

Giochi della Chimica 2020

Problemi risolti – Fase nazionale – Classe B

1. Se la concentrazione di Pb(II) in un campione di acqua potabile è $2,41 \cdot 10^{-8}$ M, tenendo conto che un individuo ingerisce 2,0 L di acqua al giorno, calcolare la massa di Pb(II) ingerita in un mese (30 giorni).

- A) 0,85 mg B) 1,2 mg C) 0,58 mg D) 0,30 mg

1. Soluzione

I litri di acqua ingerita in un mese sono: $2,0 \cdot 30 = 60$ L. Le moli di Pb sono $2,41 \cdot 10^{-8} \cdot 60 = 1,446 \cdot 10^{-6}$ mol.

La massa di Pb è: $1,446 \cdot 10^{-6} \cdot 207,2 = 3,0 \cdot 10^{-4}$ g (0,30 mg). (Risposta D)

2. Indicare l'affermazione ERRATA riguardante le reazioni redox:

- A) il numero di elettroni ceduti dalle specie che si ossidano deve essere uguale al numero di elettroni acquistati dalle specie che si riducono
 B) la somma delle cariche a sinistra nella reazione deve essere uguale alla somma delle cariche a destra
 C) può accadere che una stessa specie si ossidi e si riduca
 D) per ogni specie chimica coinvolta nell'ossidazione o nella riduzione, la variazione del numero di ossidazione deve essere un multiplo di due

2. Soluzione

In una reazione redox gli elettroni passano da una specie dove sono legati più debolmente ad un'altra dove sono legati con più forza, ed è proprio la maggiore stabilità del nuovo sistema che spinge avanti la reazione (A esatta).

In una reazione, oltre alla massa, si conserva anche la carica (B esatta).

Una specie poco stabile può dare dismutazione, cioè alcune molecole di uno stesso composto si possono ossidare a spese di altre che si riducono (C esatta).

Gli elettroni scambiati da una specie in una reazione redox possono essere sia pari che dispari, non sono obbligati a spostarsi in coppia. Il ferro, ad esempio, può passare dallo stato di ossidazione Fe^{2+} a Fe^{3+} . (Risposta D)

3. Per la combustione completa di 0,5 mol di un idrocarburo occorrono 2,5 mol di O_2 e vengono prodotte 1,5 mol di CO_2 . Individuare l'idrocarburo.

- A) C_3H_6 B) C_3H_4 C) C_3H_8 D) C_3H_7

3. Soluzione

Una molecola di questo idrocarburo consuma 5 O_2 e produce 3 CO_2 . Per formare 3 CO_2 deve contenere 3 carboni.

Per formare 3 CO_2 servono 3 O_2 , restano $5 - 3 = 2$ O_2 che formano 4 molecole di H_2O . In 4 H_2O vi sono 8 H che devono provenire dall'idrocarburo. Questo, quindi, è C_3H_8 . ($\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$). (Risposta C)

4. Il gallio ha massa atomica 69,723 u ed esiste in natura come miscela dei due isotopi ^{69}Ga e ^{71}Ga . L'isotopo ^{69}Ga ha massa 68,9256 u e abbondanza naturale del 60,1%. Determinare la massa e l'abbondanza naturale dell'altro isotopo.

- A) 69,9247 u, 39,9% B) 71,9247 u, 39,9%
 C) 70,9247 u, 42,8% D) 70,9247 u, 39,9%

4. Soluzione

L'abbondanza naturale di ^{71}Ga è: $100 - 60,1 = 39,9\%$ (C errata).

La massa atomica è la media pesata dei due isotopi puri (68,9256 e x), quindi si può scrivere:

$$0,601 \cdot 68,9256 + 0,399 x = 69,723 \quad 0,399 x = 69,723 - 41,424 \quad x = 70,924 \text{ u.} \quad \text{(Risposta D)}$$

5. In una scatola vi sono 100 gessetti che pesano in totale 1,00 kg. Assumendo che ogni gessetto sia costituito solo da solfato di calcio diidrato, calcolare il numero di atomi di ossigeno contenuti in un gessetto:

- A) $2,07 \cdot 10^{23}$ B) $6,02 \cdot 10^{23}$ C) $1,38 \cdot 10^{23}$ D) $3,46 \cdot 10^{22}$

5. Soluzione

Ogni gessetto pesa $1000/100 = 10$ g. La MM di $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ è: $40,08 + 32,06 + 64 + 2 \cdot 18 = 172,14$ g/mol

Le moli di $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ in un gessetto sono: $n = 10/172,14 = 0,05809$ mol. Dato che ogni molecola contiene 6 atomi di O, le moli di O sono: $6 \cdot 0,05809 = 0,34855$ mol

Gli atomi di O sono: $N \cdot n = 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 0,34855 = 2,10 \cdot 10^{23}$. (Risposta A)

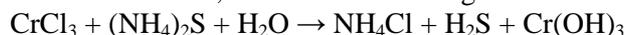
6. Indicare la configurazione elettronica dello ione S^{2-}

- A) $[Ne] 3s^2 3p^8$ B) $[Ne] 3s^2 3p^5$ C) $[Ne] 3s^1 3p^6$ D) $[Ar]$

6. Soluzione

Lo ione $_{16}S^{2-}$ ha la configurazione elettronica di $_{18}Ar$ (oppure di $[Ne] 3s^2 3p^6$). (Risposta D)

7. Indicare i coefficienti, posti in ordine casuale, che bilanciano la seguente reazione:



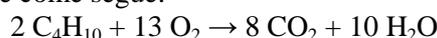
- A) 1, 1, 2, 2, 3, 3
 B) 1, 2, 3, 3, 6, 6
 C) 2, 2, 3, 3, 6, 6
 D) 1, 2, 3, 4, 6, 6

7. Soluzione

La reazione bilanciata è: $2 CrCl_3 + 3 (NH_4)_2S + 6 H_2O \rightarrow 6 NH_4Cl + 3 H_2S + 2 Cr(OH)_3$

I coefficienti sono: 2, 2, 3, 3, 6, 6. (Risposta C)

8. La combustione del butano procede come segue:



Indicare la quantità massima di CO_2 ottenibile se 5,00 g di C_4H_{10} reagiscono con 25,0 g di O_2 .

- A) 15,1 g di CO_2 B) 20,0 g di CO_2 C) 10,9 g di CO_2 D) 20,9 g di CO_2

8. Soluzione

La reazione è: $2 C_4H_{10} + 13 O_2 \rightarrow 8 CO_2 + 10 H_2O$

Coefficienti 2 13 8

Moli (mol) 0,0862 (0,781) 0,345

MM (g/mol) 58 32 44

Massa (g) 5 25 15,17

La massa molare del butano C_4H_{10} è: $4 \cdot 12 + 10 = 58$ g/mol. Le moli di butano sono: $5,0/58 = 0,0862$ mol.

La massa molare di O_2 è: 32 g/mol. Le moli di O_2 sono: $25,0/32 = 0,781$ mol.

Le moli stechiometriche di O_2 sono: $0,0862 \cdot (13/2) = 0,56$ mol, quindi le moli disponibili di O_2 (0,781) sono in eccesso e la reazione è decisa dalle moli di butano, il reagente limitante.

Le moli che si formano di CO_2 sono $0,0862 \cdot (8/2) = 0,345$ mol. La massa molare di CO_2 è: $12 + 32 = 44$ g/mol.

La massa di CO_2 che si forma è: $44 \cdot 0,345 = 15,17$ g. (Risposta A)

9. Calcolare le moli di $Ba(OH)_{2(s)}$ da aggiungere a 0,700 L di una soluzione acquosa di HCl 0,150 M per ottenere una soluzione a pH 7,00 (trascurare variazioni di volume ed effetti sul pH dovuti alla presenza di altri ioni).

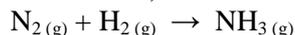
- A) 0,0775 mol B) 0,0105 mol C) 0,0525 mol D) 0,0257 mol

9. Soluzione

Dato che acido e base sono forti, per avere un pH neutro, gli equivalenti della base $Ba(OH)_2$ devono essere uguali a quelli di HCl. Le moli di HCl sono: $n = M V = 0,150 \cdot 0,7 = 0,105$ mol.

Le moli di $Ba(OH)_2$ devono essere la metà: $0,105/2 = 0,0525$ mol. (Risposta C)

10. In un reattore, alla temperatura di 500,0 K, vengono introdotti $N_{2(g)}$ e $H_{2(g)}$ nel rapporto 1:3 in moli. Si stabilisce la seguente reazione di equilibrio (da bilanciare):



Ad equilibrio raggiunto, nel reattore, la pressione parziale di $NH_{3(g)}$ è di $0,22 \cdot 10^5$ Pa e quella totale è $1,01 \cdot 10^5$ Pa.

Calcolare la pressione parziale di $N_{2(g)}$ all'equilibrio.

- A) $0,60 \cdot 10^5$ Pa B) $0,84 \cdot 10^5$ Pa C) $0,38 \cdot 10^5$ Pa D) $0,20 \cdot 10^5$ Pa

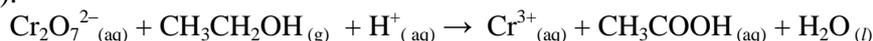
10. Soluzione

La reazione bilanciata è: $N_2 + 3 H_2 \rightarrow 2 NH_3$

Dato che N_2 e H_2 sono posti nel reattore nel giusto rapporto stechiometrico (1:3), anche la quantità non reagita sarà in rapporto 1:3. La pressione parziale finale complessiva di N_2 e H_2 è $1,01 \cdot 10^5 - 0,22 \cdot 10^5 = 0,79 \cdot 10^5$ Pa.

La pressione parziale di N_2 è 1/4 di questa, quindi: $0,79 \cdot 10^5/4 = 0,20 \cdot 10^5$ Pa. (Risposta D)

11. L'etilometro misura la concentrazione di alcol etilico presente nell'aria espirata. Si utilizza la reazione che segue (da bilanciare):



Calcolare quante mol di alcol reagiscono con 1,0 mol di dicromato di potassio.

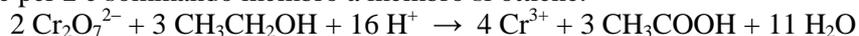
- A) 2,5 mol B) 1,5 mol C) 3,0 mol D) 2,0 mol

11. Soluzione

$\text{C}^{1-} \rightarrow \text{C}^{3+} + 4 \text{e}^-$ va moltiplicata per 3 per scambiare 12 elettroni

$2 \text{Cr}^{6+} + 6 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+}$ va moltiplicata per 2 per scambiare 12 elettroni

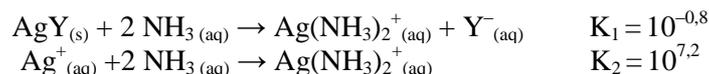
Moltiplicando per 3 e per 2 e sommando membro a membro si ottiene:



Con una mole di bicromato reagiscono 3/2 moli (1,5 mol) di etanolo.

(Risposta B)

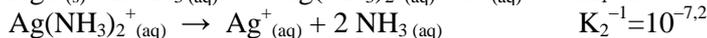
12. Determinare il prodotto di solubilità di un composto $\text{AgY}(\text{s})$, conoscendo le costanti di equilibrio delle reazioni che seguono



- A) $10^{-10,2}$
B) $10^{-8,0}$
C) $10^{-6,4}$
D) $10^{-14,7}$

12. Soluzione

Sommando la prima reazione con l'inverso della seconda:



sommando membro a membro si ottiene:
 $\text{AgY}(\text{s}) \rightarrow \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Y}^-(\text{aq}) \quad K = K_1 \cdot K_2^{-1} = 10^{-0,8} \cdot 10^{-7,2} = 10^{-8,0}$

Si ottiene la reazione di dissociazione di AgY , quindi $K = K_{\text{ps}} = 10^{-8,0}$.

(Risposta B)

13. Quanto calore è richiesto per aumentare la temperatura di un blocco di rame di $1,00 \text{ dm}^3$ da $25,0 \text{ }^\circ\text{C}$ a $95,0 \text{ }^\circ\text{C}$? La capacità termica specifica del rame è $0,386 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$ mentre la sua densità è 8920 g dm^{-3} .

- A) 241 J B) 360 J C) 241 kJ D) 360 kJ

13. Soluzione

Dalla definizione di densità: $d = m/v$ si ricava la massa: $m = d \cdot v$ quindi: $m = 8920 \cdot 1,00 = 8920 \text{ g}$.

Il calore è dato dalla relazione $Q = c m \Delta T$ quindi $Q = 0,386 \cdot 8920 \cdot (95 - 25) = 241 \text{ kJ}$. (Risposta C)

14. In un contenitore rigido è inizialmente contenuta la miscela dei gas A e B.

I gas reagiscono secondo la reazione:



Assumendo che i gas siano ideali, cosa si può fare per mantenere la pressione finale uguale a quella iniziale?

- A) immettere un gas inerte nel contenitore
B) inserire un catalizzatore
C) diminuire la temperatura
D) nessuna delle risposte precedenti

14. Soluzione

Dato che le moli formate ($c+d$) sono più di quelle iniziali ($a+b$), la pressione (a parità di temperatura) aumenta.

Se si vuole abbassare la pressione (per riportarla al livello iniziale) si può diminuire la temperatura dato che pressione e temperatura sono direttamente proporzionali: $P = (nR/V) T$. (Risposta C)

15. Indicare quale tra i seguenti elementi presenta maggiore elettronegatività.

- A) Si B) Al C) S D) P

15. Soluzione

Questi 4 elementi sono consecutivi nella tavola periodica: Al, Si, P, S. Dato che l'elettronegatività aumenta andando verso destra nel periodo, lo zolfo è quello più elettronegativo. (Risposta C)

16. Indicare in quale tra le seguenti specie l'atomo centrale non raggiunge l'ottetto.

- A) BF_3
 B) CH_4
 C) H_2O
 D) NH_3

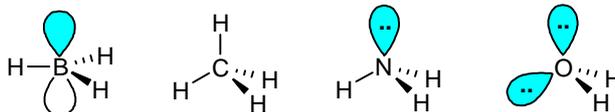
16. Soluzione

In CH_4 il carbonio, che ha 4 elettroni di valenza, fa 4 legami covalenti e raggiunge l'ottetto ($4 + 4$).

In H_2O l'ossigeno, che ha 6 elettroni di valenza, fa 2 legami covalenti e raggiunge l'ottetto ($6 + 2$).

In NH_3 l'azoto, che ha 5 elettroni di valenza, fa 3 legami covalenti e raggiunge l'ottetto ($5 + 3$).

In BH_3 il boro, che ha 3 elettroni di valenza, fa 3 legami covalenti, ha solo 6 elettroni attorno a sè. (Risposta A)



17. Indicare fra le seguenti coppie quella costituita da ioni isoelettronici.

- A) F^- , Cl^-
 B) Ca^{2+} , Mg^{2+}
 C) F^- , Ca^{2+}
 D) F^- , Al^{3+}

17. Soluzione

F^- e Al^{3+} hanno entrambi la configurazione elettronica del gas nobile Neon.

(Risposta D)

18. Aggiungendo 5,60 g di Na_2SO_4 solido a 80,0 g di una soluzione dello stesso sale 11,0% (m/m), qual è la concentrazione (% m/m) della soluzione ottenuta?

- A) 16,8
 B) 14,5
 C) 22,3
 D) 34,2

18. Soluzione

Nella soluzione iniziale vi sono: $0,11 \cdot 80 = 8,8$ g di Na_2SO_4 .

Nella nuova soluzione la massa del sale è $8,8 + 5,6 = 14,4$ g. La massa totale è $80 + 5,6 = 85,6$ g.

La percentuale di sale è $14,4/85,6 = 16,8\%$.

(Risposta A)

19. La capacità termica specifica dell'acqua è $4,18 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$. Calcolare quanta energia è richiesta per innalzare a pressione costante la temperatura di 10,0 moli di acqua da $20,00^\circ\text{C}$ a $25,00^\circ\text{C}$.

- A) 209 J B) 209 kJ C) 3,76 kJ D) 3,76 J

19. Soluzione

La massa di acqua è: $10 \cdot 18 = 180$ g. L'energia richiesta è data da: $Q = c m \Delta T = 4,18 \cdot 180 \cdot 5 = 3762$ J.

Quindi 3,76 kJ.

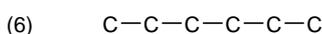
(Risposta C)

20. Quanti sono gli isomeri costituzionali che hanno formula molecolare C_6H_{14} ?

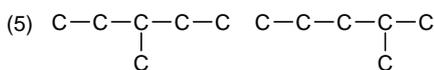
- A) 3 B) 4 C) 5 D) 6

20. Soluzione

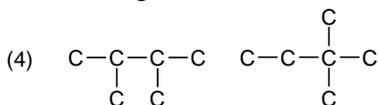
La molecola C_6H_{14} è un alcano dato che ha $2n+2$ idrogeni: $(2 \cdot 6) + 2 = 14$.



Per individuare gli isomeri di struttura scriviamo prima la catena lineare di 6 carboni.



Poi scriviamo una catena di 5 carboni e cerchiamo di legare il sesto carbonio in modo da creare catene nuove e diverse tra loro: ne troviamo due.



Infine disegniamo una catena di 4 carboni e cerchiamo di legare i restanti 2 carboni in modo da creare catene nuove e distinte: ne troviamo altre due.

Abbiamo individuato 5 isomeri di struttura.

(Risposta C)

21. Quale dei seguenti metalli presenta una configurazione elettronica con l'orbitale d completo?

- A) Fe B) Cu C) Ni D) Co

21. Soluzione

L'orbitale d si completa con Zn ($4s^2 3d^{10}$), ma è completo anche un passo prima con Cu ($4s^1 3d^{10}$). Secondo il normale riempimento degli orbitali, il Cu dovrebbe essere ($4s^2 3d^9$), ma l'orbitale d completo è leggermente schermante e destabilizza l'orbitale $4s$, così il secondo elettrone $4s$ del Cu preferisce completare il $3d$ piuttosto che rimanere in $4s$. (Risposta B)

22. Il grado di dissociazione di un acido debole HA in una sua soluzione è il 20%. Di quante volte bisogna aumentare il volume di tale soluzione perchè il grado di dissociazione diventi 50%?

- A) 2 volte B) 4 volte C) 10 volte D) 3,5 volte

22. Soluzione

La reazione di dissociazione è: $HA \rightarrow H^+ + A^-$ $K_a = [H^+][A^-]/[HA]$
 Moli iniziali C 0 0
 Moli finali C(1- α) C α C α $K_a = C^2\alpha^2/C(1-\alpha) = C\alpha^2/(1-\alpha)$

Con $\alpha_1 = 0,2$ si ha: $K_a = C_1 0,2^2/0,8 = 0,05 C_1$.

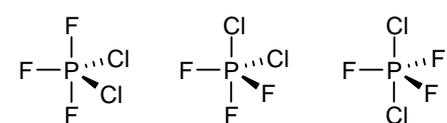
Con $\alpha_2 = 0,5$ si ha: $K_a = C_2 0,5^2/0,5 = 0,5 C_2$.

Dato che K_a è la stessa, si ottiene: $0,05 C_1 = 0,5 C_2$ da cui: $C_1 = 10 C_2$. (Risposta C)

23. Stabilisci la geometria della specie PF_3Cl_2 in base alla teoria VSEPR, prevedere il numero massimo di stereoisomeri che essa può presentare.

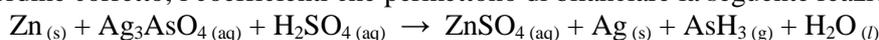
- A) 3 B) 2 C) 1 D) non si può stabilire

23. Soluzione



Il fosforo ha 5 elettroni di valenza con i quali realizza 5 legami che si dispongono a bipiramide trigonale. La differenza di ingombro tra Cl e F non è significativa per cui si possono formare i tre diversi stereoisomeri mostrati qui a lato con 1, 2, 3 atomi di F nella base. (Risposta A)

24. Indicare, nell'ordine corretto, i coefficienti che permettono di bilanciare la seguente reazione:



- A) 11, 2, 11, 11, 6, 6, 8
 B) 11, 2, 11, 11, 2, 2, 8
 C) 11, 2, 2, 11, 6, 2, 8
 D) 11, 2, 11, 11, 6, 2, 8

24. Soluzione

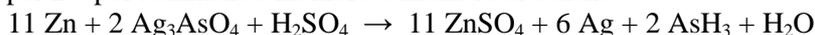
Le semireazioni sono:

$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2 e^-$ (ox) va moltiplicata per 11 per scambiare 22 elettroni

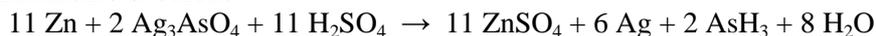
$3 Ag^+ + 3 e^- \rightarrow 3 Ag$ (rid) le due riduzioni consumano insieme 11 elettroni

$As^{5+} + 8 e^- \rightarrow As^{3-}$ (rid) quindi, vanno moltiplicate per 2 per scambiare 22 elettroni

Moltiplicando per 11 e per 2 e poi sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento si ottiene:



I coefficienti sono: 11, 2, 11, 11, 6, 2, 8.

(Risposta D)

25. I lantanidi sono un insieme di:

- A) 14 elementi e in essi si ha il riempimento progressivo dell'orbitale $4d$
 B) 10 elementi e in essi si ha il riempimento progressivo dell'orbitale $4d$
 C) 10 elementi e in essi si ha il riempimento progressivo dell'orbitale $4f$
 D) 14 elementi e in essi si ha il riempimento progressivo dell'orbitale $4f$

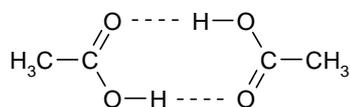
25. Soluzione

I lantanidi sono i 14 elementi (B e C errate) che seguono il lantanio (dal 58 al 71) e in essi si ha il riempimento progressivo dei 7 orbitali $4f$. (Risposta D)

26. A e B sono due soluzioni 10^{-3} M rispettivamente di acetato di etile e acido acetico in un solvente apolare aprotico. Quale delle seguenti affermazioni è vera?

- A) A e B avranno circa la stessa temperatura di congelamento
 B) B ha una temperatura di congelamento minore di quella di A
 C) A ha una temperatura di congelamento minore di quella di B
 D) nessuna delle precedenti

26. Soluzione

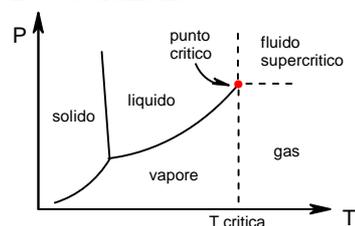


In un solvente apolare aprotico le molecole di acido acetico tendono ad associarsi formando dimeri legati da legami idrogeno, quindi la soluzione B risulta meno concentrata e ha proprietà colligative meno intense. La soluzione A ha una temperatura di congelamento minore di quella di B. (Risposta C)

27. La temperatura critica di una sostanza pura è:

- A) la temperatura al di sotto della quale il gas non può essere liquefatto agendo unicamente sulla pressione
 B) la temperatura al di sopra della quale il gas non può essere liquefatto agendo unicamente sulla pressione
 C) la temperatura di equilibrio tra le tre fasi
 D) nessuna delle precedenti

27. Soluzione



La temperatura critica è la temperatura oltre la quale un gas non può essere trasformato in liquido per sola compressione. (Risposta B)
 Oltre questa temperatura, se il gas viene compresso diventa un fluido supercritico che ha la densità di un liquido, ma si comporta come un gas nel senso che occupa tutto lo spazio disponibile.

28. Alla pressione di 100 kPa l'etanolo bolle con una variazione entalpica pari a 854 kJ kg^{-1} ed una variazione entropica pari a $2,430 \text{ kJ K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$. Qual è la temperatura di vaporizzazione dell'etanolo?

- A) 220 K
 B) 445 K
 C) 351 K
 D) 150 K

28. Soluzione

Al punto di ebollizione, le due fasi, liquida e vapore, sono in equilibrio ($\Delta G = 0$), quindi: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 0$
 Da cui: $\Delta H = T\Delta S$. La temperatura di ebollizione vale: $T = \Delta H/\Delta S = 854/2,43 = 351 \text{ K}$. (Risposta C)

29. Un recipiente contiene 21,0 g di una miscela gassosa alla pressione di 500 kPa e alla temperatura di 298 K. La miscela, costituita solo da idrogeno ed azoto, è stata ottenuta dalla decomposizione completa dell'ammoniaca. Il volume del recipiente è:

- A) $1,2 \text{ m}^3$
 B) 120 dm^3
 C) 12 m^3
 D) 12 dm^3

29. Soluzione

La reazione avvenuta è: $2 \text{ NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 3 \text{ H}_2$

Moli iniziali

2 x 0 0

Moli finali

0 x 3x

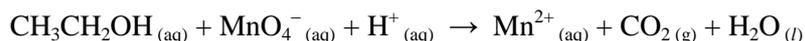
Moli finali totali = $x + 3x = 4x$

La massa di N_2 è: $28x$; la massa di H_2 è: $2 \cdot 3x = 6x$. La massa finale è: $28x + 6x = 34x$ quindi: $34x = 21,0$

$x = 21/34 = 0,618 \text{ mol}$ di N_2 ; moli finali totali = $4x = 4 \cdot 0,618 = 2,47 \text{ mol}$. La P è: $5 \cdot 10^5 / 1,013 \cdot 10^5 = 4,94 \text{ atm}$.

Il volume si ottiene dalla legge dei gas: $V = nRT/P = (2,47 \cdot 0,0821 \cdot 298) / 4,94 = 12,2 \text{ L}$. (Risposta D)

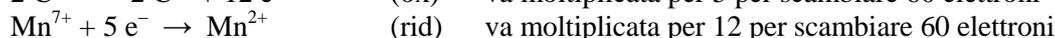
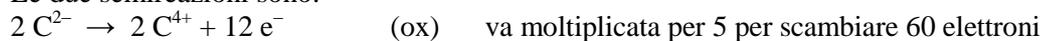
30. Calcolare quante moli di KMnO_4 sono necessarie per ossidare 0,10 moli di alcol etilico, secondo la reazione (da bilanciare):



- A) 5,7 B) 0,24 C) 0,98 D) 3,7

30. Soluzione

Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 5 e per 12 e sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento si ottiene:



Il rapporto in moli MnO_4^- /etanolo è 12/5

Le moli di KMnO_4 necessarie per ossidare 0,1 mol di etanolo sono: $0,1 \cdot (12/5) = 0,24$ mol (Risposta B)

31. Un composto di formula MA_x ha una solubilità di $1,0 \cdot 10^{-5}$ M. Sapendo che la sua costante di solubilità è $2,7 \cdot 10^{-19}$ determinare, per tentativi, la formula del composto.

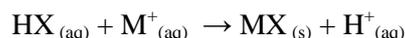
- A) MA B) MA_2 C) MA_3 D) MA_4

31. Soluzione

$19/5 = 3,8$. Provo con MA_3 che si dissocia così: $\text{MA}_3 \rightarrow \text{M}^{3+} + 3 \text{A}^-$ $K_{\text{ps}} = [\text{M}^{3+}][\text{A}^-]^3 = s (3s)^3 = 27s^4$

$s = (K_{\text{ps}}/27)^{1/4} = (2,7 \cdot 10^{-19}/27)^{1/4} = 1,0 \cdot 10^{-5}$. La solubilità è corretta, quindi la molecola è MA_3 . (Risposta C)

32. Un acido debole HX in soluzione acquosa reagisce con un catione M^+ , formando un composto poco solubile $\text{MX}_{(\text{s})}$ secondo la reazione:

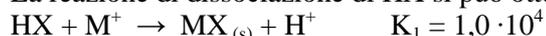


la cui costante di equilibrio vale $1,0 \cdot 10^4$. Sapendo che il composto $\text{MX}_{(\text{s})}$ ha una K_{ps} di $1,0 \cdot 10^{-12}$, calcolare la costante di ionizzazione di HX .

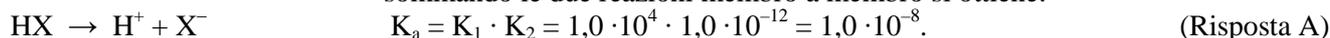
- A) $1,0 \cdot 10^{-8}$ B) $3,4 \cdot 10^{-9}$ C) $2,9 \cdot 10^{-7}$ D) $7,0 \cdot 10^{-6}$

32. Soluzione

La reazione di dissociazione di HX si può ottenere dalla somma delle due reazioni date:



----- sommando le due reazioni membro a membro si ottiene:



33. Un composto gassoso ha formula N_xH_y . 3,0 L del composto si decompongono totalmente producendo 1,0 L di N_2 e 4,0 L di NH_3 (a 341 K e $2,55 \cdot 10^5$ Pa). Determinare la formula del composto.

- A) N_2H_3 B) N_2H_4 C) N_3H_6 D) N_2H_5

33. Soluzione

La reazione è: $3 \text{N}_x\text{H}_y \rightarrow \text{N}_2 + 4 \text{NH}_3$ che, bilanciata, diventa: $3 \text{N}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{N}_2 + 4 \text{NH}_3$ (Risposta B)

34. Introducendo 173 g di un composto non volatile in 2,00 kg di acqua si ottiene una soluzione ideale che ha una tensione di vapore pari a 3,09 kPa a 25 °C. Qual è la massa molare del composto? La tensione di vapore dell'acqua a 25 °C è 3,17 kPa.

- A) 40 g mol^{-1} B) 50 g mol^{-1} C) 60 g mol^{-1} D) 45 g mol^{-1}

34. Soluzione

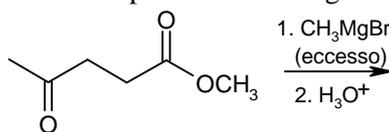
In 1,00 kg di acqua si introducono: $173/2 = 86,5$ g del composto. La tensione di vapore è data da: $p_A = x_A P_A$ da cui si può ricavare la frazione molare dell'acqua: $x_A = p_A/P_A = 3,09/3,17 = 0,9748$.

Se chiamiamo x la massa molare del composto, le moli totali sono: $n_{\text{tot}} = (1000/18) + (86,5/x)$.

La frazione molare dell'acqua è: $x_A = n_A/n_{\text{tot}}$ sostituendo: $0,9748 = (1000/18)/[(1000/18) + (86,5/x)]$.

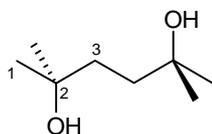
Da cui si ottiene: $25,2 x = 1517,8$ quindi: $x = 60,2 \text{ g/mol}$. (Risposta C)

35. Quanti segnali mostra lo spettro ^{13}C NMR del prodotto della seguente reazione?



- A) 5 B) 6 C) 8 D) 3

35. Soluzione



Il reattivo di Grignard, reagendo con il gruppo chetonico, forma un alcol terziario.
Reagendo con il gruppo estere, forma dapprima un chetone e poi un alcol terziario.
Il prodotto della reazione è 2,5-dimetilesan-2,5-diolo, una molecola simmetrica che ha solo 3 carboni magneticamente diversi che producono 3 segnali ^{13}C NMR. (Risposta D)

36. Qual è la principale differenza strutturale tra amilosio e cellulosa?

- A) l'amilosio è costituito da catene non ramificate di D-glucosio tenute insieme da legami α -1,6-glicosidici, mentre nella cellulosa le unità di D-glucosio sono unite da legami β -1,6-glicosidici.
B) l'amilosio è costituito da catene non ramificate di D-glucosio tenute insieme da legami β -1,4-glicosidici, mentre nella cellulosa le unità di D-glucosio sono unite da legami α -1,4-glicosidici.
C) l'amilosio è costituito da catene ramificate di D-glucosio tenute insieme da legami α -1,4-glicosidici, mentre nella cellulosa le unità di D-glucosio sono unite da legami β -1,4-glicosidici.
D) l'amilosio è costituito da catene non ramificate di D-glucosio tenute insieme da legami α -1,4-glicosidici, mentre nella cellulosa le unità di D-glucosio sono unite da legami β -1,4-glicosidici.

36. Soluzione

Sia amilosio che cellulosa sono polisaccaridi lineari del D-glucosio. Nell'amilosio le molecole sono unite da legami glicosidici (acetalici) α -1,4 mentre nella cellulosa sono unite da legami β -1,4. (Risposta D)

37. Individuare quale specie in ciascuna delle seguenti coppie è il miglior nucleofilo.

- 1) SH^- o OH^- 2) NH_3 o PH_3 3) I^- o Cl^- 4) CH_3NH^- o CH_3NH_2
A) 1: OH^- 2: PH_3 3: I^- 4: CH_3NH^-
B) 1: SH^- 2: PH_3 3: Cl^- 4: CH_3NH^-
C) 1: OH^- 2: NH_3 3: Cl^- 4: CH_3NH_2
D) 1: SH^- 2: PH_3 3: I^- 4: CH_3NH^-

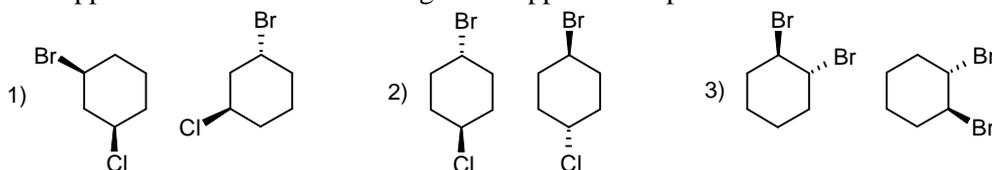
37. Soluzione

In uno stesso gruppo, gli elementi più pesanti sono più nucleofili (più grandi \rightarrow più deformabili \rightarrow più nucleofili), quindi: $\text{S} > \text{O}$ (A e C errate), $\text{P} > \text{N}$ (C errata), $\text{I} > \text{Cl}$ (B e C errate). Resta solo la risposta D.

L'anione di un elemento è più nucleofilo della specie neutra (più negativo \rightarrow più nucleofilo), quindi $\text{N}^- > \text{N}$.

La sequenza corretta, quindi, è: 1: SH^- ; 2: PH_3 ; 3: I^- ; 4: CH_3NH^- . (Risposta D)

38. Identificare il rapporto stereochimico nelle seguenti coppie di composti:



- A) 1: enantiomeri; 2: diastereoisomeri; 3: molecole uguali
B) 1: diastereoisomeri; 2: molecole uguali; 3: enantiomeri
C) 1: molecole uguali; 2: enantiomeri; 3: diastereoisomeri
D) 1: diastereoisomeri; 2: enantiomeri; 3: enantiomeri

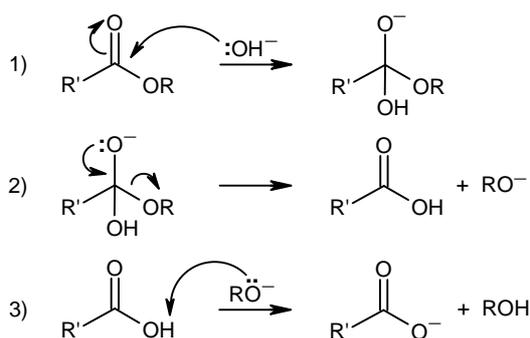
38. Soluzione

Nella coppia 1 lo stereocentro con il bromo si inverte, mentre quello col cloro no. Le due molecole non sono speculari, quindi sono diastereoisomeri (A e C errate).

Nella coppia 2 le molecole si trasformano una nell'altra per semplice rotazione di 180° attorno all'asse verticale, quindi le due molecole sono uguali. (Risposta B)

Nella coppia 3 le molecole sono speculari, quindi sono una coppia di enantiomeri. Confermata la risposta B.

39. La saponificazione degli esteri è una reazione di idrolisi promossa dalle basi che va a completezza. Il meccanismo della reazione è descritto in tre stadi. Quale/i di questi stadi trascina la reazione a destra rendendola irreversibile?



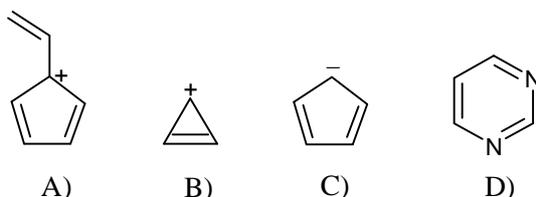
- A) i primi due stadi B) lo stadio 3 C) gli stadi 2 e 3 D) lo stadio 2

39. Soluzione

I primi due stadi possono procedere in entrambe le direzioni.

Il passaggio irreversibile è lo stadio 3 nel quale una base forte (l'alcoossido) strappa un H^+ all'acido carbossilico. La differenza di acidità tra le due specie è enorme (l'alcol ha pK_a 17; l'acido ha pK_a 4,5), l'acido carbossilico è oltre 1000 miliardi (10^{12}) di volte più acido dell'alcol e questo rende la reazione irreversibile. (Risposta B)

40. Indicare quale tra le seguenti specie non è aromatica:



40. Soluzione

Una molecola aromatica possiede un anello planare formato da atomi tutti ibridati sp^2 che, con il restante orbitale p , partecipano ad un sistema coniugato di orbitali π che deve contenere $4n+2$ elettroni, cioè 2, 6, 10, 14, 18 elettroni.

L'anello, quindi, deve avere un numero dispari di coppie di elettroni π coniugate.

La molecola B ha 2 elettroni π (1 coppia) in un sistema π coniugato di 3 atomi: è aromatica.

La molecola C ha 6 elettroni π (3 coppie) in un sistema π coniugato di 5 atomi: è aromatica.

La molecola D ha 6 elettroni π (3 coppie) in un sistema π coniugato di 6 atomi: è aromatica.

La molecola A ha 4 elettroni π (2 coppie) nell'anello di 5 atomi coniugati: non è aromatica. (Risposta A)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato