>d, bipiramidale trigonale, apolare

### Esercizio 4 Punti 3

Utilizzando i valori riportati, calcolare la variazione di entalpia standard delle seguenti reazioni



Cosa si intende per entalpia standard di formazione?

---

Svolgimento

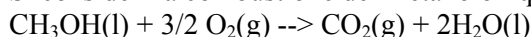
$$\Delta H^0 = 2(-395.2) - 2(-296.9) = -196.6 \text{ KJ}$$

$$\Delta H^0 = 4(-241.82) - (9.66) = -976.94 \text{ KJ}$$

L'entalpia standard di formazione di un composto,  $\Delta H^0_f$ , è la variazione di entalpia della reazione di formazione di una mole di composto a partire dai suoi elementi, considerando tutte le sostanze nei loro stati standard.

### Esercizio 5 Punti 3

Si consideri la combustione del metanolo liquido,  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ :  $\Delta H^0_{\text{reaz}} = -726.5 \text{ KJ}$



(a) Qual è la variazione di entalpia della reazione inversa? (b) Se il prodotto della reazione fosse  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  anziché  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ , il valore del  $\Delta H^0_{\text{reaz}}$  sarebbe uguale, maggiore o minore? Motivare la risposta

---

Svolgimento

(a) + 726.5 (b) La reazione di vaporizzazione è endotermica. Se l'acqua fosse in fase gas la reazione sarebbe più endotermica e il valore dell'entalpia sarebbe sempre un valore negativo ma in modulo più piccolo (-638.54 KJ)

### Esercizio 6 Punti 3

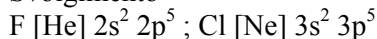
Confrontare gli elementi fluoro e cloro riguardo alle seguenti proprietà:

- energia di prima ionizzazione
- raggio atomico
- affinità elettronica

Fornire una spiegazione per le differenze tra i due elementi nei vari punti.

---

Svolgimento



EI  $\text{F} > \text{EI Cl}$  perché EI aumenta molto lungo il periodo ( $Z_{\text{eff}}$  aumenta mentre  $r_A$  diminuisce) mentre diminuisce poco lungo il gruppo ( $Z_{\text{eff}}$  rimane costante mentre  $r_A$  aumenta)

$r_{\text{Cl}} > r_{\text{F}}$  perché  $r_A$  diminuisce lungo il periodo ( $n = \text{cost.}$ ;  $Z_{\text{eff}}$  aumenta) mentre aumenta lungo il gruppo ( $n$  aumenta;  $Z_{\text{eff}} \sim \text{cost.}$ )

AE  $\text{F} > \text{AE Cl}$ : aumenta lungo il periodo (in valore assoluto,  $Z_{\text{eff}}$  aumenta mentre  $r_A$  diminuisce) mentre diminuisce lungo il gruppo (in valore assoluto,  $Z_{\text{eff}}$  è costante mentre  $r_A$  aumenta)

### Esercizio 7 Punti 3

Sia data la seguente reazione:  $2 \text{Bi} + 3 \text{S} \rightarrow \text{Bi}_2\text{S}_3$ . Si sono posti inizialmente a reagire 3.5 g di bismuto e 4.5 g di zolfo e si sono ottenuti al termine della reazione 3.5 g di solfuro di bismuto. Determinare la resa del processo. (Bi è il limitante: 81,5 %)

---

Svolgimento

$$\text{mol Bi: } 3.5/209 = 0.0167/2 * (514 \text{ g/mol}) = 4.29 \text{ g}$$

$$\text{mol S: } 4.5/32 = 0.14$$

$$\text{resa: } 3.5 / 4.3 * 100 = 81.5 \%$$

### Esercizio 8 Punti 3

Per  $n = 4$ , quali sono i possibili valori di  $l$ ? Per  $l = 2$ , quali sono i possibili valori di  $m_l$ ? Cosa identifica il numero quantico  $m_s$  e che valori può assumere?

---

Svolgimento

$n = 4$  quindi  $l=3,2,1,0$  ;  $l=2$  quindi  $ml = -2, -1, 0, 1, 2$ ;  $m_s +\frac{1}{2}$  e  $-\frac{1}{2}$  identifica lo spin elettronico.

### Esercizio 9. Punti 3

L'analisi elementare di un composto ha dato i seguenti risultati: 25,4% Na, 39,2% Cl e 35,4 di O%.

Qual è il composto analizzato? (NaClO<sub>2</sub>)

Svolgimento

mol Na: 25.4 g / 23 g/mol = 1.10

mol Cl: 39.2 g / 35.5 g/mol = 1.10

mol O: 35.4 g / 16 g/mol = 2.2

### Esercizio 10 Punti 4

Date le seguenti sostanze allo stato solido:

Li, C(diam), NaF, H<sub>2</sub>O

Specificare:

- a quale tipo di solido cristallino danno origine
- quali sono le interazione responsabili della formazione del solido
- quali sostanze sono solide a P e T ambiente

Svolgimento

Li: solido metallico, legame metallico: elettroni di valenza delocalizzati "cationi in mare di elettroni", solido a P e T amb.

C(diam): solido covalente, i nodi reticolari sono occupati da atomi legati tra loro mediante legami covalenti, alta energia di legame, alta temperatura di fusione, solido a P e T amb.

NaF: solido ionico, forti interazioni elettrostatiche tra catione e anione, alta energie reticolare, alta temperatura di fusione, solido a P e T amb

H<sub>2</sub>O: solido molecolare, bassi valori di energia reticolare, interazione deboli intermolecolari, legame ad idrogeno, liquido a P e T amb.

## Esame di Fondamenti di Chimica - Meccanici/Energetici/Aerospaziali I verifica: 14/11/08 - B

**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 Punti 3

Utilizzando i valori riportati, calcolare la variazione di entalpia standard delle seguenti reazioni

(a) Mg(OH)<sub>2</sub>(s) → MgO(s) + H<sub>2</sub>O(l) da bilanciare (R: 37.1 KJ)

(b) SiCl<sub>4</sub>(l) + 2 H<sub>2</sub>O(l) → SiO<sub>2</sub>(s) + 4 HCl(g) da bilanciare (R: -68.3 KJ)

Cosa si intende per entalpia standard di formazione?

Svolgimento

$\Delta H^0 = -601.8 + (-285.83) - (-924.7) = 37.1 \text{ KJ}$

$\Delta H^0 = (4 * -92.30) + -910.9 - (2 * 285.83) + (-640.1) = -68.3 \text{ KJ}$

L'entalpia standard di formazione di un composto,  $\Delta H^0_f$ , è la variazione di entalpia della reazione di formazione di una mole di composto a partire dai suoi elementi, considerando tutte le sostanze nei loro stati standard.

### Esercizio 2 Punti 3

Confrontare gli elementi ossigeno e zolfo riguardo alle seguenti proprietà:

- energia di prima ionizzazione
- raggio atomico

- affinità elettronica

Fornire una spiegazione per le differenze tra i due elementi nei vari punti.

Svolgimento

O [He]  $2s^2 2p^4$ ; S [Ne]  $3s^2 3p^4$

EI O > EI S perché EI aumenta molto lungo il periodo ( $Z_{\text{eff}}$  aumenta mentre rA diminuisce) mentre diminuisce poco lungo il gruppo ( $Z_{\text{eff}}$  rimane costante mentre rA aumenta)

rS > rO perché rA diminuisce lungo il periodo ( $n = \text{cost.}$ ;  $Z_{\text{eff}}$  aumenta) mentre aumenta lungo il gruppo ( $n$  aumenta;  $Z_{\text{eff}} \sim \text{cost.}$ )

AE O > AE S: aumenta lungo il periodo (in valore assoluto,  $Z_{\text{eff}}$  aumenta mentre rA diminuisce) mentre diminuisce lungo il gruppo (in valore assoluto,  $Z_{\text{eff}}$  è costante mentre rA aumenta)

### Esercizio 3 Punti 3

Sia data la seguente reazione:  $2 \text{Bi} + 3 \text{S} \rightarrow \text{Bi}_2\text{S}_3$ . Si sono posti inizialmente a reagire 3.0 g di bismuto e 4.7 g di zolfo e si sono ottenuti al termine della reazione 3.2 g di solfuro di bismuto. Determinare la resa del processo. (Bi è il limitante: 86,7 %)

Svolgimento

mol Bi:  $3.0/209 = 0.0143$  / 2 \* (514 g/mol) = 3.69 g

mol S:  $4.7/32 = 0.147$

resa:  $3.2 / 3.69 * 100 = 86.7 \%$

### Esercizio 4 Punti 3

La canfora ( $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$ ) fonde a  $179,8^\circ\text{C}$ , e ha una costante d'abbassamento crioscopico particolarmente grande,  $K_{\text{cr}} = 40,0^\circ\text{C/m}$ . Quando 0,186 g di una sostanza organica di massa molare ignota viene disciolta in 22,01 g di canfora liquida, il punto di congelamento della miscela risulta essere  $176,7^\circ\text{C}$ . Qual è la massa molare del soluto? (R: 109 g/mol)

Svolgimento

$m = \Delta T/K_c = (179.8 - 176.7) / 40.0 = 0.0775 \text{ m}$

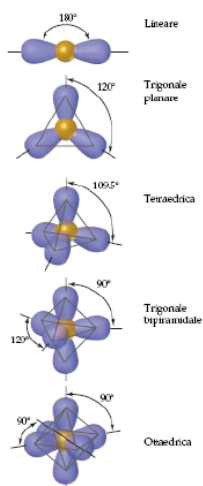
$0.02201 \text{ kg solvente} * 0.0775 \text{ mol soluto/kg solvente} = 0.0017 \text{ mol}$

$0.186 \text{ g} / 0.0017 \text{ mol} = 109 \text{ g/mol}$

### Esercizio 5 Punti 4

Dati i seguenti composti molecolari:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{BeCl}_2$ ,  $\text{SF}_6$

Scrivere la struttura di Lewis, determinare l'ibridizzazione dell'atomo centrale e la geometria della molecola, indicando se la molecola è polare o apolare



Svolgimento

$\text{NH}_3$ ,  $sp^3$ , trigonale piramidale, polare

$\text{CH}_4$ ,  $sp^3$ , tetraedrica, apolare

$\text{BeCl}_2$ ,  $sp$ , lineare, apolare

$\text{SF}_6$ ,  $sp^3d^2$ , ottaedrica, apolare

### Esercizio 6 **Punti 4**

Date le seguenti sostanze allo stato solido:

K, C(graf), KF, CO<sub>2</sub>

Specificare:

- a quale tipo di solido cristallino danno origine
- quali sono le interazioni responsabili della formazione del solido
- quali sostanze sono solide a P e T ambiente

---

#### Svolgimento

K: solido metallico, legame metallico: elettroni di valenza delocalizzati “cations in mare di elettroni”, solido a P e T amb.

C(graf): solido covalente, i nodi reticolari sono occupati da atomi legati tra loro mediante legami covalenti, alta energia di legame, alta temperatura di fusione, solido a P e T amb.

KF: solido ionico, forti interazioni elettrostatiche tra catione e anione, alta energie reticolare, alta temperatura di fusione, solido a P e T amb

CO<sub>2</sub>: solido molecolare, bassi valori di energia reticolare, interazioni deboli intermolecolari forze London, gas a P e T amb.

### Esercizio 7 **Punti 3**

Per  $n = 2$ , quali sono i possibili valori di  $l$ ? Per  $l = 4$ , quali sono i possibili valori di  $ml$ ? Cosa identifica il numero quantico  $m_s$  e quali valori può assumere?

---

#### Svolgimento

$n = 2$  quindi  $l = 0, 1$ ;  $l = 4$  quindi  $ml = 4, \pm 3, \pm 2, \pm 1, 0$ ;  $m_s = +\frac{1}{2}$  e  $-\frac{1}{2}$  identifica lo spin elettronico.

### Esercizio 8. **Punti 3**

L'analisi elementare di un composto ha dato i seguenti risultati: 31.9% K, 28.9% Cl e 39.2 % di O. Qual è il composto analizzato? (**KClO<sub>3</sub>**)

---

#### Svolgimento

Mol K  $31.9 / 39 = 0.817$

Mol Cl  $28.9 / 35.5 = 0.816$

Mol O  $39.2 / 16 = 2.45$

### Esercizio 9 **Punti 4**

Si introducono in un recipiente del volume di 0.35 L e alla temperatura di 28°C, 25 mL di O<sub>2</sub> misurati 28°C e a 0.95 atm, 156 mL di propano (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>) misurati a 15°C e a 0.90 atm, 73 mL di N<sub>2</sub> misurati a 24°C e a 1.05 atm. Quale è la pressione totale finale nel recipiente? (**R: 0.712 atm**)

Quali sono le pressioni parziali dei diversi gas? (**R: 0.0678 atm per O<sub>2</sub>; 0.419 atm per CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>; 0.222 atm per N<sub>2</sub>**)

---

#### Svolgimento

$R = 0.082 \text{ L atm} / \text{K mol}$

mol O<sub>2</sub>:  $(0.95 \text{ atm} * 0.025 \text{ L}) / (0.082 * 301\text{K}) = 9.62 \times 10^{-4} \text{ mol}$

mol CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>:  $(0.90 \text{ atm} * 0.156 \text{ L}) / (0.082 * 288 \text{ K}) = 5.94 \times 10^{-3} \text{ mol}$

mol N<sub>2</sub>:  $(1.05 \text{ atm} * 0.073 \text{ L}) / (0.082 * 297 \text{ K}) = 3.15 \times 10^{-3} \text{ mol}$

mol tot: 0.0101 mol

$P_{\text{tot}} = (0.0101 * 0.082 * 301 \text{ K}) / 0.35 \text{ l} = 0.712 \text{ atm}$

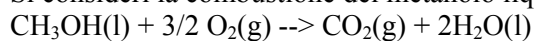
$p_{\text{O}_2} = (9.62 \times 10^{-4} / 0.0101) * 0.712 = 0.0678 \text{ atm}$

$p_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3} = (5.94 \times 10^{-3} / 0.0101) * 0.712 = 0.419 \text{ atm}$

$p_{\text{N}_2} = (3.15 \times 10^{-3} / 0.0101) * 0.712 = 0.222 \text{ atm}$

Esercizio 10 **Punti 3**

Si consideri la combustione del metanolo liquido,  $\text{CH}_3\text{OH}(l)$ :  $\Delta H^0_{\text{reaz}} = -726.5 \text{ KJ}$



(a) Qual è la variazione di entalpia della reazione inversa? (b) Se il prodotto della reazione fosse  $\text{H}_2\text{O}(g)$  anziché  $\text{H}_2\text{O}(l)$ , il valore del  $\Delta H^0_{\text{reaz}}$  sarebbe uguale, maggiore o minore? Motivare la risposta.

-----  
Svolgimento

(a) + 726.5 KJ (b) La reazione di vaporizzazione è endotermica. Se l'acqua fosse in fase gas la reazione sarebbe più endotermica e il valore dell'entalpia sarebbe sempre un valore negativo ma in modulo più piccolo (-638.54 KJ)