

Società Chimica Italiana
Divisione di Didattica Chimica

Prova Finale di selezione dei partecipanti alle Olimpiadi della Chimica 1998

Frascati, 4 giugno 1998

Problemi a risposta aperta tratti dai problemi preparatori proposti per le Olimpiadi di Melbourne.

Cerca di risolvere il maggior numero di quesiti. Se non sai procedere ti conviene passare ad un quesito successivo.

1. Indicare le configurazioni elettroniche e gli ordini di legame nello stato fondamentale per le molecole:

- a) Li_2
- b) Be_2
- c) C_2

Indicare anche quale molecola ha distanza di legame minore e la più alta energia di legame.

2. Il rame cristallizza in una struttura con cella di lato $a = 361$ pm e quattro atomi in una cella elementare. Indicare la densità del rame.

3. Il solfato di nickel NiSO_4 ha una struttura cristallina con costanti reticolari $a = 634$ pm, $b = 784$ pm e $c = 516$ pm: Tenendo conto che la densità è pari a $3,9$ g cm^{-3} , determinare il numero di unità formula in una cella elementare.

4. Una sostanza organica X ha dato all'analisi elementare il seguente risultato : C, 40,02; H, 6,75%.

Essa non contiene né N né S ed è presumibile pensare che la restante frazione percentuale sia costituita da ossigeno.

a) calcolare la formula empirica

b) X è un liquido a temperatura ambiente. Quando X (10 mL; $d = 1,044$ g mL^{-1}) viene diluito con cicloesano fino ad un volume di 500 mL, si ottiene una soluzione avente densità pari a $0,777$ g mL^{-1} e punto di congelamento pari a $+2,02$ °C. Tenendo conto che il cicloesano congela a $6,60$ °C e ha $K_f = 20,0$ °C kg mol^{-1} , calcolare il peso molecolare e la formula di X.

c) X è anche miscibile con acqua. Diluendo un volume determinato di X (50 mL) con acqua, fino a 500 mL, si ottiene una soluzione avente $d = 1,005$ g mL^{-1} e punto di congelamento pari a $-3,54$ °C. Tenendo conto che $K_{f(\text{H}_2\text{O})} = 1,86$ °C kg mol^{-1} , calcolare il peso molecolare apparente di X.

d) Una soluzione acquosa di X (25 mL della soluzione preparata in c) è titolata con una soluzione acquosa di NaOH (1,247 M) e il punto finale, determinato con il piaccametro, si ottiene dopo aggiunta di 33,60 mL di NaOH. La soluzione titolata (volume finale di 58,50 mL e $d = 1,003$ g mL^{-1}) congela a $-2,78$ °C. Indicare la struttura del composto che si forma nella titolazione: (Na^+);

e) Indicare la formula di struttura del composto X. Commenta ogni apparente discrepanza tra le

tue risposte b), c) e d).

5. L'acidità di un campione di acqua può essere influenzata dall'assorbimento di vari gas e in particolare di CO₂.

- a) scrivere un gruppo di tre reazioni che spieghino l'effetto della CO₂ sull'acidità dell'acqua.
- b) ordinare le seguenti miscele di gas in ordine crescente di tendenza a sciogliere CO₂ in acqua. (Le percentuali sono espresse in moli):
- 90% Ar, 10% CO₂
 - 80% Ar, 10% CO₂, 10% NH₃
 - 80% Ar, 10% CO₂, 10% Cl₂
- Scrivere le reazioni che avvengono in acqua esposta al contatto con queste miscele gassose.

c) ordinare le seguenti soluzioni acquose in senso crescente di abilità a sciogliere CO₂. Immaginare che, prima di esporle a CO₂ al 10% in Ar, esse siano state fatte equilibrare con aria.

- acqua distillata
- 1M HCl
- 1M CH₃COONa

d) Supponendo che il contenuto di CO₂ in atmosfera sia di 350 ppm (in volume) e che si sia verificato un'equilibrio tra CO₂ in fase gassosa e in fase acquosa, calcolare il pH di una goccia di pioggia a pressione atmosferica. Le costanti utili al calcolo, riferite a 25 °C, sono:
 $K_{H(CO_2)} = 3,39 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{ atm}^{-1}$, $K_{b(HCO_3^-)} = 2,24 \cdot 10^{-8}$, $K_{b(CO_3^{2-})} = 2,14 \cdot 10^{-4}$.

e) calcolare il pH di una bottiglia di acqua carbonatata [$P(CO_{2(g)}) = 1 \text{ atm}$].

f) un campione di pioggia (100 mL) è titolato con NaOH ($1,00 \cdot 10^{-4} \text{ M}$) in acqua distillata non carbonatata in condizioni sperimentali che impediscono ogni ulteriore scambio di gas. Tracciare la curva di tale titolazione. Il grafico deve indicare il valore di pH atteso all'inizio della titolazione e dopo l'aggiunta di 21,2 mL di NaOH.

6. Uno studente ha ricevuto un kit di sei isomeri C₄H₈ tutti gassosi a temperatura ambiente e contenuti in altrettante bombolette. Sfortunatamente durante il trasporto le etichette si sono staccate dalle bombolette dei composti. In base alle seguenti osservazioni attribuisce a ciascuna bomboletta la corretta etichetta.

- A, B, C e D decolorano il bromo rapidamente anche al buio mentre E ed F no.
- i prodotti della reazione di B e C con Br₂ sono stereoisomeri
- A, B e C danno lo stesso composto per reazione con H₂ in presenza di Pd.
- E ha punto di ebollizione maggiore di F
- C ha punto di ebollizione maggiore di B

FINE

SCI – Società Chimica Italiana

Digitalizzato da:

Prof. Mauro Tonellato – ITIS Natta – Padova