

Giochi della Chimica 2021

Problemi risolti – Fase regionale – Classe B (28 maggio)

1. Indicare quale tra queste reazioni è di metatesi:

- A) $2 \text{Al}_{(s)} + 6 \text{HCl} \rightarrow 3 \text{H}_{2(g)} + 2 \text{AlCl}_{3(aq)}$
 B) $\text{CaO}_{(s)} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_{2(aq)}$
 C) $\text{AgNO}_{3(aq)} + \text{NaCl}_{(aq)} \rightarrow \text{AgCl}_{(s)} + \text{NaNO}_{3(aq)}$
 D) $2 \text{HI}_{(g)} \rightarrow \text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)}$

1. Soluzione

In una reazione di metatesi o di doppio scambio i cationi di un sale si legano agli anioni dell'altro e viceversa spinti dalla formazione di un sale poco solubile (come AgCl). (Risposta C)

2. Il numero massimo di elettroni che può essere contenuto in totale nei primi tre livelli elettronici è:

- A) 18 B) 30 C) 26 D) 28

2. Soluzione

Il primo livello può ospitare al massimo 2 elettroni ($1s^2$).

Il secondo livello può ospitare al massimo 8 elettroni ($2s^2 2p^6$).

Il terzo livello può ospitarne al massimo 18 ($3s^2 3p^6 3d^{10}$). In totale: $2 + 8 + 18 = 28$ elettroni. (Risposta D)

3. Il numero di massa di un atomo è 18, il numero atomico è 8; i neutroni contenuti nel nucleo sono:

- A) 10 B) 18 C) 18 D) 26

3. Soluzione

Il numero di massa A è la somma di neutroni e protoni, mentre il numero atomico Z è dato dai soli protoni.

I neutroni nel nucleo sono, quindi: $n = A - Z = (n + p) - p = 18 - 8 = 10$. (Risposta A)

4. Un litro di CO e un litro di CO₂, nelle stesse condizioni di temperatura e pressione:

- A) hanno la stessa massa
 B) hanno masse che stanno nel rapporto 1:2
 C) contengono lo stesso numero di atomi
 D) contengono lo stesso numero di molecole

4. Soluzione

Nelle stesse condizioni di V, T, P, i gas hanno lo stesso numero di moli ($n = PV/RT$) e molecole. (Risposta D)

5. Sono stati ottenuti, con cinque differenti metodi, cinque campioni di un ossido di azoto; la percentuale in peso di azoto risulta essere la stessa in ognuno dei cinque campioni. Ciò costituisce una prova della legge:

- A) della conservazione della massa
 B) delle proporzioni multiple
 C) delle proporzioni definite
 D) di Avogadro

5. Soluzione

Per la legge di Proust delle proporzioni definite, un composto, di qualsiasi origine, contiene sempre gli stessi elementi nello stesso rapporto in massa. (Risposta C)

6. Indicare quanti atomi sono contenuti in 0,1 moli di ossigeno molecolare:

- A) 2 atomi
 B) $6,023 \cdot 10^{23}$ atomi
 C) $6,023 \cdot 10^{-23}$ atomi
 D) $1,205 \cdot 10^{23}$ atomi

6. Soluzione

Una molecola di O₂ contiene due atomi di ossigeno, quindi 0,1 mol di O₂ contengono 0,2 mol di atomi di O.

Quindi: $0,2 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 1,204 \cdot 10^{23}$ atomi. (Risposta D)

7. Il numero di ossidazione dello zolfo nel composto $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ è:

- A) +3 B) +6 C) -2 D) +4

7. Soluzione

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ contiene ioni Al^{3+} e SO_4^{2-} . Le cariche formali positive di S sono uguali a quelle negative di O meno 2.
Quindi: $(4 \cdot 2) - 2 = +6$. (Risposta B)

8. Il diossido di carbonio, a temperatura e pressione standard, è:

- A) aeriforme
B) solido
C) liquido
D) una miscela in equilibrio solido-liquido

8. Soluzione

Il diossido di carbonio (o anidride carbonica) è CO_2 , un gas che si produce con la combustione di sostanze organiche e che è tra i principali responsabili dell'effetto serra. (Risposta A)

9. La formula H_2SO_3 secondo la nomenclatura IUPAC corrisponde a:

- A) acido solforico
B) acido solforoso
C) acido solfidrico
D) acido metasolforico

9. Soluzione

L'acido solforico è H_2SO_4 , con un ossigeno in meno diventa H_2SO_3 , acido solforoso. (Risposta B)

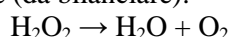
10. L'ossido di potassio, reagendo con l'acqua, forma:

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

10. Soluzione

L'ossido di potassio K_2O , reagendo con acqua, diventa idrossido di potassio, KOH , basico. (Risposta B)

11. La quantità di acqua ossigenata H_2O_2 presente in una soluzione acquosa viene spesso espressa in volumi, ovvero indicando il volume di O_2 (in L) misurato in condizioni normali che si forma quando l'acqua ossigenata si decompone completamente secondo la reazione (da bilanciare):



Sapendo che 1 L di soluzione contiene 8,5 volumi di H_2O_2 , indicare la massa dell' H_2O_2 contenuta:

- A) 26 g B) 13 g C) 20 g D) 8,5 g

11. Soluzione

La reazione è: $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ Le moli di O_2 in 8,5 L in condizioni normali (1 atm e 273 K) sono:
 $n = PV/RT = (1 \cdot 8,5)/(0,0821 \cdot 273) = 0,379$ mol. Le moli di H_2O_2 sono il doppio: $0,379 \cdot 2 = 0,758$ mol.

La massa molare di H_2O_2 è: $2 + 32 = 34$ g/mol. La massa di H_2O_2 è: $0,758 \cdot 34 = 25,8$ g. (Risposta A)

12. Un elemento possiede un'elevata affinità elettronica, quindi:

- A) tende a formare legami covalenti con ogni tipo di atomo
B) è dotato di basso potenziale di ionizzazione
C) non è possibile prevedere il suo comportamento in presenza di un elemento diverso
D) è dotato di elevata elettronegatività

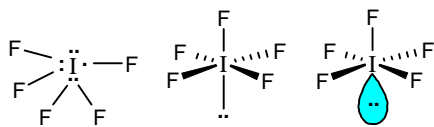
12. Soluzione

L'affinità elettronica indica la tendenza di un atomo a diventare ione negativo, quindi è legata anche alla tendenza ad attirare a sé gli elettroni di legame e quindi all'elettronegatività. Una delle tecniche per calcolare l'elettronegatività degli atomi parte proprio dalla loro affinità elettronica. (Risposta D)

13. Indicare la geometria molecolare di IF_5 :

- A) piramidale a base trigonale
- B) ottaedrica
- C) bipiramide trigonale
- D) piramidale a base quadrata

13. Soluzione



La struttura di IF_5 si può ricavare con la teoria VSEPR.

Lo iodio ha 7 elettroni di valenza, 5 elettroni vengono usati per legare i 5 atomi di fluoro, restano 2 elettroni che formano una coppia di non legame. Le coppie di elettroni da alloggiare attorno allo iodio sono 6 (5 di legame e una di non legame). Queste si dispongono verso i vertici di un ottaedro.

La coppia di non legame occupa una posizione qualsiasi, per esempio quella in basso. Nelle 5 posizioni restanti si legano i 5 atomi di fluoro. La molecola è piramidale con base quadrata. (Risposta D)

14. Indicare lo ione con volume maggiore tra i seguenti: Cl^- , K^+ , S^{2-} , Ca^{2+}

- A) Cl^-
- B) K^+
- C) S^{2-}
- D) Ca^{2+}

14. Soluzione

S^{2-} , Cl^- , K^+ , Ca^{2+} sono ioni isoelettronici con la configurazione del gas nobile Ar. Il più voluminoso è il più negativo, S^{2-} , perchè ha un numero minore di protoni nel nucleo per attirare gli stessi elettroni. (Risposta C)

15. Una bimba va spesso dal dentista a causa delle numerose carie, perché è golosa di dolci. I dentifrici al fluoro proteggono dalla carie perché possono trasformare l'idrossiapatite $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ dello smalto dei denti nella più insolubile e resistente fluoroapatite $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$, un sale costituito da ioni Ca^{2+} , F^- , e PO_4^{3-} . Indicare il numero di particelle che compongono 1,57 kg di fluoroapatite.

- A) $7,12 \cdot 10^{20}$ particelle
- B) $1,88 \cdot 10^{24}$ particelle
- C) $6,02 \cdot 10^{24}$ particelle
- D) nessuna delle precedenti è corretta

15. Soluzione

La massa molare di $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ è: $5 \cdot 40 + 3 \cdot 31 + 12 \cdot 16 + 19 = 504 \text{ g/mol}$.

Ogni formula contiene 9 ioni (5 Ca^{2+} , 3 PO_4^{3-} , 1 F^-).

Le moli di fluoroapatite sono: $1570/504 = 3,115 \text{ mol}$. Le moli di ioni sono: $3,115 \cdot 9 = 28,0 \text{ mol}$.

Il numero di ioni è: $28 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 1,69 \cdot 10^{25}$ ioni. (nessuna delle risposte).

Quindi, forse, il termine particelle stava per "molecole di fluoroapatite" o meglio "unità di formula" ...

Il numero di molecole di fluoroapatite è: $3,115 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 1,88 \cdot 10^{24}$ formule. (Risposta B?)

16. Indicare l'affermazione ERRATA tra le seguenti:

- A) il legame singolo Si-Cl è più polare del legame singolo C-Cl
- B) il legame singolo C-S è meno polare del legame singolo S-Br
- C) il legame singolo C-O è più polare del legame singolo P-O
- D) il legame singolo C-O è meno polare del legame singolo P-O

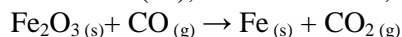
16. Soluzione

Le due risposte C e D sono opposte, una delle due deve essere errata.

Il carbonio è meno elettronegativo dell'azoto (2,5 contro 3,0). Anche il fosforo è meno elettronegativo dell'azoto (2,2? contro 3,0). Le elettronegatività di P e C sono così vicine che, a memoria, è rischioso rispondere.

Se il fosforo è meno elettronegativo del carbonio, allora C-O è meno polare di P-O. (Risposta D)

17. Il ferro metallico si ottiene dall'ossido di ferro (III), o ossido ferrico, secondo la reazione (da bilanciare):

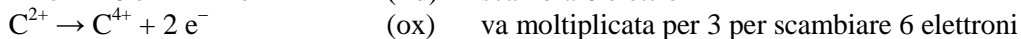


Indicare quanti kg di ferro si possono ottenere da 100,0 kg di Fe_2O_3 e da 50,0 kg di $\text{CO}(g)$ se la resa della reazione è del 67%.

- A) 44,5 kg B) 80,1 kg C) 100,0 kg D) 36,0 kg

17. Soluzione

Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 3 e sommando membro a membro si ottiene:

	Fe_2O_3	+	3 CO	\rightarrow	2 $\text{Fe}(s)$	+	3 $\text{CO}_2(g)$
Moli (mol)	(626,2 eccesso)		1785,7		1190,4		
MM (g/mol)	159,7		28		55,85		
Massa (kg)	10		50		66,49		

La massa molare di Fe_2O_3 è: $2 \cdot 55,85 + 48 = 159,7$ g/mol. Le moli di Fe_2O_3 sono: $100000/159,7 = 626,2$ mol

La massa molare di CO è: $12 + 16 = 28$ g/mol. Le moli di CO sono: $50000/28 = 1785,7$ mol

Le moli di CO sono in difetto infatti consumano solo: $1785,7/3 = 595$ mol di Fe_2O_3 .

Le moli di Fe prodotte sono: $1785,7 \cdot (2/3) = 1190,4$ mol. La massa di Fe è: $1190,4 \cdot 55,85 = 66,49$ kg

Considerando una resa del 67%, la massa di Fe è: $66,49 \cdot 0,67 = 44,5$ kg. (Risposta A)

18. Nella tavola periodica degli elementi, il potenziale di ionizzazione lungo un gruppo:

- A) cresce progressivamente
 B) decresce progressivamente
 C) decresce nei primi due gruppi, cresce negli altri
 D) decresce nei primi due gruppi, poi resta invariato.

18. Soluzione

L'energia di prima ionizzazione decresce lungo i gruppi a causa della sempre maggiore lontananza dell'elettrone esterno che deve essere perso perchè l'atomo diventi uno ione positivo. (Risposta B)

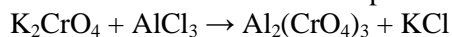
19. Indicare quale serie di numeri quantici è incompatibile:

- A) $n = 3; l = 1; m_l = -1; m_s = +1/2$
 B) $n = 4; l = 2; m_l = 1; m_s = -1/2$
 C) $n = 5; l = 4; m_l = -3; m_s = -1/2$
 D) $n = 5; l = 5; m_l = 0; m_s = +1/2$

19. Soluzione

Nella sequenza D, il numero quantico l non può essere 5 perchè l può assumere solo valori interi compresi tra zero e $n-1$. Quindi, con $n = 5$, i valori che può assumere l sono: 0, 1, 2, 3, 4 (s, p, d, f, g). (Risposta D)

20. Indicare, in ordine sparso, i coefficienti stechiometrici necessari per bilanciare la seguente reazione:



- A) 1, 2, 3, 4 B) 6, 5, 3, 2 C) 6, 2, 1, 3 D) 3, 3, 1, 1

20. Soluzione

La reazione è di doppio scambio: $3 \text{K}_2\text{CrO}_4 + 2 \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{CrO}_4)_3 + 6 \text{KCl}$. (Risposta C)

21. Un gas a comportamento ideale è contenuto in un recipiente chiuso da un setto scorrevole (cilindro-pistone) costituito da pareti adiabatiche. Il gas, inizialmente in equilibrio termodinamico, viene fatto espandere diminuendo lentamente la pressione esercitata sul pistone, fino a raggiungere un nuovo equilibrio. La temperatura del gas...

- A) rimane costante B) diminuisce C) aumenta D) i dati sono insufficienti

21. Soluzione

In un'espansione isoterma, la temperatura e l'energia interna rimangono costanti solo perchè il sistema assorbe dall'esterno un calore uguale al lavoro compiuto. In un'espansione adiabatica, non ci sono scambi di calore e quindi la temperatura e l'energia interna del gas diminuiscono ($\Delta U = -W_{\text{fatto}}$). (Risposta B)

22. Un blocco di ferro di massa 4 kg alla temperatura di 20 °C viene messo in contatto con un blocco di alluminio di massa 3 kg alla temperatura di 65 °C. I due blocchi di metallo possono scambiare calore soltanto tra loro. Quale temperatura sarà raggiunta all'equilibrio? La capacità termica specifica del ferro è $460 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$, mentre quella dell'alluminio è $880 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ e si considerano indipendenti dalla temperatura.

- A) 40,0 °C
 B) 42,5 °C
 C) 45,0 °C
 D) 46,5 °C

22. Soluzione

Il calore Q_A ceduto dall'alluminio è uguale al calore Q_F assorbito dal ferro. Quindi: $m_A c_A \Delta T_A = m_F c_F \Delta T_F$
 Chiamando T la T di equilibrio si ha: $3 \cdot 880 (65-T) = 4 \cdot 460 (T-20)$ da cui: $17160 - 264T = 184T - 3680$
 $448T = 20840$ da cui: $T_{\text{equilibrio}} = 46,5 \text{ °C}$. (Risposta D)

23. L'acqua è caratterizzata da:

- A) valori alti di calore specifico ed entalpia di fusione
 B) valore alto di calore specifico e valore basso di entalpia di fusione
 C) valore basso di calore specifico e valore alto di entalpia di fusione
 D) valori bassi di calore specifico ed entalpia di fusione

23. Soluzione

I legami a idrogeno dell'acqua le danno valori elevati sia di calore specifico sia di ΔH di fusione. (Risposta A)

24. Le lamine di ferro vengono protette dall'ossidazione atmosferica con un rivestimento di zinco metallico (ferro zincato). Qual è la funzione dello $\text{Zn}_{(s)}$?

- A) $\text{Zn}_{(s)}$ non viene ossidato dall'ossigeno
 B) $\text{Zn}_{(s)}$ si ossida dopo il $\text{Fe}_{(s)}$
 C) $\text{Zn}_{(s)}$ si ossida prima del $\text{Fe}_{(s)}$
 D) $\text{Zn}_{(s)}$ forma una lega con il $\text{Fe}_{(s)}$

24. Soluzione

Lo Zn si ossida prima del Fe e così cede al ferro gli elettroni e gli impediscono di ossidarsi, inoltre, lo zinco forma in superficie una patina di ossido che lo protegge da ulteriori ossidazioni. (Risposta C)

25. La soluzione fisiologica in vendita nelle farmacie è una soluzione acquosa allo 0,9% di NaCl ed ha la stessa pressione osmotica del sangue (isotonica). Indicare quale concentrazione di glucosio ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) fornisce una soluzione isotonica con il sangue.

- A) 0,31 M
 B) 0,11 M
 C) 0,28 M
 D) 0,45 M

25. Soluzione

La massa molare di NaCl è: $23 + 35,45 = 58,45$; In un litro i grammi di NaCl sono $0,9 \cdot 10 = 9 \text{ g}$.
 In 9 g le moli di NaCl sono: $9/58,45 = 0,154 \text{ mol}$. NaCl produce due ioni, le moli totali sono: $0,154 \cdot 2 = 0,308 \text{ mol}$.
 Una soluzione isotonica deve contenere 0,308 moli di glucosio su litro cioè deve essere 0,31 M. (Risposta A)

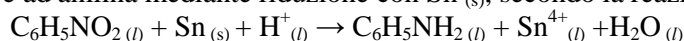
26. Il lievito artificiale utilizzato in cucina è costituito da una miscela di $\text{NaHCO}_3_{(s)}$ e $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2_{(s)}$.
 Alla temperatura di 160 °C, indicare i prodotti della lievitazione.

- A) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_3\text{PO}_4$
 B) $\text{CO}_2 + \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
 C) $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{PO}_4^{3-}$
 D) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{PO}_4$

26. Soluzione

Il bicarbonato NaHCO_3 ha bisogno di un H^+ per produrre CO_2 : $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 L'acido che fornisce l' H^+ è $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$: $\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightarrow \text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$
 I prodotti della decomposizione termica del lievito sono: $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}, \text{HPO}_4^{2-}$. (Risposta B)

27. Il nitrobenzene si riduce ad anilina mediante riduzione con Sn_(s), secondo la reazione (da bilanciare):

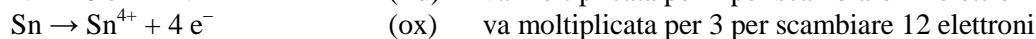
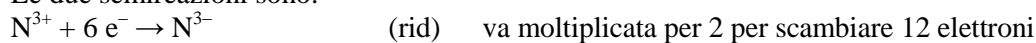


Quante moli di Sn occorrono per ridurre 2 moli di nitrobenzene?

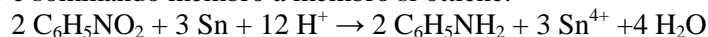
- A) 5,5 mol B) 3,0 mol C) 3,8 mol D) 1,5 mol

27. Soluzione

Le due semireazioni sono:



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



Per ridurre 2 moli di nitrobenzene servono 3 moli di Sn.

(Risposta B)

28. L'aceto di vino commerciale ha una concentrazione di acido acetico (CH₃COOH) del 6,0% (m/m) (densità 1,020 g mL⁻¹). Calcolare la concentrazione molare dell'acido acetico.

- A) 1,02 M B) 0,85 M C) 1,21 M D) 0,77 M

28. Soluzione

La massa molare di CH₃COOH è: 24 + 4 + 32 = 60 g/mol. Un litro di aceto pesa: 1000 · 1,020 = 1020 g

e contiene: 0,06 · 1020 = 61,2 g/L di acido acetico. La concentrazione è: 61,2/60 = 1,02 M. (Risposta A)

29. Una bombola di acetilene di 10,0 L, alla pressione di 150,0 · 10⁵ Pa ed alla temperatura di 290,0 K, a causa di una perdita nel manometro, si svuota accidentalmente fino ad una pressione nella bombola di 100,0 · 10⁵ Pa. La stanza del laboratorio in cui si trova la bombola ha una superficie di 42 m² ed un'altezza di 2,9 m (a forma di parallelepipedo). Calcolare la concentrazione del gas nella stanza (in g/m³).

- A) 6,51 g/m³ B) 4,43 g/m³ C) 2,95 g/m³ D) 8,17 g/m³

29. Soluzione

Risolviamo questo problema solo come caso teorico, ma vogliamo far notare che una bombola di acetilene non è stabile a queste pressioni. L'acetilene va stoccato in soluzione con l'acetone a pressioni non superiori alle 20 atm altrimenti si decompone in modo esplosivo secondo la reazione C₂H₂ → 2 C + 3 H₂ con ΔH = -54 kcal/mol.

La pressione iniziale era: 150,0/1,013 = 148 atm. La pressione finale è: 100/1,013 = 98,7 atm.

All'inizio, le moli di acetilene nella bombola sono: n = PV/RT = (148 · 10)/(0,0821 · 290) = 62,16 mol.

Le moli rimaste sono: n = PV/RT = (98,7 · 10)/(0,0821 · 290) = 41,45 mol.

Le moli fuoruscite sono: 62,16 - 41,45 = 20,7 mol. La massa molare di acetilene, C₂H₂, è: 24 + 2 = 26 g/mol.

La massa uscita è: 26 · 20,7 = 538 g. La concentrazione è: 538/(42 · 2,9) = 4,42 g/m³. (Risposta B)

30. Il contenuto di azoto organico in un alimento si determina trasformandolo in NH_{3(g)}. Sapendo che da 10,53 g di farina si ottengono 0,016 mol di NH_{3(g)} determinare la percentuale di azoto organico (espresso come % di N).

- A) 8,1% B) 4,3% C) 5,7% D) 2,1%

30. Soluzione

Le moli di NH₃ in 100 g di farina sono: (0,016/10,53) · 100 = 0,152 mol.

La massa di N in 100 g di farina è 0,152 · 14 = 2,13 g cioè 2,1%. (Risposta D)

31. Un'acqua minerale contiene una concentrazione di As pari a 9,50 μg/L. Se si assumono 1,50 L di acqua al giorno, calcolare la quantità di As (in mg) ingerita in 1 anno (365 giorni).

- A) 7,21 mg B) 2,85 mg C) 5,20 mg D) 9,64 mg

31. Soluzione

La quantità di As ingerita in un anno è: (9,5 · 10⁻³) · 1,5 · 365 = 5,20 mg. (Risposta C)

32. L'acqua distillata a 323 K ha un pH = 6,63. Calcolare il prodotto ionico dell'acqua a questa temperatura.

- A) 9,1 · 10⁻¹⁴ B) 1,3 · 10⁻¹³ C) 5,5 · 10⁻¹⁴ D) 7,4 · 10⁻¹³

32. Soluzione

[H⁺] = 10^{-pH} = 10^{-6,63} = 2,34 · 10⁻⁷ M. Dato che: [OH⁻] = [H⁺] si ha: K_w = [H⁺][OH⁻] = [H⁺]².

K_w = (2,34 · 10⁻⁷)² = 5,5 · 10⁻¹⁴. (Risposta C)

33. Quanti mL di HCl 0,150 M si devono aggiungere a 3,50 g di NaNO_2 ($K_{a\text{HNO}_2} = 4,5 \cdot 10^{-4}$) per ottenere una soluzione con pH = 4,10 e con un volume finale di 500,0 mL ? (Considerare i volumi additivi)

- A) 75,3 mL B) 84,8 mL C) 67,3 mL D) 51,1 mL

33. Soluzione

Il pK_a di HNO_2 è $= -\log(4,5 \cdot 10^{-4}) = 3,347$. Il pH di una soluzione tampone è: $\text{pH} = pK_a - \log[\text{HA}]/[\text{A}^-]$ da cui: $\log[\text{HA}]/[\text{A}^-] = pK_a - \text{pH} = 3,347 - 4,10 = -0,7532$ Da cui: $[\text{HA}]/[\text{A}^-] = 10^{-0,753} = 0,17652$

La massa molare di NaNO_2 è: $23 + 14 + 32 = 69$ g/mol. Le moli di NaNO_2 sono: $3,50/69 = 50,7$ mmol.

Se chiamiamo x le mmoli da aggiungere di HCl si ha: $n_{(\text{HA})} = x$ e $n_{(\text{A}^-)} = 50,7 - x$

quindi $[\text{HA}]/[\text{A}^-] = x/(50,7 - x) = 0,17652$ da cui: $5,665x = 50,7 - x$ $x = 50,7/6,665 = 7,607$ mmol.

Il volume di HCl è: $V = n/M = 7,607/0,150 = 50,7$ mL.

Il pH della soluzione tampone non varia se si porta il volume a 500 mL. (Risposta D)

34. In quali condizioni di pH l'ossigeno disciolto in una soluzione acquosa mostra un potere ossidante maggiore?

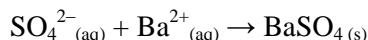
- A) soluzione acida
B) soluzione neutra
C) soluzione basica
D) non dipende dal pH

34. Soluzione

La semireazione di O_2 è: $\text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{H}^+(\text{aq}) + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$.

Una maggior concentrazione di H^+ spinge la reazione a destra e rende O_2 più ossidante. (Risposta A)

35. Una soluzione di H_2SO_4 viene analizzata per determinarne il titolo, aggiungendo una soluzione 1 M di BaCl_2 . Si verifica la reazione quantitativa:



Sapendo che da 80,0 mL di soluzione si ottengono 0,235 g di solido, calcolare il pH della soluzione di H_2SO_4 .

- A) 1,55 B) 1,84 C) 1,33 D) 1,40

35. Soluzione

La massa molare di BaSO_4 è: $137,33 + 32 + 64 = 233,3$ g/mol. Le moli di BaSO_4 sono: $0,235/233,3 = 1,007$ mmol.

La concentrazione di H_2SO_4 è: $1,007/80 = 1,26 \cdot 10^{-2}$ M. HSO_4^- non è un acido forte infatti ha un $pK_a = 1,92$.

Se immaginiamo che H_2SO_4 liberi un solo H^+ , si ottiene: $\text{pH} = -\log(1,26 \cdot 10^{-2}) = 1,9$

Se calcoliamo con esattezza il pH considerando anche il secondo H^+ che ha $pK_a = 1,92$, si ottiene: $\text{pH} = 1,75$

Se calcoliamo il pH considerando la dissociazione totale, si ha: $\text{pH} = -\log(2 \cdot 1,26 \cdot 10^{-2}) = 1,6$. (Risposta X?)

36. 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 18,0 k in oro, quale percentuale (m/m) di oro contiene?

- A) 62% B) 75% C) 58% D) 81%

36. Soluzione

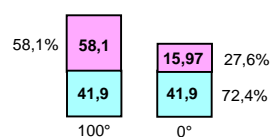
La lega contiene 18 g di Au e 6 g di Cu. La % di Au è $18/24 = 75\%$.

(Risposta B)

37. Sapendo che la solubilità di KCl a 100°C è 58,1% ed a 0°C è 27,6%, calcolare la resa di cristallizzazione dopo raffreddamento a 0°C (cioè la % del solido cristallizzato rispetto al solido iniziale disciolto).

- A) 48,7%
B) 59,4%
C) 52,5%
D) 45,9%

37. Soluzione



In 100 g della soluzione a 100°C vi sono 58,1 g di KCl e $100 - 58,1 = 41,9$ g di H_2O .

Dopo che la soluzione è stata raffreddata a 0°C , una quantità x di KCl precipita.

La soluzione fredda è formata dal KCl residuo sciolto in 41,9 g di H_2O .

Il KCl è il 27,6% della soluzione fredda, l'acqua è il $100 - 27,6 = 72,4\%$.

Dato che l'acqua pesa 41,9 g, il KCl residuo pesa: $(41,9/72,4) \cdot 27,6 = 15,97$ g.

Il KCl estratto è $58,1 - 15,97 = 42,13$ g. La % cristallizzata è: $42,13/58,1 = 72,5\%$.

(Risposta X?)

38. In un reattore industriale di 10 L, alla temperatura di 30 °C è presente una miscela costituita da:

11,5 g di N_{2(g)}, 18,7 g di O_{2(g)} e 31,4 g di CH_{4(g)}. Calcolare la % (v/v) di CH_{4(g)}.

- A) 58% B) 66% C) 49% D) 51%

38. Soluzione

Le moli di N₂ sono: 11,5/28 = 0,411 mol. Moli di O₂: 18,7/32 = 0,584 mol. Moli di CH₄: 31,4/16 = 1,963 mol.

La % in volume è uguale a quella in moli: % di CH₄ = 1,962/(0,411 + 0,584 + 1,963) = 66%. (Risposta B)

39. L'umidità relativa rappresenta il rapporto tra l'umidità reale e l'umidità massima (satura) ad una data temperatura. A 24 °C l'umidità massima è 21,6 mg/L di vapor d'acqua. Calcolare la concentrazione del vapor d'acqua (in mg/L) in un ambiente con il 61,0% di umidità relativa.

- A) 18,4 mg/L B) 21,7 mg/L C) 13,2 mg/L D) 27,9 mg/L

39. Soluzione

La quantità di vapor d'acqua a 24 °C con il 61% di umidità relativa è 21,6 · 0,61 = 13,2 mg/L. (Risposta C)

40. Indicare l'osservazione ERRATA sull'etanolo (CH₃CH₂OH):

- A) il numero di ossidazione medio del carbonio è 2 B) è un liquido in condizioni normali
C) è un alcol secondario D) è in grado di formare legami a idrogeno

40. Soluzione

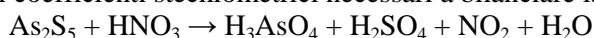
Il carbonio alchilico ha n.o. -3, il carbonio alcolico ha n.o. -1. Il n.o. medio è -2 (non è 2).

Gli alcoli vengono classificati primari, secondari o terziari a seconda del tipo di carbonio che regge l'OH.

Nell'etanolo, l'OH è legato ad un carbonio primario, quindi è un alcol primario (non è secondario).

Nelle ammine, invece, la classificazione è fatta in base alla sostituzione dell'azoto amminico. Due molecole simili come l'alcol terzbutilico (alcol terziario) e la terzbutilammina (ammina primaria terzalchilica) possono chiarire la convenzione. (Risposta A e C)

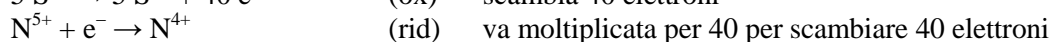
41. Indicare, in ordine sparso, i coefficienti stechiometrici necessari a bilanciare la seguente reazione:



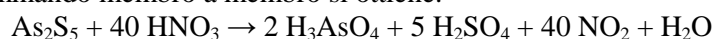
- A) 1, 40, 5, 2, 12, 20 B) 40,1, 5, 2, 12, 40 C) 40, 2, 10, 5, 18, 20 D) 5, 12, 20, 2, 20, 1

41. Soluzione

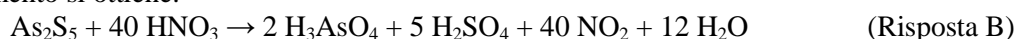
Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 40 e sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento si ottiene:



42. Quale tra le seguenti tecniche di separazione comporta dei passaggi di stato?

- A) filtrazione B) distillazione C) cromatografia D) estrazione

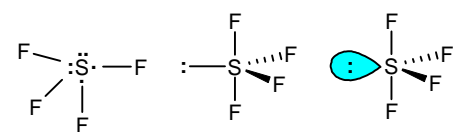
42. Soluzione

Nella distillazione, la soluzione prima evapora per ebollizione, poi condensa. (Risposta B)

43. Secondo la teoria VSEPR la geometria del tetrafluoruro di zolfo è:

- A) ad altalena B) tetraedrica C) planare quadrata D) bipiramidale trigonale

43. Soluzione



Lo zolfo ha 6 elettroni di valenza (come l'ossigeno). Con 4 elettroni lega i 4 atomi di fluoro, gli resta una coppia di elettroni di non legame.

In totale lo zolfo deve sistemare 5 coppie di elettroni (4 di legame e 1 di non legame) e le dispone a bipiramide trigonale. La coppia di non legame (più ingombrante) va disposta nella base triangolare dove ci sono angoli di 120°. Le quattro posizioni rimaste sono occupate dai 4 atomi di fluoro. La struttura è ad altalena. (Risposta A)

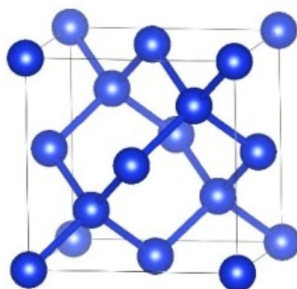
44. La struttura del diamante è caratterizzata da una cella elementare cubica di atomi di carbonio. Sapendo che la lunghezza del legame C–C nel diamante a 25°C è 1,545 Angstrom, indicare il numero di atomi contenuti in una cella elementare

- A) 8 B) 4 C) 17 D) 16

44. Soluzione

In una cella elementare cubica vi è un atomo in ogni vertice a prescindere dalla lunghezza del legame C–C. Vi sono quindi 8 atomi sui vertici del cubo, ma solo 1/8 di ognuno di loro è interno al cubo, quindi ogni cella elementare contiene un solo atomo. (Risposta X?)

44 bis. Determinare il numero di atomi di carbonio contenuti nella cella elementare del diamante mostrata qui sotto:



- A) 8
B) 10
C) 14
D) 18

44 bis. Soluzione

In questa cella elementare si vedono 8 atomi sugli 8 vertici, 6 atomi al centro delle 6 facce e 4 atomi al centro dei 4 tetraedri. Gli atomi interni alla cella sono: 1 sui vertici ($8 \cdot 1/8$), 3 sulle facce ($6 \cdot 1/2$) e 4 interni ai tetraedri. In totale gli atomi interni alla cella sono: $1 + 3 + 4 = 8$. (Risposta A)

45. Un parallelepipedo di rame ha i lati di 3,0, 5,8 e 7,0 cm; la densità del rame è 8,96 g/cm³. Calcolare il peso del solido e il numero di atomi di rame.

- A) $m = 1,09 \text{ kg}$ e $1,15 \cdot 10^{27}$ atomi B) $m = 501 \text{ g}$ e $1,15 \cdot 10^{27}$ atomi
C) $m = 767 \text{ g}$ e $1,15 \cdot 10^{23}$ atomi D) $m = 2 \text{ kg}$ e $2,3 \cdot 10^{25}$ atomi

45. Soluzione

Il volume del parallelepipedo è: $3,0 \cdot 5,8 \cdot 7,0 = 121,8 \text{ cm}^3$.

Il suo peso è: $m = d \cdot V = 8,96 \cdot 121,8 = 1091 \text{ g} = 1,09 \text{ kg}$. Le moli di rame sono: $1091/63,55 = 17,168 \text{ mol}$.

Gli atomi sono: $17,168 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 1,034 \cdot 10^{25}$. (Risposta X?)

46. Indicare la composizione percentuale del solfato rameico pentaidrato.

- A) Cu 25,45%; S 12,82%; O 57,71%; H 4,008%
B) Cu 57,71%; S 12,82%; O 25,45%; H 4,008%
C) è presente acqua quindi non si può definire
D) Cu 20,10%; S 18,17%; O 53,71%; H 8,008%

46. Soluzione

La massa molare del $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ è: $63,55 + 32 + 64 + 5 \cdot 18 = 249,55 \text{ g/mol}$.

La % di Cu è: $63,55/249,55 = 25,46\%$. La % di S è: $32/249,55 = 12,82\%$.

La % di O è: $(9 \cdot 16)/249,55 = 57,70\%$. La % di H è: $(10 \cdot 1,008)/249,55 = 4,04\%$. (Risposta A)

47. 3 moli del composto A non volatile vengono sciolte in un volume di solvente sufficientemente grande da poter considerare la soluzione ideale. Come cambia la tensione di vapore della soluzione ottenuta se ad essa vengono aggiunte 2 moli del composto B, anche esso non volatile, in grado di formare un complesso AB? A, B ed AB sono tutti solubili nel solvente considerato e la formazione del complesso è energeticamente molto favorita.

- A) si formerà un precipitato B) la tensione di vapore diminuirà
C) la tensione di vapore aumenterà D) la tensione di vapore rimarrà inalterata

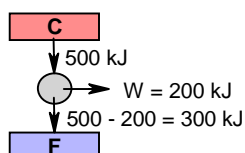
47. Soluzione

2 moli di A spariscono reagendo con 2 moli di B e sono sostituite da 2 moli di AB. Le moli totali non cambiano: sono ancora 3 (1 mol di A e 2 mol di AB). La frazione molare del solvente non cambia e quindi la tensione di vapore del solvente rimane inalterata. (Risposta D)

48. Un sistema lavora come macchina termica scambiando calore esclusivamente con due serbatoi di calore a temperatura T_F e a temperatura T_C (con $T_{Cald} > T_{Fredda}$). Dopo aver svolto un numero intero di cicli costituiti da trasformazioni reversibili, il sistema ha scambiato calore per 500 kJ con il serbatoio di calore alla temperatura T_C , svolgendo 200 kJ di lavoro. Qual è il calore scambiato dal sistema con il serbatoio a T_F ?

- A) 700 kJ
B) 300 kJ
C) -300 kJ
D) -700 kJ

48. Soluzione



L'energia che non viene trasformata in lavoro deve essere ceduta alla sorgente fredda, quindi il calore ceduto è $500 - 200 = 300$ kJ. Dato che il calore ceduto va considerato col segno negativo, questo calore è: -300 kJ.

Il bilancio energetico in un ciclo deve essere zero: $500 - 200 - 300 = 0$. (Risposta C)

49. Rispetto agli altri tipi di catalizzatore, un enzima è:

- A) attivo in un intervallo di temperatura molto più grande
B) molto più economico
C) molto più selettivo
D) molto più facile da recuperare una volta finita la reazione

49. Soluzione

Un enzima è un catalizzatore molto più selettivo rispetto ad altri catalizzatori, infatti, ha una selettività sia di substrato sia di reazione. Un enzima fa reagire un solo substrato (o pochissime molecole simili) e compie una sola reazione a parte casi particolari come l'enzima aconitasi che, nei mitocondri, catalizza la seconda reazione del ciclo di Krebs e, nel citoplasma, è una proteina regolatrice dei livelli del ferro. (Risposta C)

50. La legge cinetica integrata collega:

- A) le concentrazioni dei reagenti (e dei prodotti) al tempo
B) le concentrazioni dei reagenti a quelle dei prodotti
C) le concentrazioni dei reagenti (e dei prodotti) alla temperatura
D) la costante cinetica alla temperatura

50. Soluzione

La legge cinetica integrata del I ordine è: $\ln(A_0/A) = kt$ Collega le concentrazioni al tempo. (Risposta A)

51. La costante di equilibrio della reazione: $A + B \rightarrow C + D$ è 0,43.

Qual è la costante di equilibrio della reazione: $C + D \rightarrow A + B$?

- A) 0,43 B) 2,3 C) -0,57 D) 34

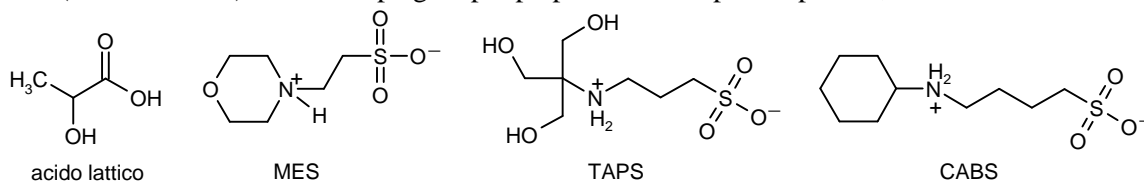
51. Soluzione

La K_{eq} della reazione inversa è $K^{-1} = [A][B]/[C][D]$, è il reciproco di quella diretta: $1/0,43 = 2,3$. (Risposta B)

52. Nei laboratori di biologia alcuni acidi sono utilizzati per formare dei tamponi, come:

l'acido lattico ($K_a = 10^{-3,9}$), il MES ($K_a = 10^{-6,2}$), il TAPS ($K_a = 10^{-8,4}$), il CABS ($K_a = 10^{-10,7}$).

Quale acido (con il suo sale) occorre impiegare per preparare un tampone a $pH = 7,0$?



- A) acido lattico B) MES C) TAPS D) CABS

52. Soluzione

Il pK_a dell'acido deve essere vicino al pH da tamponare, quindi, va scelto il MES con pK_a 6,2. (Risposta B)

53. Indicare il pH di una soluzione ottenuta mescolando 500,0 mL di una soluzione 0,02 M di HCl con 200,0 mL di una soluzione 0,05 M di Na₂CO₃. (Assumere che i volumi siano additivi).

- A) 8,4 B) 9,4 C) 4,8 D) 6,7

53. Soluzione

Le moli di HCl sono: $0,02 \cdot 500 = 10$ mmol. Le moli di Na₂CO₃ sono: $0,05 \cdot 200 = 10$ mmol. La reazione, quindi trasforma completamente il carbonato in bicarbonato: $\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$. Il pH della soluzione si ottiene dalla semisomma delle due pK_a di H₂CO₃: K_{a1} = $4,2 \cdot 10^{-7}$ (pK_{a1} = 6,38); K_{a2} = $4,8 \cdot 10^{-11}$ (pK_{a2} = 10,32); $\text{pH} = (\text{pK}_{a1} + \text{pK}_{a2})/2 = (6,38 + 10,32)/2 = 8,4$. (Risposta A)

54. Una fase solida di massa 2,55 g, costituita da MgCl₂ · 6 H₂O_(s) e CaCl_{2(s)} è sottoposta ad un riscaldamento a 180 °C, per eliminare tutta l'acqua del composto idrato. Si verifica una perdita in peso del 25,0 % (m/m).

Calcolare la percentuale di MgCl₂ · 6 H₂O nella miscela. [P.M._{MgCl₂ · 6 H₂O} = 203,31 u; P.M._{CaCl₂} = 110,99 u]

- A) 58,7 B) 38,4 C) 29,4 D) 46,2

54. Soluzione

Le moli di H₂O in 100g sono: $25/18 = 1,389$ mol. Le moli di MgCl₂ · 6 H₂O in 100 g sono: $1,389/6 = 0,2315$ mol. La massa di MgCl₂ · 6 H₂O in 100 g è: $0,2315 \cdot 203,31 = 47$ g (47%). (Risposta D)

55. Calcolare la costante di equilibrio in acqua del gas Radon $\text{Rn}_{(g)} \rightarrow \text{Rn}_{(aq)}$ (in M/Pa), sapendo che un'acqua sotterranea in equilibrio con una fase gassosa che contiene 11,2% (v/v) di Rn_(g) alla pressione totale di $2,01 \cdot 10^5$ Pa, presenta una concentrazione di Rn_(aq) pari a 466,3 mg/L. [P.A._{Rn} = 222 u]

- A) $9,4 \cdot 10^{-8}$ M/Pa
B) $2,2 \cdot 10^{-6}$ M/Pa
C) $6,1 \cdot 10^{-5}$ M/Pa
D) $5,5 \cdot 10^{-7}$ M/Pa

55. Soluzione

La pressione parziale del Rn_(g) è: $p_{\text{Rn}} = x_{\text{Rn}} \cdot P_{\text{tot}} = 0,112 \cdot 2,01 \cdot 10^5 = 2,25 \cdot 10^4$ Pa. Le moli/L di Rn sono: $0,4663/222 = 2,1 \cdot 10^{-3}$ M. Quindi: $K_{\text{eq}} = [\text{Rn}_{(aq)}]/p_{\text{Rn}} = 2,1 \cdot 10^{-3}/2,25 \cdot 10^4 = 9,3 \cdot 10^{-8}$ M/Pa. (Risposta A)

56. 8,50 g di KNO₃ solido sono solubilizzati in 120,0 g di una sua soluzione acquosa al 6,40% (m/m). Calcolare la concentrazione (% m/m) della soluzione ottenuta.

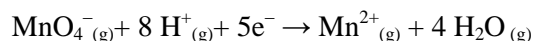
- A) 21,3
B) 9,85
C) 12,6
D) 18,9

56. Soluzione

La massa di KNO₃ aggiunta a 100 g di soluzione è: $(8,5/120) \cdot 100 = 7,08$ g.

In 100 g di soluzione c'erano 6,4 g di KNO₃. Dopo l'aggiunta vi sono: $7,08 + 6,4 = 13,48$ g di KNO₃. La massa della soluzione è diventata: $100 + 7,08 = 107,08$ g. La percentuale è: $13,48/107,08 = 12,6\%$. (Risposta C)

57. Il permanganato di potassio ossida, in ambiente acido, una sostanza Y, di peso molecolare 100,5, secondo la semireazione:



Sapendo che 0,50 moli di KMnO₄ reagiscono con 1,25 moli di Y, determinare il peso equivalente di Y.

- A) 100,5
B) 50,3
C) 33,5
D) 25,1

57. Soluzione

Una mole di KMnO₄ scambia 5 elettroni con 2,5 moli di Y. Le moli di Y che scambiano un elettrone sono $2,5/5 = 0,5$ mol. Quindi il peso equivalente è quello di $0,5 \text{ mol} = 100,5/2 = 50,3$ g/mol. (Risposta B)

58. Una soluzione contenente un anione X^- partecipa alle seguenti reazioni:

- a) (con AgNO_3 0,1 M) $\text{Ag}^+ + X^- \rightarrow \text{AgX}_{(s)}$
 b) (con HNO_3 0,1 M) $2 \text{NO}_3^- + 6 X^- + 8 \text{H}^+ \rightarrow 3 X_{2(g)} + 2 \text{NO} + 4 \text{H}_2\text{O}$
 c) (con FeCl_3 0,01 M) $\text{Fe}^{3+} + X^- \rightarrow$ nessuna reazione

Indicare l'anione X^- sulla base dei prodotti di solubilità e dei potenziali redox delle tabelle in dotazione.

- A) Cl^- B) Br^- C) I^- D) SCN^-

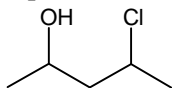
58. Soluzione

Tutti e quattro gli anioni danno sali poco solubili con Ag^+ . Non esiste un gas $(\text{SCN})_2$ (D errata).

HNO_3 ($E^\circ = 0,96 \text{ V}$) alla concentrazione 0,1 M ha $E = 0,94 \text{ V}$, quindi può ossidare I^- ($E^\circ = 0,54 \text{ V}$), ma non ossida Br^- ($E^\circ = 1,08 \text{ V}$) e nemmeno Cl^- ($E^\circ = 1,36 \text{ V}$) (A e B errate).

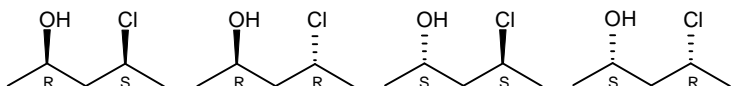
Fe^{3+} ($E^\circ = 0,77 \text{ V}$) alla concentrazione 0,01 M ha $E = 0,66 \text{ V}$, così ossida I^- (C errata). (Risposta X)

59. Quanti stereoisomeri può generare il 4-cloro-2-pentanolio?



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

59. Soluzione



La molecola ha 2 centri stereogenici, quindi i possibili stereoisomeri sono: $2^{n^\circ \text{centri}} = 2^2 = 4$.

(Risposta C)

60. Quale delle seguenti condizioni può aumentare la stabilità di un carbocatione?

- A) la presenza di un sostituito elettron-attrattore in prossimità del centro carico
 B) la possibilità di delocalizzare la carica
 C) la presenza in soluzione di un solvente apolare
 D) nessuna delle precedenti

60. Soluzione

Un carbocatione è una specie instabile a causa della sua carica positiva, per questo è stabilizzato da sostituenti elettron-donatori (A errata).

Il carbocatione terzbutilico, per esempio, è stabilizzato da tre gruppi metilici che gli donano elettroni per effetto induttivo e per iperconiugazione. Il carbocatione benzilico è ancora più stabile perchè è legato ad un sistema di doppi legami che gli donano elettroni per risonanza e così delocalizzano la carica positiva. (Risposta B)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato