

Giochi della Chimica 2022

Problemi risolti – Fase regionale – Classe B

1. Il litio è formato da due isotopi: ${}^6_3\text{Li}$ la cui massa è 6,01512 u con un'abbondanza di 7,42% e ${}^7_3\text{Li}$ la cui massa è 7,01600 u con un'abbondanza di 92,58%. Calcolare il peso atomico del litio.

- A) 6,985 u
B) 6,974 u
C) 6,942 u
D) 6,955 u

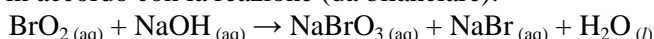
1. Soluzione

Il peso atomico del litio è la media pesata del peso dei suoi isotopi:

$$0,0742 \cdot 6,01512 + 0,9258 \cdot 7,016 = 6,942 \text{ u.}$$

(Risposta C)

2. BrO_2 reagisce con NaOH in accordo con la reazione (da bilanciare):

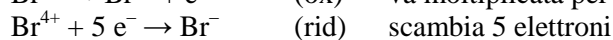


Calcolare i grammi di NaBrO_3 che si formano da 3,36 g di BrO_2 e dalla quantità opportuna di NaOH sapendo che la resa della reazione è 88,7%.

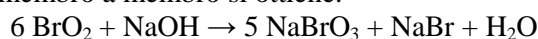
- A) 3,35 B) 5,89 C) 0,225 D) 2,11

2. Soluzione

Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 5 e sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento si ottiene:



La massa molare di BrO_2 è: $79,9 + 32 = 111,9 \text{ g/mol}$. Le moli di BrO_2 sono: $3,36/111,9 = 0,0300 \text{ mol}$.

Le moli di NaBrO_3 sono: $(5/6) \cdot 0,0300 = 0,0250 \text{ mol}$. La MM di NaBrO_3 è: $23 + 79,9 + 48 = 150,9 \text{ g/mol}$.

La resa teorica di NaBrO_3 è: $0,025 \cdot 150,9 = 3,77 \text{ g}$. La resa effettiva è: $3,77 \cdot 0,887 = 3,35 \text{ g}$. (Risposta A)

3. La sublimazione, di una sostanza semplice o di un composto chimico, rappresenta il passaggio:

- A) dallo stato solido allo stato liquido
B) dallo stato aeriforme allo stato solido
C) dallo stato solido allo stato aeriforme senza passare per lo stato liquido
D) dallo stato solido allo stato aeriforme passando per lo stato liquido

3. Soluzione

La sublimazione è il passaggio diretto dallo stato solido a vapore senza passare per lo stato liquido. (Risposta C)

4. Un composto binario contiene fosforo ed ossigeno. Qual è la formula minima del composto sapendo che è costituito dal 43,64% in peso di fosforo?

- A) PO_2 B) P_2O_3 C) P_2O_5 D) P_2O

4. Soluzione

In 100 g di composto vi sono 43,64 g di fosforo e $100 - 43,64 = 56,36 \text{ g}$ di ossigeno.

Le moli di P sono: $43,64/31 = 1,408 \text{ mol}$; le moli di O sono: $56,36/16 = 3,523 \text{ mol}$. Dividendo per il valore più piccolo, si ottiene: moli di P = $1,408/1,408 = 1 \text{ mol}$; moli di O = $3,523/1,408 = 2,5 \text{ mol}$. La formula è: $\text{PO}_{2,5}$.

Per avere numeri piccoli e interi si deve moltiplicare per due e si ottiene: P_2O_5 . (Risposta C)

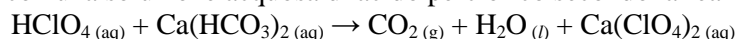
5. Quali orbitali ibridi sono utilizzati dall'atomo di zolfo nel composto SF_6 ?

- A) sp^2d^3 B) sp^3d^2 C) sp^3d^3 D) p^3d^3

5. Soluzione

Per realizzare i 6 legami di SF_6 lo zolfo deve usare 6 orbitali atomici: oltre ai quattro orbitali $3s$, $3p_x$, $3p_y$, $3p_z$, deve usare anche due orbitali $3d$. Si formano quindi ibridi sp^3d^2 con struttura ottaedrica. (Risposta B)

6. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ (s) reagisce con una soluzione acquosa di acido perclorico secondo la reazione (da bilanciare):

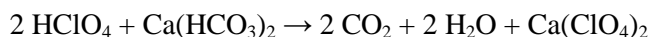


mettendo a reagire quantità stechiometriche di entrambi i reagenti si sviluppano 1273,5 mL di CO_2 misurati a 273 K e $1,0 \cdot 10^5$ Pa. Calcolare da quanti grammi di $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ si è partiti.

- A) 5,24 B) 46,0 C) 16,8 D) 10,47

6. Soluzione

La reazione bilanciata è:



La pressione è: $1,0/1,013 = 0,987$ atm. Le moli di CO_2 sono: $n = PV/RT = (0,987 \cdot 1,2735)/0,0821 \cdot 273 = 0,0561$ mol.

Le moli di $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ sono metà: $0,0561/2 = 0,02805$ mol. La MM di $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ è: $40 + 2(1 + 12 + 48) = 162$ g/mol.

La massa iniziale di $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ è: $0,02805 \cdot 162 = 4,54$ g. (Risposta X)

7. Un contenitore è diviso in due parti da un setto rigido e permeabile solo alle molecole di acqua. In uno dei due settori (A) viene introdotta una soluzione acquosa di saccarosio con concentrazione 0,01 M, mentre nell'altro (B) viene introdotta una soluzione che contiene 0,01 mol di glucosio e 0,01 mol di fruttosio per ogni litro di acqua. Entrambi i settori non sono completamente pieni. Le soluzioni acquose del disaccaride e dei monosaccaridi hanno comportamento ideale. Cosa si osserva?

- A) non si osserva nulla
B) il volume di soluzione contenuta in A aumenta
C) il volume di acqua contenuta in B aumenta
D) la pressione sul pelo libero della soluzione aumenta

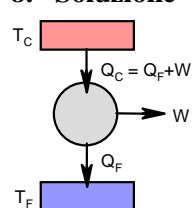
7. Soluzione

Saccarosio, glucosio e fruttosio sono carboidrati che non si dissociano in acqua, quindi la concentrazione di molecole nelle due soluzioni è 0,01 M (A) e 0,02 M (B). Per riequilibrare le concentrazioni, le molecole di acqua migrano dalla soluzione A (più diluita) verso la soluzione B (più concentrata). (Risposta C)

8. Una macchina termica lavora scambiando calore esclusivamente con due serbatoi di calore a temperatura T_C e a temperatura T_F (con $T_{\text{Calda}} > T_{\text{Fredda}}$). Dopo aver svolto quattro cicli costituiti da trasformazioni reversibili, la macchina ha prelevato una quantità di calore $Q_{C,4}$ dal serbatoio di calore alla temperatura T_C , svolgendo il lavoro W_4 . Qual è il calore ceduto al serbatoio freddo dopo otto cicli? I simboli Q e W indicano i valori assoluti delle energie scambiate.

- A) $Q_{F,8} = 2 Q_{C,4} - W_4$
B) $Q_{F,8} = Q_{C,4} - W_4$
C) $Q_{F,8} = 2 (Q_{C,4} - W_4)$
D) $Q_{F,8} = Q_{C,4} - 2 W_4$

8. Soluzione



Il calore prelevato dal serbatoio caldo (Q_C) in parte è trasformato in lavoro W, in parte è ceduto al serbatoio freddo (Q_F). Quindi: $Q_C = Q_F + W$ da cui: $Q_F = Q_C - W$.

Dopo 4 cicli: $Q_{F,4} = Q_{C,4} - W_4$. In 8 cicli tutto raddoppia: $Q_{F,8} = 2Q_{F,4} = 2(Q_{C,4} - W_4)$.

Quindi: $Q_{F,8} = 2(Q_{C,4} - W_4)$. (Risposta C)

9. Si vuole ottenere un prodotto sfruttando una reazione esotermica il cui equilibrio termodinamico è fortemente spostato verso i reagenti. Quale delle seguenti scelte è INUTILE al fine di migliorare la resa del processo?

- A) smaltire attraverso opportuni scambiatori il calore che si produce al procedere della reazione
B) diminuire la temperatura
C) utilizzare un catalizzatore
D) prelevare con continuità il prodotto che si forma durante lo svolgimento della reazione

9. Soluzione

Smaltire il calore, abbassare la temperatura e prelevare il prodotto sono operazioni utili a spostare a destra la reazione (A, B, D errate)

Aggiungere un catalizzatore, invece, aumenta la velocità della reazione, ma lascia inalterato l'equilibrio, cioè non influenza il ΔG e la K di equilibrio, quindi è inutile per aumentare la resa. (Risposta C)

10. La reazione tra A e B viene condotta in forte difetto di B. In queste condizioni, l'ordine di reazione determinato sperimentalmente relativamente ad A sarà:

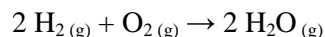
- A) zero B) uno C) due D) lo stesso determinato per B.

10. Soluzione

Se B è in forte difetto, la concentrazione di A è in forte eccesso e la velocità di reazione dipende solo da B:

$v = k [B]^n$. La reazione è di ordine zero rispetto ad A. (Risposta A)

11. La reazione di formazione dell'acqua



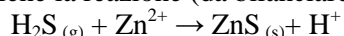
è esotermica. Si può quindi concludere che:

- A) la reazione è favorita da un aumento di temperatura
 B) la reazione non è influenzata da una variazione di temperatura
 C) la reazione è sfavorita da una diminuzione di temperatura
 D) la reazione è favorita da una diminuzione di temperatura

11. Soluzione

Nelle reazioni esotermiche, per il principio dell'equilibrio mobile, una diminuzione della temperatura sposta a destra l'equilibrio. La reazione cerca di alzare la T per contrastare l'alterazione dell'equilibrio. (Risposta D)

12. La concentrazione di $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ in uscita da un camino industriale si determina facendo gorgogliare i fumi in una soluzione di $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 0,100 M. Avviene la reazione (da bilanciare):



Sapendo che da $21,5 \text{ m}^3$ (a $273,15 \text{ }^\circ\text{C}$ e $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$) di fumi si ottengono $2,25 \text{ g}$ di $\text{ZnS}(\text{s})$, calcolare la concentrazione di $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ in mg/m^3 in uscita dal camino. [PM (ZnS) = 97,4, PM (H_2S) = 34,08].

- A) 36,6 B) 28,7 C) 14,9 D) 41,6

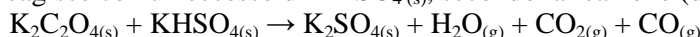
12. Soluzione

La reazione è: $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{Zn}^{2+} \rightarrow \text{ZnS}(\text{s}) + 2 \text{H}^+$

Le mmoli di ZnS sono: $2,25/97,4 = 23,1 \text{ mmol}$ (ZnS e H_2S). La massa di H_2S è: $23,1 \cdot 34,08 = 787,3 \text{ mg}$.

La concentrazione di H_2S è: $787,3/21,5 = 36,6 \text{ mg}/\text{m}^3$. (Risposta A)

13. L'ossalato di potassio reagisce con un eccesso di $\text{KHSO}_4(\text{s})$, secondo la reazione (da bilanciare):

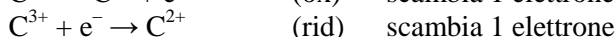
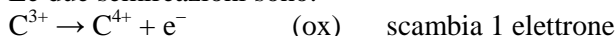


Calcolare le moli di $\text{CO}(\text{g})$ che si ottengono da $1,50$ moli di ossalato di potassio.

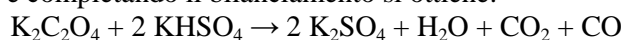
- A) 3,00
 B) 2,50
 C) 2,00
 D) 1,50

13. Soluzione

Le due semireazioni sono:



Sommando membro a membro e completando il bilanciamento si ottiene:



Le moli di ossalato coincidono con quelle di CO , quindi si ottengono $1,5 \text{ mol}$ di CO . (Risposta D)

14. La concentrazione di $\text{NH}_3(\text{g})$ in un reparto industriale è $17,50 \text{ mg}/\text{m}^3$ (a $298,15 \text{ K}$ e $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$). Calcolare la concentrazione di $\text{NH}_3(\text{g})$ in ppm (volumi di NH_3 su 10^6 volumi di aria). [PM (NH_3) = 17,03]

- A) 18,7 B) 29,1 C) 23,0 D) 19,9

14. Soluzione

La concentrazione di NH_3 in ppm corrisponde a mL/m^3 . Le mmoli di NH_3 su m^3 sono: $17,50/17,03 = 1,028 \text{ mmol}$.

Il volume di NH_3 è: $V = nRT/P \quad V = (1,028 \cdot 0,0821 \cdot 298)/1 = 25,1 \text{ mL}$. (Risposta X)

15. La durezza di un'acqua si può esprimere in gradi tedeschi, pari ai grammi di CaO in 100 L di acqua. Calcolare i gradi tedeschi di un'acqua che contiene 37,7 mg/L di Ca^{2+} e 18,4 mg/L di Mg^{2+} .

[$\text{PM}(\text{CaO}) = 56,08$, $\text{PA}(\text{Ca}) = 40,08$, $\text{PA}(\text{Mg}) = 24,30$].

- A) 7,21 B) 9,52 C) 8,33 D) 6,55

15. Soluzione

I gradi tedeschi sono mg di CaO su 100 mL. Le moli di Ca^{2+} sono: $37,7/40,08 = 0,9406$ mmol/L.

Le moli di Mg^{2+} sono: $18,4/24,3 = 0,757$ mmol/L. Moli totali di Ca^{2+} e Mg^{2+} : $0,9406 + 0,757 = 1,698$ mmol/L.

I mg/L di CaO sono: $1,698 \cdot 56,08 = 95,21$ mg/L. Quindi: 9,52 mg/100 mL (gradi tedeschi). (Risposta B)

16. La solubilità in acqua di SO_2 è 0,0173 (espressa come frazione molare). Calcolare la sua concentrazione in % (m/m). [$\text{PM}(\text{SO}_2) = 64,06$, $\text{PM}(\text{H}_2\text{O}) = 18,02$]

- A) 2,05 B) 1,98 C) 3,45 D) 6,26

16. Soluzione

La frazione molare indica: $\text{mol}(\text{SO}_2)/\text{moli totali} = \text{mol}(\text{SO}_2)/(\text{mol}(\text{SO}_2) + \text{mol}(\text{H}_2\text{O})) = 0,0173$

Consideriamo una soluzione che contiene in totale 10 mol. Questa contiene 0,173 mol di SO_2 .

Le moli di H_2O sono: $10 - 0,173 = 9,827$ mol. La massa di H_2O è: $9,827 \cdot 18,02 = 177,08$ g.

La massa di SO_2 è: $0,173 \cdot 64,06 = 11,08$ g. La massa della soluzione è: $177,08 + 11,08 = 188,16$ g.

La % di SO_2 è: $11,08/188,16 = 5,89\%$.

(Risposta X)

Se si calcola (erroneamente) la percentuale come (massa SO_2)/(massa H_2O) si ottiene: $11,08/177,08 = 6,26\%$

17. 45,0 mL di una soluzione di H_3PO_4 sono titolati con 8,44 mL di NaOH 0,150 M, fino ad un pH finale di 5,0. Determinare la concentrazione della soluzione di acido.

- A) 0,014 B) 0,028 C) 0,039 D) 0,047

17. Soluzione

Se la titolazione si ferma a pH 5 (indicatore metilarancio), si titola un solo H^+ di H_3PO_4 ($K_{a1} = 7,5 \cdot 10^{-3}$) quindi le moli usate di NaOH coincidono con quelle di acido. Le moli di NaOH sono: $n = M V = 0,15 \cdot 8,44 = 1,266$ mmol.

La concentrazione di H_3PO_4 è: $M = n/V = 1,266/45,0 = 0,028$ M.

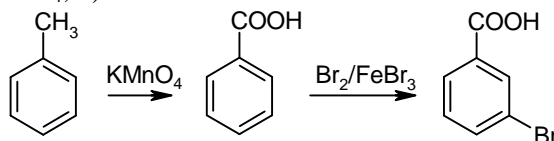
(Risposta B)

18. Indicare la sequenza di reattivi in grado di trasformare il toluene in acido m-bromobenzoico.

- A) HBr e poi KMnO_4 B) KMnO_4 e poi $\text{Br}_2/\text{FeBr}_3$
C) $\text{Br}_2/\text{FeBr}_3$ e poi KMnO_4 D) KMnO_4 e poi HBr

18. Soluzione

Per introdurre il bromo in posizione meta non si può partire da toluene (orto-para orientante), ma la reazione va fatta sull'acido benzoico (disattivante e meta orientante). La sequenza di reazioni è quindi: 1) ossidazione del toluene ad acido benzoico con KMnO_4 ; 2) bromurazione dell'acido benzoico con $\text{Br}_2/\text{FeBr}_3$. (Risposta B)



19. Indicare i composti in ordine crescente di acidità.

- A) metano < cloroformio < metanolo < acido formico < acido nitrico
B) metanolo < cloroformio < metano < acido formico < acido nitrico
C) acido nitrico < acido formico < metanolo < cloroformio < metano
D) cloroformio < metano < metanolo < acido formico < acido nitrico

19. Soluzione

Il composto più acido tra questi è l'acido nitrico HNO_3 ($\text{pK}_a = -1,4$) a cui spetta il quinto posto (C errata).

Il composto meno acido di tutti è il metano (pK_a 60) che va al primo posto (B e D errate).

Il cloroformio (pK_a 15,7), che può stabilizzare la carica negativa di CCl_3^- grazie all'effetto elettron-attrattore dei tre atomi di cloro, è più acido del metano e va al secondo posto.

Al terzo posto c'è il metanolo (pK_a 15,5) che ha un'acidità simile a quella dell'acqua, ma pericolosamente vicina a quella del cloroformio.

Al quarto posto c'è l'acido formico (pK_a 3,7).

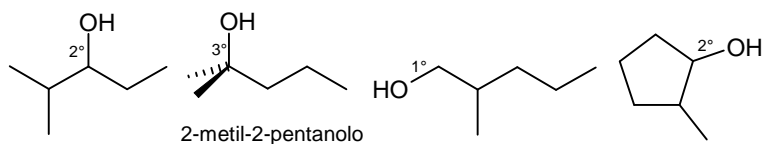
(Risposta A)

20. Indicare quale tra i seguenti alcoli non è ossidabile.

- A) 2-metil-3-pentanol
 B) 2-metil-2-pentanol
 C) 2-metil-1-pentanol
 D) 2-metil-ciclopentanol

20. Soluzione

Gli alcoli primari e secondari possono essere ossidati con relativa facilità formando un doppio legame C=O



perchè hanno almeno un H da strappare sul carbonio che regge l'OH.

Gli alcoli terziari come 2-metil-2-pentanol non possono essere ossidati perchè non possono formare il doppio legame C=O senza rompere un legame C-C. (Risposta B)

21. Indicare quale tra queste reazioni è di dismutazione (o disproporzione):

- A) $C_2H_2(g) + 5/2 O_2(g) \rightarrow 2 CO_2(g) + H_2O(l)$
 B) $Ca(OH)_2(aq) + HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l)$
 C) $6 I_2(s) + 12 NaOH(aq) \rightarrow 2 NaIO_3(aq) + 10 NaI(aq) + 6 H_2O(l)$
 D) $H_2O_2(aq) \rightarrow H_2O(aq) + 1/2 O_2(g)$

21. Soluzione

In una reazione di dismutazione una specie in parte si ossida e in parte si riduce.

La reazione A è la combustione dell'acetilene. La reazione B è acido-base. La reazione C è una dismutazione perchè lo iodio I_2 in parte si ossida a $NaIO_3$ (I^{5+}), in parte si riduce a NaI (I^-). Anche la reazione D è una dismutazione perchè l' H_2O_2 (O^-) in parte si riduce ad H_2O (O^{2-}) e in parte si ossida ad O_2 (O^0) (Risposte C e D)

22. La legge di Boyle afferma che in condizioni di temperatura costante la pressione di un gas perfetto è:

- A) direttamente proporzionale al suo volume
 B) direttamente proporzionale al quadrato del suo volume
 C) indipendente dal suo volume
 D) inversamente proporzionale al suo volume

22. Soluzione

A T costante la legge dei gas diventa $PV = k$ (Boyle). P e V sono inversamente proporzionali. (Risposta D)

23. Calcolare la massa di $1,5 \cdot 10^{21}$ molecole di CO_2 .

- A) 0,18 g
 B) 1,65 g
 C) 0,098 g
 D) 0,11 g

23. Soluzione

$1,5 \cdot 10^{21}$ molecole sono una frazione delle molecole contenute in una mole: $(1,5 \cdot 10^{21}) / (6,022 \cdot 10^{23}) = 0,00249$.

La loro massa è una frazione della massa molare di CO_2 : $44 \cdot 0,00249 = 0,11$ g. (Risposta D)

24. Il composto H_3PO_3 secondo la nomenclatura tradizionale corrisponde a:

- A) acido metafosforico
 B) acido ortofosforoso
 C) acido ortofosforico
 D) acido pirofosforico

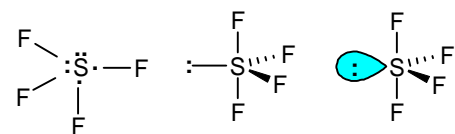
24. Soluzione

Il composto H_3PO_3 è l'acido ortofosforoso (mentre H_3PO_4 è l'acido ortofosforico). (Risposta B)

25. Indicare la geometria molecolare di SF_4 :

- A) ottaedrica
 B) planare-quadrata
 C) bipiramide trigonale
 D) tetraedrica distorta

25. Soluzione



Lo zolfo ha 6 elettroni di valenza. Quattro elettroni vengono usati per legare i 4 atomi di fluoro, due elettroni costituiscono una coppia di non legame. Le coppie di elettroni da ospitare attorno allo zolfo sono 5 (4 di legame e una di non legame) e si dispongono a bipiramide trigonale. La coppia di non legame (ingombrante) occupa una delle posizioni nella

base (angoli di 120°) nelle altre posizioni si legano gli atomi di fluoro. La molecola ha una geometria a cavalletto che qualcuno chiama anche (con termine fuorviante) tetraedro distorto. (Risposta D)

26. Una bombola d'acciaio del volume di $0,1 \text{ m}^3$ è piena di gas etano, C_2H_6 , alla pressione di $2,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ e alla temperatura di 10°C . Sono usati 124 g del gas. Calcolare il numero di molecole di etano rimaste nella bombola.
A) $7,12 \cdot 10^{20}$ B) $3,91 \cdot 10^{24}$ C) $6,02 \cdot 10^{24}$ D) $3,27 \cdot 10^{23}$

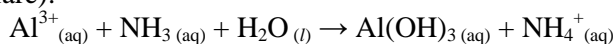
26. Soluzione

Dalla legge dei gas si ricavano le moli di etano: $n = PV/RT$ dove $P = 2,5/1,013 = 2,468 \text{ atm}$ e $T = 283 \text{ K}$
 $n = (2,468 \cdot 100)/(0,0821 \cdot 283) = 10,622 \text{ mol}$. La massa molare dell'etano C_2H_6 è: $24 + 6 = 32 \text{ g/mol}$.

Le moli di etano consumate sono: $124/32 = 3,875 \text{ mol}$. Le moli residue sono: $10,622 - 3,875 = 6,747 \text{ mol}$.

Queste contengono: $6,747 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 4,06 \cdot 10^{24}$ molecole. (Risposta B)

27. L'idrossido di alluminio si ottiene facendo gorgogliare NH_3 gassosa in una soluzione di ioni alluminio secondo la reazione (da bilanciare):



Calcolare i grammi di idrossido di alluminio che si ottengono quando si mescolano $0,0897 \text{ m}^3$ di NH_3 gassosa a 273 K e $1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, con $40,0 \text{ cm}^3$ di una soluzione $0,500 \text{ M}$ di Al^{3+} .

A) 1,83 B) 0,97 C) 1,22 D) 1,56

27. Soluzione

La reazione bilanciata è: $\text{Al}^{3+} + 3 \text{NH}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + 3 \text{NH}_4^+$

Moli (mol) 0,020 0,020

MM (g/mol) 27 78

Massa (g) 1,56

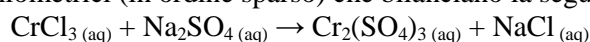
Le moli di Al^{3+} sono: $n = M V = 0,50 \cdot 40 = 20 \text{ mmol}$. Per NH_3 si ha: $V = 89,7 \text{ L}$ con $P = 1,0/1,013 = 0,987 \text{ atm}$.

Le moli di NH_3 sono: $n = PV/RT$ $n = (0,987 \cdot 89,7)/(0,0821 \cdot 273) = 3,95 \text{ mol}$ (largo eccesso)

Al^{3+} è convertito completamente in $\text{Al}(\text{OH})_3$. La massa molare di $\text{Al}(\text{OH})_3$ è: $27 + 3 \cdot 17 = 78 \text{ g/mol}$.

La massa ottenuta è: $0,020 \cdot 78 = 1,56 \text{ g}$. (Risposta D)

28. Indicare i coefficienti stechiometrici (in ordine sparso) che bilanciano la seguente reazione:



A) 1, 2, 3, 4

B) 2, 4, 1, 1

C) 2, 6, 3, 1

D) 1, 2, 1, 2

28. Soluzione

La reazione si bilancia direttamente: $2 \text{CrCl}_3 + 3 \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 6 \text{NaCl}$ (Risposta C)

29. Un campione di ferro in polvere, di massa $2,370 \text{ g}$, è fatto reagire con un eccesso di ossigeno. Così facendo si ottiene un ossido di ferro la cui massa è $3,275 \text{ g}$. Stabilire la formula dell'ossido ottenuto.

A) FeO

B) Fe_3O_4

C) FeO_2

D) Fe_2O_3

29. Soluzione

Le moli di Fe metallico sono: $2,370/55,85 = 42,44 \text{ mmol}$.

La massa di O incorporato nell'ossido è: $3,275 - 2,370 = 0,905 \text{ g}$. Le moli di O sono: $0,905/16 = 56,56 \text{ mol}$.

Dividendo per il numero di moli minore si ottiene: Fe ($42,44/42,44 = 1 \text{ mol}$); O ($56,56/42,44 = 1,33 \text{ mol}$)

quindi: $\text{FeO}_{1,33}$. Moltiplicando per 3 si ottengono numeri piccoli e interi: Fe_3O_4 . (Risposta B)

30. Si dispone di una miscela di due ossidi di uranio $\text{U}_3\text{O}_5_{(\text{s})}$ e $\text{U}_3\text{O}_8_{(\text{s})}$. L'analisi elementare della miscela indica che il contenuto in massa di uranio è $85,2\%$. Indicare la composizione percentuale della miscela.

A) $55,5\% \text{ U}_3\text{O}_5$, $44,5\% \text{ U}_3\text{O}_8$

B) $45,0\% \text{ U}_3\text{O}_5$, $55,0\% \text{ U}_3\text{O}_8$

C) $62,8\% \text{ U}_3\text{O}_5$, $37,2\% \text{ U}_3\text{O}_8$

D) $12,5\% \text{ U}_3\text{O}_5$, $87,5\% \text{ U}_3\text{O}_8$

30. Soluzione

La massa molare di U_3O_5 è: $3 \cdot 238 + 5 \cdot 16 = 794 \text{ g/mol}$. La % di U è: $(3 \cdot 238)/794 = 89,92\%$

La massa molare di U_3O_8 è: $3 \cdot 238 + 8 \cdot 16 = 842 \text{ g/mol}$. La % di U è: $(3 \cdot 238)/842 = 84,80\%$

Indicando con x la frazione in peso di U_3O_5 si ha: $89,92x + 84,8(1-x) = 85,2$ $89,92x + 84,8 - 84,8x = 85,2$
 $5,12x = 0,4$ da cui: $x = 7,8\%$ (U_3O_5) La % del secondo ossido è: $100 - 7,8 = 92,2\%$ (U_3O_8). (Risposta X)

31. Indicare quale tra queste reazioni è di metatesi:

- A) $2 \text{HNO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NO}_2(\text{g}) + \text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 B) $2 \text{AgNO}_3(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{S}(\text{aq}) \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}(\text{s}) + 2 \text{NaNO}_3(\text{aq})$
 C) $\text{MgO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2(\text{aq})$
 D) $\text{Zn}(\text{s}) + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{ZnCl}_2(\text{aq})$

31. Soluzione

La reazione di metatesi o di doppio scambio è: $2 \text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}(\text{s}) + 2 \text{NaNO}_3$ (Risposta B)

32. Il numero di massa di un atomo è 23, il numero atomico è 11; i neutroni contenuti nel nucleo sono:

- A) 12 B) 11 C) 17 D) 23

32. Soluzione

Il n° di massa è: $A = p + n$; il n° atomico è: $Z = p$; il numero dei neutroni è: $A - Z = 23 - 11 = 12$. (Risposta A)

33. Un litro di N_2 e un litro di O_2 , nelle stesse condizioni di temperatura e pressione:

- A) contengono lo stesso numero di atomi
 B) hanno masse che stanno nel rapporto 3:1
 C) hanno la stessa massa
 D) contengono lo stesso numero di molecole

33. Soluzione

A parità di P e T, volumi uguali di gas contengono lo stesso numero di moli: $n = PV/RT$.

Quindi contengono lo stesso numero di molecole, e in questo caso, anche di atomi. (Risposte A e D)

34. Il numero di ossidazione dello zolfo nel composto $\text{Al}_2(\text{SO}_3)_3$ è:

- A) +3 B) +6 C) -4 D) +4

34. Soluzione

Questo sale contiene Al^{3+} e SO_3^{2-} . Quindi, lo zolfo ha n.o.: $3 \cdot 2 - 2 = +4$. (Risposta D)

35. L'ossido di litio, reagendo con l'acqua, fornisce:

- A) un sale B) non reagisce C) una soluzione acida D) una soluzione basica

35. Soluzione

La reazione è (come per Na_2O): $\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{LiOH}$ (idrossido, basico). (Risposta D)

36. 100 mL di una soluzione acquosa di cloruro di potassio non satura (0,05 M) viene riscaldata da 20 °C a 40 °C. Al termine del riscaldamento la molarità sarà:

- A) maggiore di quella iniziale B) minore di quella iniziale
 C) uguale a quella iniziale D) non è possibile stabilire se sarà maggiore o minore

36. Soluzione

Se la soluzione si scalda, il suo volume aumenta e quindi la molarità ($M = n/V$) diminuisce. (Risposta B?)

37. Uno studente prepara una soluzione di acetone al 20% (v/v) in acqua nel seguente modo: preleva mediante una pipetta tarata 40 mL di acetone che trasferisce in un matraccio da 200 mL e porta a volume con acqua distillata. Quale affermazione a riguardo di questa soluzione è corretta?

- A) il volume di acqua utilizzato è 160 mL
 B) il volume di acqua utilizzato è incognito allo studente
 C) la soluzione così preparata non è al 20% (v/v) in acetone
 D) il volume di acqua utilizzato è ricavabile conoscendo la densità dell'acqua e dell'acetone puri

37. Soluzione

Quando due sostanze liquide vengono mescolate, il volume finale, in generale, non è la somma dei due volumi, ma può essere minore (se le interazioni reciproche sono più intense di quelle nei liquidi puri) oppure maggiore (se le interazioni reciproche sono più deboli). A meno che lo studente non misuri il volume per differenza, prelevando l'acqua da un volume noto, lo studente non conosce il volume di acqua aggiunto. (Risposta B)

38. Uno studente prepara una soluzione di cloruro di bario in acqua nel seguente modo: pesa esattamente 2,500 g di sale che trasferisce in un matraccio da 200 mL e porta a volume con acqua distillata. Quale affermazione a riguardo di questa soluzione è corretta?

- A) la concentrazione espressa in frazione molare non varia con la temperatura
- B) la concentrazione espressa in molarità non varia con la temperatura
- C) la concentrazione espressa in % m/m varia con la temperatura
- D) la concentrazione espressa in % m/v non varia con la temperatura

38. Soluzione

Dato che il volume varia con la T, anche le concentrazioni espresse come mol/V o m/V variano (B e D errate).
Le moli e la massa non variano con T: anche la frazione molare e il rapporto m/m non variano. (Risposta A)

39. Il limite di rilevabilità di una tecnica analitica è:

- A) l'errore assoluto della misura
- B) la deviazione standard dei dati ottenuti
- C) il più piccolo valore apprezzabile
- D) la più piccola differenza apprezzabile tra le misure

39. Soluzione

Il limite di rilevabilità (o sensibilità) di una tecnica analitica è il più piccolo valore misurabile. (Risposta C)
La risoluzione, invece, rappresenta la più piccola differenza apprezzabile tra le misure.

40. Identificare tra le seguenti reazioni, quella che NON è una reazione di ossidoriduzione:

- A) $2 \text{KI} + \text{Br}_2 \rightarrow 2 \text{KBr} + \text{I}_2$
- B) $2 \text{HNO}_3 + 3 \text{H}_2\text{S} \rightarrow 2 \text{NO} + 3 \text{S} + 4 \text{H}_2\text{O}$
- C) $3 \text{MnCl}_2 + 2 \text{HNO}_3 + 6 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{NO} + 3 \text{MnCl}_4 + 4 \text{H}_2\text{O}$
- D) $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2 \text{NaCl}$

40. Soluzione

Nella prima reazione Br_2 si riduce a Br^- , nella seconda e nella terza reazione HNO_3 si riduce ad NO .
La quarta reazione, invece, è semplicemente di doppio scambio. (Risposta D)

41. Un recipiente chiuso costituito da pareti rigide è diviso in due settori da un setto fisso e diatermico. Entrambi i settori contengono gas il cui comportamento può essere considerato ideale. All'equilibrio i due settori (A e B) hanno lo stesso volume, e B contiene 1,5 volte il numero di moli contenuto in A. Si può asserire che:

- A) la pressione in B è uguale a quella in A
- B) la pressione in B è del 50% più alta di quella in A
- C) la pressione in A è del 50% più alta di quella in B
- D) non è possibile che il numero di moli in A ed in B sia diverso

41. Soluzione

All'equilibrio i due settori hanno V e T uguali. Per la legge dei gas: $P = n(RT/V)$ quindi $P = kn$.
Cioè: $P_A/n_A = P_B/n_B$. O anche: $P_B/P_A = n_B/n_A$. Se: $n_B/n_A = 1,5$ anche $P_B/P_A = 1,5$. (Risposta B)

42. Un cubetto di oro il cui spigolo misura 1,5 cm viene immerso in un recipiente adiabatico che contiene 0,1 kg di acqua la cui temperatura iniziale è 5 °C. Raggiunto l'equilibrio, la temperatura dell'acqua diviene 8 °C. Quale era la temperatura iniziale dell'oro? La capacità termica specifica dell'acqua è $4,184 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$, mentre quella dell'oro è $0,129 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$; la densità dell'oro è 19300 kg m^{-3} ; si trascuri il contributo delle dispersioni e della capacità termica della contenitore.

- A) 49 °C
- B) 69 °C
- C) 101 °C
- D) 141 °C

42. Soluzione

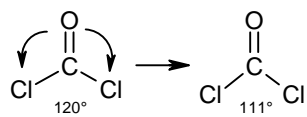
Il calore assorbito dall'acqua è uguale al calore ceduto dall'oro: $Q_a = Q_o$ $m_a c_a \Delta T_a = m_o c_o |\Delta T_o|$
 $Q_a = 100 \cdot 4,184 (8-5) = 1255,2 \text{ J}$ $m_{oro} = d V = 19,3 \cdot 1,5^3 = 65,14 \text{ g}$. Sia x la temperatura iniziale dell'oro:
 $Q_o = 65,14 \cdot 0,129 (x-8) = 8,4 (x-8)$

Da: $Q_o = Q_a$ segue: $8,4x - 67,2 = 1255,2$ da cui: $x = 157 \text{ °C}$. (Risposta X)

43. Nella molecola di COCl_2 l'angolo $\text{Cl}-\text{C}-\text{Cl}$ tra i due legami che il carbonio fa con i due atomi di cloro è:

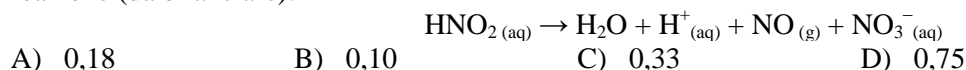
- A) 90° B) 93° C) 111° D) 120°

43. Soluzione



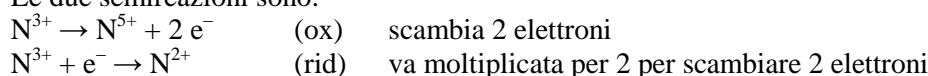
Secondo la teoria VSEPR il carbonio deve alloggiare attorno a sè 3 coppie di elettroni: due legami singoli e un doppio legame. Se questi avessero tutti lo stesso ingombro, si formerebbero angoli di 120° , ma i doppi legami sono più ingombranti dei legami singoli, quindi l'angolo $\text{Cl}-\text{C}-\text{Cl}$ deve essere più stretto di 120° . Il valore appena inferiore a 120° , tra le risposte, è 111° . (Risposta C)

44. Calcolare le moli di $\text{NO}_{(g)}$ che si ottengono dalla decomposizione di 0,500 moli di acido nitroso, secondo la reazione (da bilanciare):

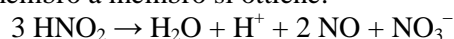


44. Soluzione

Le due semireazioni sono:

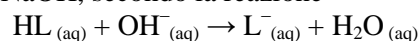


Moltiplicando per due e sommando membro a membro si ottiene:



Le moli di NO che si ottengono da 0,5 moli di HNO_2 sono: $0,5 (2/3) = 0,33$ mol (Risposta C)

45. Un acido debole HL reagisce con NaOH , secondo la reazione

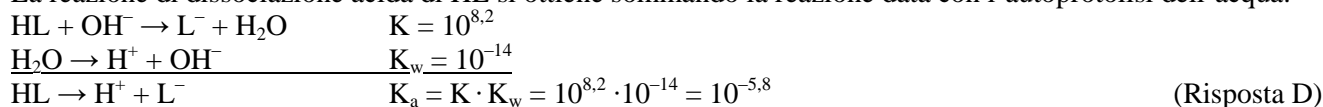


Sapendo che la costante di equilibrio della reazione è $K = 10^{8,2}$, calcolare la costante acida (K_a) di HL .

- A) $10^{-6,5}$
B) $10^{-9,5}$
C) $10^{-7,5}$
D) $10^{-5,8}$

45. Soluzione

La reazione di dissociazione acida di HL si ottiene sommando la reazione data con l'autoprotolisi dell'acqua:



46. Calcolare il pH di una soluzione ottenuta mescolando 100,0 mL di una soluzione di H_2SO_3 0,100 M con 50,0 mL di una soluzione di NaOH 0,200 M.

- A) 6,42
B) 4,56
C) 7,68
D) 5,21

46. Soluzione

Le moli di H_2SO_3 sono: $n = M V = 0,1 \cdot 100 = 10$ mmol. Le moli di NaOH sono: $n = M V = 0,2 \cdot 50 = 10$ mmol. NaOH reagisce completamente col primo H^+ dell'acido formando 10 mmol di HSO_3^- ($K_a = 6,2 \cdot 10^{-8}$) in 150 mL.

La concentrazione di HSO_3^- è: $10/150 = 0,0667$ M. Il pH risultante sarà leggermente acido (C errata).

La concentrazione di H^+ si ricava da: $[\text{H}^+] = (K_a C)^{1/2} = (6,2 \cdot 10^{-8} \cdot 0,0667)^{1/2} = 6,43 \cdot 10^{-5}$ M.

$\text{pH} = -\log(6,43 \cdot 10^{-5}) = 4,19$. (Risposta X)

47. 4,70 mL di una soluzione 0,100 M di NaOH reagiscono completamente con 9,40 mL di una soluzione 0,0250 M di un acido incognito H_nT , formando Na_nT . Calcolare il numero di protoni n rilasciati dall'acido.

- A) 1 B) 4 C) 3 D) 2

47. Soluzione

Le moli di NaOH sono: $n = M V = 0,1 \cdot 4,7 = 0,47$ mmol. Le moli di acido sono: $0,0250 \cdot 9,4 = 0,235$ mmol.

Il rapporto in moli NaOH/acido è: $0,47/0,235 = 2$. L'acido rilascia 2 protoni (H_2T). (Risposta D)

48. Indicare il composto dell'oro più solubile tra quelli riportati.

- A) AuI_3 B) AuCl_3 C) AuBr_3 D) Au(OH)_3

48. Soluzione

Il composto più solubile tra quelli indicati è AuCl_3 come si vede dalle tabelle delle K_{ps} dei sali poco solubili:

AuCl_3 ($3,2 \cdot 10^{-25}$); AuBr_3 ($4,0 \cdot 10^{-36}$); AuI_3 ($1,0 \cdot 10^{-46}$); Au(OH)_3 ($1,0 \cdot 10^{-53}$). (Risposta B)

49. Mescolando 65 g di una soluzione al 21% (m/m) di NaI con 18 g di una soluzione al 42% (m/m) di NaI, qual è la percentuale (m/m) della soluzione finale?

- A) 32,1%
B) 24,6%
C) 25,5%
D) 29,3%

49. Soluzione

La massa di NaI nella 1^a soluzione è: $65 \cdot 0,21 = 13,65$ g. La massa di NaI nella 2^a soluzione è: $18 \cdot 0,42 = 7,56$ g.

La massa totale di NaI è: $13,65 + 7,56 = 21,21$. La nuova % è: $21,21/(65+18) = 25,5\%$. (Risposta C)

50. Una massa di $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ viene riscaldata a 155°C per 12 ore. L'acqua evaporata occupa un volume di 5,40 L in condizioni normali (a 273,15 K e $1,01 \cdot 10^5$ Pa). Calcolare la massa iniziale del composto.

[$\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ PM = 246,50]

- A) 8,48 g B) 6,75 g C) 9,44 g D) 6,97 g

50. Soluzione

A 0°C e 1 atm il vapor d'acqua è tutto condensato in acqua liquida o ghiaccio e non può avere un volume di 5,4 L. Per risalire alle moli di acqua eliminata dal sale bisognava fornire il volume di vapore in condizioni diverse.

Risolviamo comunque il problema immaginando che il vapor d'acqua sia un gas ideale.

Le moli di acqua evaporata sono: $n = PV/RT$ $n = (1 \cdot 5,4)/(0,0821 \cdot 273) = 0,2409$ mol.

Le moli di composto sono: $0,2409/7 = 0,0344$ mol. La massa di composto è: $0,0344 \cdot 246,5 = 8,48$ g. (Risposta A)

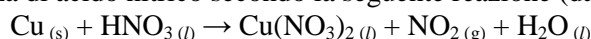
51. Il ferro zincato si ottiene rivestendo manufatti di ferro con zinco metallico per proteggerlo dall'ossidazione atmosferica. Come agisce lo $\text{Zn}_{(s)}$?

- A) formando una lega con il $\text{Fe}_{(s)}$ crea un sistema non ossidabile
B) lo $\text{Zn}_{(s)}$ si ossida prima del $\text{Fe}_{(s)}$;
C) lo $\text{Zn}_{(s)}$ non viene ossidato dall'ossigeno
D) lo $\text{Zn}_{(s)}$ si ossida dopo il $\text{Fe}_{(s)}$

51. Soluzione

Lo Zn ($E^\circ = -0,76$ V) ha un potenziale più basso e quindi si ossida prima del Fe ($E^\circ = -0,44$ V) e si copre di uno strato di ossido che lo preserva da ulteriori ossidazioni. (Risposta B)

52. Il rame si ossida in presenza di acido nitrico secondo la seguente reazione (da bilanciare):



Indicare (in ordine sparso) i coefficienti stechiometrici che bilanciano la reazione.

- A) 3, 1, 2, 1, 2
B) 4, 1, 2, 1, 2
C) 1, 4, 3, 2, 1
D) 1, 2, 2, 3, 5

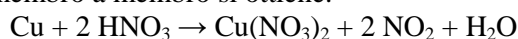
52. Soluzione

Le due semireazioni sono:

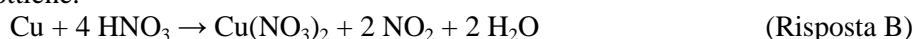
$\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 e^-$ (ox) scambia 2 elettroni

$\text{N}^{5+} + e^- \rightarrow \text{N}^{4+}$ (rid) va moltiplicata per 2 per scambiare 2 elettroni

Moltiplicando per 2 e sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento si ottiene:



53. Un'acqua minerale contiene una concentrazione di As pari a 3,50 µg/L. Se si assumono 1,50 L di acqua al giorno, calcolare la quantità di As ingerita in 1 anno (365 giorni).

- A) 7,00 mg
B) 5,25 mg
C) 1,92 mg
D) 1,28 mg

53. Soluzione

I litri di acqua assunti in un anno sono: $1,5 \cdot 365 = 547,5$ L. La concentrazione di As nell'acqua è: 0,0035 mg/L. La massa di As ingerita in un anno è: $547,5 \cdot 0,0035 = 1,92$ mg. (Risposta C)

54. La concentrazione di un metallo in una lega si può esprimere in carati (k). 1 carato corrisponde ad 1 g su 24 g di lega. Una lega di oro-rame con 16,0 k in oro, quale percentuale (m/m) di oro contiene?

- A) 75% B) 67% C) 34% D) 81%

54. Soluzione

Una lega a 16 carati ha 16 g di oro su 24 g di lega. La % di oro è: $16/24 = 67\%$. (Risposta B)

55. Calcolare il peso molecolare di un composto ML, sapendo che una soluzione ottenuta sciogliendo 6,32 g in 0,80 L risulta 0,1031 M.

- A) 61,30
B) 76,62
C) 85,22
D) 81,44

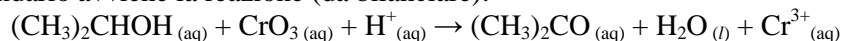
55. Soluzione

Le moli del composto sono: $n = M V = 0,1031 \cdot 0,80 = 0,08248$ mol.

La massa molare del composto è: $6,32/0,08248 = 76,62$ g/mol.

(Risposta B)

56. Il reagente di Jones (soluzione acida di CrO_3) è usato per l'identificazione di alcoli primari e secondari. Nel caso di un alcol secondario avviene la reazione (da bilanciare):

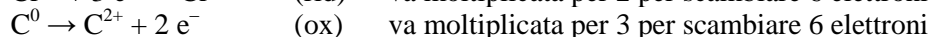


con formazione dello ione $\text{Cr}^{3+}_{(aq)}$ di colore verde. Quante moli di CrO_3 si consumano per 1,2 moli di alcol?

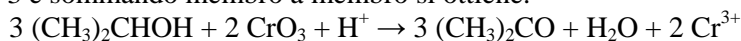
- A) 0,80 B) 1,80 C) 0,18 D) 0,88

56. Soluzione

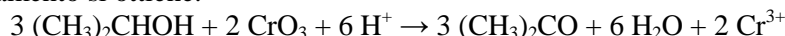
Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 2 e per 3 e sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento si ottiene:



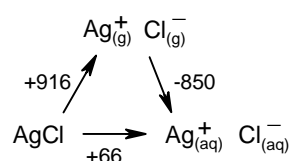
Le moli consumate di CrO_3 sono: $1,2 \cdot (2/3) = 0,8$ mol.

(Risposta A)

57. Sapendo che per il cloruro di argento AgCl , il valore dell'entalpia di idratazione è $\Delta H = -850$ kJ/mol, mentre il valore dell'entalpia reticolare è $\Delta H = -916$ kJ/mol, si trovi l'energia che si ottiene sciogliendo 2 mol di AgCl in acqua (si trascuri la variazione di entalpia dovuta a eventuali legami a idrogeno).

- A) -66 kJ B) -132 kJ C) -1760 kJ D) 66 kJ

57. Soluzione



Il ΔH di rottura del cristallo per ottenere gli ioni allo stato gassoso è: $\Delta H = +916$ kJ/mol

Il ΔH di idratazione è: $\Delta H = -850$ kJ/mol.

Il ΔH complessivo è: $916 - 850 = +66$ kJ/mol.

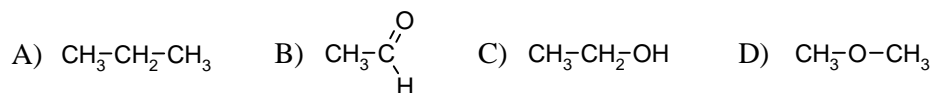
Per due moli: $\Delta H = 66 \cdot 2 = +132$ kJ

Il ΔH è l'energia assorbita da AgCl nel processo.

L'energia liberata è: $-\Delta H = -132$ kJ

(Risposta B)

58. Indicare quale dei seguenti composti organici, con masse molecolari simili, avrà la temperatura di ebollizione più bassa.



58. Soluzione

La temperatura di ebollizione più bassa è quella del propano le cui molecole apolari sono trattenute una vicino all'altra solo da forze di London, le più deboli. La molecola successiva è l'etere che possiede un dipolo e può formare legami dipolo-dipolo. Poi viene l'acetaldeide che ha un dipolo più intenso dovuto al carbonile. Infine, la temperatura di ebollizione maggiore è quella dell'etanolo che può realizzare legami a idrogeno. (Risposta A)

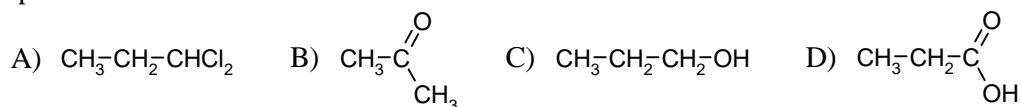
59. Stabilire quale delle seguenti affermazioni sul petrolio è ERRATA:

- A) le frazioni del petrolio sono separate per distillazione.
- B) le frazioni del petrolio possono subire trasformazioni chimiche per migliorarne la qualità.
- C) nel petrolio non sono presenti composti aromatici.
- D) il petrolio è una miscela liquida di idrocarburi con densità media inferiore a quella dell'acqua.

59. Soluzione

Nel petrolio sono presenti composti aromatici sia di piccolo che di grande peso molecolare come i composti policiclici aromatici che sono considerati cancerogeni. (Risposta C)

60. Osservando le strutture dei seguenti composti organici, indicare quale di essi contiene il carbonio con lo stato di ossidazione più alto:



60. Soluzione

Lo stato di ossidazione più alto (+3) è quello del carbonio del carbossile nella molecola D (acido carbossilico)

Nella molecola A (di-alogenuro alchilico), il carbonio legato ai due atomi di cloro ha n.o. +1.

Nella molecola B (chetone), il carbonio del carbonile ha n.o. +2.

Nella molecola C (alcol), il carbonio legato all'ossigeno ha n.o. -1.

(Risposta D)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato