

**POLITECNICO DI MILANO ING. ENG-AER-MEC. Corso di FONDAMENTI DI CHIMICA
I PROVA IN ITINERE – 11 novembre 2010. 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 (Punti 3)

Un composto incognito contenente C, H e O viene bruciato consumando 224 g di O₂. Si producono in questo modo 264 g di CO₂ e 108 g di H₂O. Determinare la formula molecolare del composto, sapendo che la sua massa molecolare è pari a 74 g/mol, e quindi bilanciare correttamente la reazione.

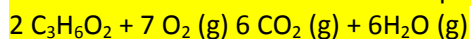
Svolgimento:

7 moli di O₂, 6 di CO₂ e 6 di H₂O.



Z=12+6-14=4 C₆H₁₂O₄ =148 g/mol.

Poiché la massa molecolare del composto incognito è pari a 74 g/mol, si avrà 2·C₃H₆O²



Esercizio 2 (Punti 4)

L'acetilene, C₂H₂, può essere ottenuto per aggiunta controllata di acqua al carburo di calcio, CaC₂ secondo la reazione non bilanciata: CaC₂ (s) + H₂O (l) → Ca(OH)₂ (s) + C₂H₂ (g). Calcolare il calore svolto se si fanno reagire 125 kg di carburo di calcio con un eccesso di acqua a 10°C e 1 atm, ed il volume di acetilene ottenuto, misurato nelle stesse condizioni assumendo una resa del processo pari al 70%.

[ΔH°_f (CaC₂, s) = -60 kJ/mol]

Risp:

ΔH°_f (Ca(OH)₂, s) = -987 kJ/mol ΔH°_f (C₂H₂, g) = 227 kJ/mol ΔH°_f (H₂O, l) = -286 kJ/mol

Reazione bilanciata: CaC₂ (s) + 2 H₂O → Ca(OH)₂ (s) + C₂H₂ (g). Per questa reazione:

ΔH° = ΔH°_f (Ca(OH)₂, s) + ΔH°_f (C₂H₂, g) - ΔH°_f (CaC₂, s) - 2 ΔH°_f (H₂O, l) =

[-987 + 227 + 60 - 2 · (-286)] kJ/mol = -128 kJ/mol di CaC₂

Le moli di CaC₂ sono 1.25 · 10⁵ g / 64.1 g mol⁻¹ = 1.95 · 10³ mol, per cui il calore svolto è

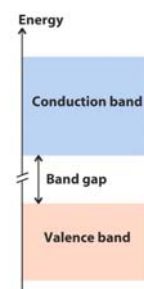
q = -n_{CaC₂} · ΔH°_{reaz} = 1.95 · 10³ mol · 128 kJ/mol = 250 MJ. Resa 100% → quindi 70% = 175 MJ.

Il volume di acetilene è quindi: V = n_{C₂H₂} RT / P = 1.95 · 10³ mol · 0.082 molK/atmL · 283 K / 1 atm = 45.3 · 10³ L resa 100% → quindi al 70% è 31.71 · 10³ L.

Esercizio 3 (Punti 3)

Spiegare, utilizzando la teoria MO e delle bande per i solidi, perché il silicio è un semiconduttore elettrico mentre il C(diamante) è un isolante

Risp La teoria MO introduce il concetto di orbitale molecolare, ovvero orbitale policentrico esteso su tutta la molecola e derivante dalla combinazione lineare di n orbitali atomici. Quando n è molto grande, la combinazione lineare porta alla formazione di vere e proprie bande di valenza, sature o solo parzialmente occupate, e bande vuote. Il diamante presenta una banda di valenza satura ed una di antilegame vuota con energia di troppo superiore rispetto a quella di valenza. Il gap di banda è tale per cui gli elettroni non riescono a passare nella banda vuota. In definitiva non si ha libertà di movimento da parte degli elettroni. Il silicio presenta invece un band gap minore superabile per eccitazione termica o radiativa portando elettroni nella banda di conduzione e generando lacune elettroniche nella banda di valenza.



Esercizio 4 (Punti 4)

Scrivere le formule di struttura delle seguenti molecole, evidenziando la loro geometria:

CH_3CO_2^- , SF_4 , CuSO_4 , HNO_2

Indicare l'ibridazione dell'atomo centrale e individuare le specie che presentano momento dipolare diverso da zero.

Risp.

CH_3CO_2^- : Tetraedrica, sp^3 per CH_3 e trigonale sp^2 per CO_2 momento dipolare diverso da 0

SF_4 : altalena, sp^3d , momento dipolare diverso da 0

CuSO_4 : ionico ma SO_4^{2-} lo zolfo è sp^3

HNO_2 : sp^2 per $\text{N}=\text{O}$ (1 coppia di non legame) trigonale planare, e sp^3 OH (angolare, 2 coppie di non legame) dipolo diverso da zero

Esercizio 5 (Punti 3)

Passando da H_2O a H_2S la temperatura di ebollizione scende da 100°C a -60.7°C . Perché? Se poi si considera H_2Se , la temperatura di ebollizione risale a -41.7°C . Perché?

Risp. In H_2O liq ci sono forti legami ad idrogeno tra le molecole, che sono molto minori in H_2S liq e in H_2Se liq. Quest'ultima molecola è più polarizzabile della precedente perché il selenio possiede più elettroni dello zolfo.

Esercizio 6 (Punti 3)

Data la reazione da bilanciare: $\text{Mn}_3\text{O}_4(\text{s}) + \text{Al}(\text{s}) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{Mn}(\text{s})$, calcolare la massa di manganese prodotta dalla reazione di 1.00 kg di Mn_3O_4 con 1.00 kg di alluminio.

Risp: Reazione bilanciata: $3\text{Mn}_3\text{O}_4 + 8\text{Al} \rightarrow 4\text{Al}_2\text{O}_3 + 9\text{Mn}$

M di $\text{Mn}_3\text{O}_4 = 229 \text{ g/mol}$ $n(\text{Mn}_3\text{O}_4) = 4,37 \text{ moli}$; M di Al = $27,0 \text{ g/mol}$, $n(\text{Al}) = 37,04 \text{ moli}$ di Al (reagente in eccesso); $n(\text{Mn}) = 13,11 \text{ mol}$ M di Mn = $54,9 \text{ g/mol}$ m (Mn) = 721 g

Esercizio 7 (Punti 3)

Mettete in ordine di dimensioni i seguenti ioni, spiegando le ragioni che determinano l'ordine scelto:

Cl^- , Mg^{2+} , Ca^{2+} .

Risp: Gli ioni Cl^- e Ca^{2+} hanno lo stesso numero di elettroni (18) ma Ca^{2+} ha un nucleo di carica positiva maggiore e quindi sarà più piccolo. D'altra parte Ca^{2+} è più grande di Mg^{2+} perché scendendo lungo un gruppo le dimensioni degli atomi (e degli ioni, a parità di configurazione elettronica esterna) aumentano.

Esercizio 8 (Punti 3)

La famiglia Rossi consuma 200 L al giorno di acqua calda. Nell'impianto di riscaldamento l'acqua entra a 8°C e viene utilizzata a 50°C . Calcolare quanti m^3 di metano (misurati a $T=0^\circ\text{C}$ e a $P=1\text{atm}$) devono teoricamente essere bruciati giornalmente nell'impianto [$\Delta H_{\text{comb}}^0(\text{CH}_4) = -890,5 \text{ kJ}$ (per 1 mol di metano combusta) e $c_p \text{H}_2\text{O} = 4,184 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}^{-1}$]

Risp: $Q_{\text{risc}}(\text{H}_2\text{O}) = m \cdot c_p \cdot \Delta T = 200 \text{ kg} \cdot 4,184 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \cdot (50-8)^\circ\text{C} = 35,1 \cdot 10^3 \text{ kJ}$

$\Delta H_{\text{comb}}^0(\text{CH}_4) = -890,5 \text{ kJ}$ (per 1 mol di metano combusta)

$Q_{\text{risc}}(\text{H}_2\text{O}) = n \text{CH}_4 \cdot (-\Delta H_{\text{comb}}^0(\text{CH}_4))$ quindi $n \text{CH}_4 = Q(\text{H}_2\text{O}) / (-\Delta H_{\text{comb}}^0(\text{CH}_4)) = 39,5 \text{ mol}$

$V(\text{CH}_4) = n \text{CH}_4 \cdot 22,4 \text{ L/mol} = 884,8 \text{ L}$ ($T=0^\circ\text{C}$ e $P=1 \text{ atm}$ sono condizioni normali per i gas in EU)

Esercizio 9 (Punti 4)

Descrivere il tipo di solido e la natura dei legami presenti in un cristallo di

- Cu
- NaNO_3
- SO_2
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

Quale sostanza è solida, quale liquida e quale gassosa a temperatura ambiente.

Risp.

- Legame metallico (catione in un mare di elettroni), solido a T amb
- Composto ionico, legame ionico (attrazione elettrostatica catione anione) energia reticolare elevata, solido a T amb.
- Composto covalente, solido molecolare, interazioni dipolo-dipolo, gas a T amb
- Composto covalente, solido molecolare, legame ad idrogeno, liquido a T amb

Esercizio 10 (Punti 3)

Calcolare quanti mL di H₂ (misurati in c.n.) si ottengono per reazione di HCl su 250 mg di una miscela al 50% di zinco e alluminio. Reazione che avvengono (da bilanciare $Zn + HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$ e $Al + HCl \rightarrow AlCl_3 + H_2$)

Risp:



Da una mole di Zn ottengo una mole di H₂, mentre da una mole di Al ottengo 3/2 moli di H₂

Nella miscela (250 mg) ci sono 125 mg di Zn e 125 di Al.

Da Zn: $125/65.37 = 1.91$ mmol di Zn che producono 1.91 di H₂ che sono = $1.91 \text{ mmol} \times 22.414 \text{ mL/mmol} = 42.86 \text{ mL di H}_2$

Da Al: $125/26.98 = 4.63$ mmol di Al che producono $4.63 \times 3/2$ mmol di H₂ che sono = $(4.63 \text{ mmol} \times 3/2) \times 22.414 \text{ mL/mmol} = 115.67 \text{ mL di H}_2$

V_{tot} = $42.86 + 115.67 = 158.53 \text{ mL di H}_2$