

Giochi della Chimica 1988

Problemi risolti – Fase regionale – Classe C

1. Quale, fra i seguenti campioni di $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (aq), neutralizza 25,0 mL di HCl (aq) 0,20 M?
- A) 12,5 mL di $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (aq) 0,10 M
 B) 25,0 mL di $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (aq) 0,10 M
 C) 25,0 mL di $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (aq) 0,20 M
 D) 50,0 mL di $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (aq) 0,20 M

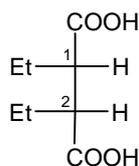
1. Soluzione

Le moli di HCl sono: $n = MV = 0,2 \cdot 25 = 5$ mmol.

Nella soluzione B di $\text{Ba}(\text{OH})_2$, le moli di OH^- sono: $n = 2MV = 2 \cdot 0,1 \cdot 25 = 5$ mmol.

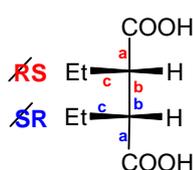
(Risposta B)

2. Quale configurazione ha il seguente composto?



- A) 1R, 2S B) 1S, 2R C) 1S, 2S D) 1R, 2R

2. Soluzione



La molecola ha un piano di simmetria che la taglia a metà, quindi i due centri devono essere speculari tra loro (R,S) e non possono essere uguali (R,R) o (S,S) (C e D errate).

Nel carbonio 1, la rotazione osservata ($a \rightarrow b \rightarrow c$), andando dal gruppo a priorità maggiore (a) verso quello a priorità minore (c), è verso destra (R), ma va capovolta in sinistra (S) perchè l'atomo più leggero (H) è rivolto verso di noi, dalla parte opposta a quella convenzionale (dovrebbe essere lontano da noi). Le configurazioni sono, quindi 1S, 2R. (Risposta B)

3. Usando una corrente di 3 ampere, quante ore occorrono per decomporre 36 g di H_2O ?

- A) 25,4 h B) 42,3 h C) 2 h D) 35,7 h

3. Soluzione

I due H^+ dell'acqua reagiscono così: $2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$. Quindi servono 2 elettroni per ogni molecola di H_2O .

Le moli di acqua (MM = 18 u) sono: $36/18 = 2$ mol. Quindi servono 4 mol di elettroni: $4 \cdot 96485 = 385940$ C.

Gli ampere sono coulomb al secondo: $A = C/s$ quindi i secondi sono: $s = C/A = 385940/3 = 128647$ s

Le ore sono: $128647/3600 = 35,7$ h.

(Risposta D)

4. L'acido acetico glaciale (MM = 60,0 u) è acido acetico puro con densità 1,05 g/mL.

Il volume di acido acetico glaciale necessario per preparare 1,00 L di soluzione 0,20 M è circa:

- A) 12,6 mL B) 12,0 mL C) 11,4 mL D) 10,3 mL

4. Soluzione

La massa di acido acetico in 0,2 mol è: $m = n \cdot \text{MM} = 0,2 \cdot 60 = 12$ g

Dato che la densità vale: $d = m/V$ si ottiene: $V = m/d = 12/1,05 = 11,4$ mL.

(Risposta C)

5. L'acqua deionizzata NON contiene:

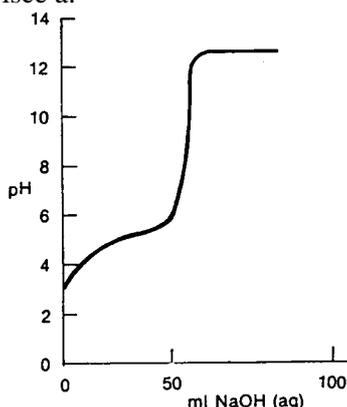
- A) calcare
 B) ioni Ca^{2+} e Mg^{2+}
 C) alcuna specie ionica
 D) ioni, ad eccezione di H^+ e OH^-

5. Soluzione

L'acqua deionizzata è stata privata degli ioni ad eccezione di H^+ e OH^- che si formano spontaneamente dalla dissociazione dell'acqua.

(Risposta D)

6. La seguente curva di titolazione si riferisce a:



- A) un acido forte 0,1 M
 B) un acido debole 0,1 M
 C) un acido forte 0,01 M
 D) una base debole 0,1 M

6. Soluzione

Questa è la curva di titolazione di un acido debole (si parte da pH 3) con una base forte (si arriva a pH 13). A metà titolazione si osserva una stabilizzazione del pH al valore della pK_a dell'acido debole (5,5) dovuta alla formazione di una soluzione tampone formata dall'acido debole e dalla sua base coniugata. (Risposta B)

7. Quale, fra i seguenti composti, ha momento dipolare nullo?

- A) PH_3 B) H_2Se C) CCl_4 D) ICl

7. Soluzione

La molecola con momento dipolare nullo è CCl_4 che possiede legami polari C-Cl, ma essendo tetraedrica, rivolge i dipoli in direzioni opposte nello spazio per cui questi si annullano vettorialmente tra loro. (Risposta C)

8. L'effetto "ione comune" viene utilizzato nel lavaggio di un precipitato per:

- A) favorire la filtrabilità del precipitato
 B) aumentare la solubilità delle impurezze
 C) diminuire la solubilità del precipitato
 D) aumentare la solubilità del precipitato

8. Soluzione

Se si deve lavare un sale precipitato, si può usare una soluzione che contiene uno ione in comune con il precipitato in modo da diminuire la sua solubilità nelle acque di lavaggio. (Risposta C)

9. I composti:

- 1) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$
- 2) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$
- 3) $CH_3-O-CH_2-CH_2-CH_3$
- 4) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

hanno circa la stessa massa molecolare. Quale sequenza rappresenta l'ordine crescente dei loro punti di ebollizione?

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

9. Soluzione

Il composto più basso bollente è l'alcano (4) che forma solo legami intermolecolari molto deboli, interazioni di van der Waals tra dipoli istantanei oscillanti. Il composto successivo è l'etere (3) che può formare anche legami dipolo-dipolo. Poi viene l'ammina (1) che forma legami idrogeno che sono più forti dei legami dipolo-dipolo. Il composto con il punto di ebollizione più alto è l'alcol (2) che forma legami idrogeno più intensi di quelli dell'ammina. I punti di ebollizione crescono nell'ordine: $4 < 3 < 1 < 2$. (Risposta C)

10. Il pH di una soluzione $5,0 \cdot 10^{-8}$ M di HCl è circa:
 A) 8,0 B) 6,9 C) 6,1 D) 7,0

10. Soluzione

Gli H^+ in soluzione vengono prodotti sia dall'acqua (solvente) sia dall'HCl (soluto).

Alle normali concentrazioni, il contributo di H^+ dell'acqua (un acido molto debole con pK_a 15,7) è trascurabile e si possono considerare solo gli H^+ liberati dall'acido forte HCl.

Quando, però, la concentrazione dell'acido diventa molto bassa ($C < 10^{-6}$ M), gli H^+ prodotti dall'acido sono confrontabili con quelli generati dall'autoprotolisi dell'acqua (10^{-7} M) e quindi bisogna considerarli entrambi.

Introducendo una piccola quantità di HCl in acqua il pH non può diventare basico (8,0) e nemmeno può rimanere neutro (7,0) (A e D errate).

La quantità di HCl è così bassa ($5,0 \cdot 10^{-8}$ M) che il pH non può scendere fino a 6,1, quindi il pH della soluzione deve essere 6,9 (senza eseguire calcoli).

Se, invece, vogliamo calcolare il pH con le nostre forze, dobbiamo considerare l'elettroneutralità della soluzione: la somma degli ioni positivi deve essere uguale a quella degli ioni negativi: $[H^+] = [OH^-] + [Cl^-]$

da cui si ricava: $[OH^-] = [H^+] - [Cl^-]$

Introducendo questo dato nell'equazione dell'equilibrio di dissociazione dell'acqua: $[H^+][OH^-] = K_w$

si ottiene: $[H^+]([H^+] - [Cl^-]) = K_w$ da cui si ottiene un'equazione di 2° grado:

$$[H^+]^2 - [H^+][Cl^-] - K_w = 0$$

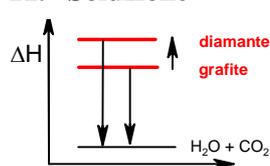
$$[H^+]^2 - 5,0 \cdot 10^{-8}[H^+] - 10^{-14} = 0$$

$$[H^+] = 1,28 \cdot 10^{-7} \text{ M} \quad \text{pH} = -\log[H^+] = -\log(1,28 \cdot 10^{-7}) = 6,89. \quad (\text{Risposta B})$$

11. A 25 °C l'entalpia di combustione del diamante è $-395,3$ kJ/mol e quella della grafite è $-393,4$ kJ/mol. Le entropie molari sono 2,439 J/K mol e 5,694 J/K mol, rispettivamente. Qual è la variazione di energia libera per la transizione: grafite \rightarrow diamante a 25 °C e a pressione atmosferica?

- A) $-2,87$ kJ mol⁻¹ B) $+2,87$ kJ mol⁻¹ C) $+0,93$ kJ mol⁻¹ D) $-0,93$ kJ mol⁻¹

11. Soluzione



Per la reazione grafite \rightarrow diamante

$$\text{il } \Delta H \text{ vale: } \Delta H_{\text{comb gra}} - \Delta H_{\text{comb dia}} = -393,4 + 395,3 = +1,9 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{il } \Delta S \text{ vale: } S_{\text{dia}} - S_{\text{gra}} = 2,439 - 5,694 = -3,26 \text{ J/K mol} \quad (0,00326 \text{ kJ/K mol})$$

Ora si può calcolare ΔG : $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$$\Delta G = +1,9 + 298 \cdot 0,00326 = +2,87 \text{ kJ/mol.} \quad (\text{Risposta B})$$

12. L'aggiunta di zucchero da tavola (saccarosio) alla Coca-Cola fa svolgere anidride carbonica in quanto si ha:

- A) una reazione chimica con formazione di CO_2
 B) una diminuzione di solubilità della CO_2 presente
 C) una reazione acido-base
 D) un abbassamento del pH della soluzione

12. Soluzione

La CO_2 non si forma con una reazione chimica, è stata sciolta nella Coca liquida (A errata)

L'aggiunta di zucchero non provoca reazioni acido-base che liberino CO_2 , nè abbassa il pH (C e D errate)

La sola cosa che può accadere è una diminuzione della solubilità della CO_2 : lo zucchero è una sostanza polare e cattura le molecole d'acqua che solvatavano CO_2 . (Risposta B)

13. Quale, fra i seguenti valori di entropia standard, non è corretto?

- A) C (diamante) $S^\circ = 2,51$ J/K mol
 B) C (grafite) $S^\circ = 5,73$ J/K mol
 C) Fe $S^\circ = -27,2$ J/K mol
 D) Br_2 $S^\circ = 152,5$ J/K mol

13. Soluzione

L'entropia di una sostanza è una misura del disordine che contiene e quindi non può mai assumere valori negativi.

L'entropia diminuisce con la temperatura: per un cristallo perfetto, allo zero assoluto, vale zero. (Risposta C)

14. Quale, fra i seguenti composti, è più solubile in acqua?

- A) BaCO_3 ($K_{ps} = 8,1 \cdot 10^{-9}$)
 B) BaSO_4 ($K_{ps} = 1,5 \cdot 10^{-9}$)
 C) AgCl ($K_{ps} = 1,7 \cdot 10^{-10}$)
 D) Ag_2CO_3 ($K_{ps} = 6 \cdot 10^{-12}$)

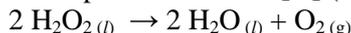
14. Soluzione

Tra i primi tre, che hanno un rapporto 1:1 catione-anione, il più solubile è BaCO_3 (K_{ps} maggiore). La reazione è:



da cui: $s = (K_{ps}/4)^{1/3} = (6 \cdot 10^{-12}/4)^{1/3} \quad s = 1,14 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ (è la solubilità più grande). (Risposta D)

15. La seguente equazione rappresenta la decomposizione dell' H_2O_2 (MM = 34 u):



Quale volume di $\text{O}_2(g)$, riferito a TPS, si ottiene dalla decomposizione di 1,0 L di una soluzione contenente 0,5 mol/L di H_2O_2 ?

- A) 0,5 L B) 5,6 L C) 56 L D) 2,8 L

15. Soluzione

Le moli di O_2 che si sviluppano sono la metà di quelle di H_2O_2 : $0,5/2 = 0,25 \text{ mol}$

Il volume è: $V = nRT/P \quad V = (0,25 \cdot 0,0821 \cdot 273)/1 = 5,6 \text{ L.}$

(Risposta B)

16. Uno dei seguenti solidi dà una soluzione acquosa incolore con pH minore di 7. Il solido è:

- A) cloruro di ammonio
 B) solfato di rame(II)
 C) carbonato di sodio
 D) solfato di potassio

16. Soluzione

NH_4Cl è leggermente acido per la presenza dello ione ammonio ed è incolore (A esatta)

CuSO_4 è leggermente acido per la presenza dello ione Cu^{2+} , ma è azzurro (B errata)

Na_2CO_3 è incolore, ma è basico per la presenza dello ione CO_3^{2-} (C errata)

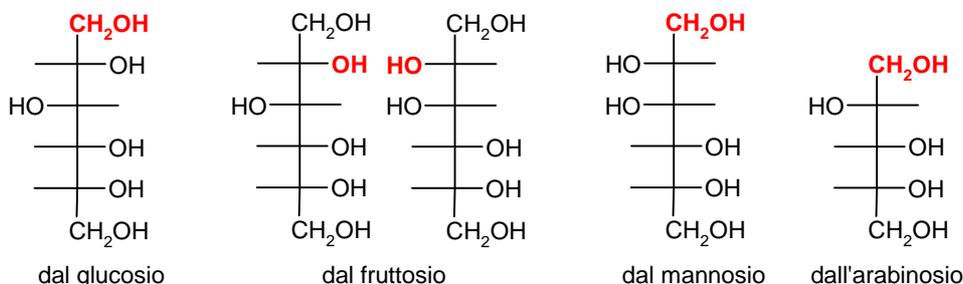
K_2SO_4 è incolore, ma è neutro (D errata).

(Risposta A)

17. Nella riduzione dei seguenti monosaccaridi con NaBH_4 si ottengono polialcoli otticamente attivi. Da quale di essi si ottiene una miscela di due diastereoisomeri?

- A) D-glucosio
 B) D-fruttosio
 C) D-mannosio
 D) D-arabinosio

17. Soluzione



I polialcoli che si ottengono sono mostrati qui sopra. In rosso è mostrato il nuovo gruppo OH che si è formato nelle molecole per azione del NaBH_4 . Negli aldosi (A, C, D) il nuovo gruppo OH è in posizione terminale, dove prima c'era il carbonio aldeidico che è stato ridotto. Nel fruttosio, un chetoso, il nuovo gruppo OH si è formato sul C-2 dove prima c'era il carbonio carbonilico. L'idruro H^- che ha effettuato la riduzione si può legare sopra o sotto il piano del carbonile formando un nuovo centro stereogenico che ha configurazione D nel 50% delle molecole e configurazione L nell'altro 50%. Si forma, quindi, una miscela di due diastereoisomeri. (Risposta B)

18. Mescolando 500 mL di acqua con 200 mL di etanolo si ottiene una soluzione il cui volume è:

- A) 700 mL
- B) minore di 700 mL
- C) maggiore di 700 mL
- D) impossibile da prevedere

18. Soluzione

I legami idrogeno tra le molecole d'acqua ($d = 1$) sono intensi, mentre i legami idrogeno tra le molecole di etanolo ($d \approx 0,8$) sono meno forti perchè l'etanolo ha una catena idrocarburica ($-\text{CH}_2\text{CH}_3$). Quando si mescola etanolo e acqua la soluzione si scalda per la formazione di nuovi legami idrogeno tra molecole d'acqua e quelle di etanolo. La formazione di questi nuovi legami può giustificare una maggiore vicinanza delle molecole tra loro e quindi una leggera diminuzione di volume. (Risposta B)

19. 2,0 mol di $\text{NH}_3(\text{g})$ sono state introdotte in un recipiente di 1 L in cui è stato fatto il vuoto, ad una temperatura T. Quando si raggiunge l'equilibrio per la reazione $2 \text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g})$ sono presenti 1,0 mol di NH_3 . Qual è la costante di equilibrio K alla temperatura T?

- A) 0,42
- B) 0,75
- C) 1,5
- D) 1,7

19. Soluzione

Nella reazione:	$2 \text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 3 \text{H}_2$	$K = [\text{N}_2][\text{H}_2]^3/[\text{NH}_3]^2$
inizio (mol/L)	2 0 0	
equilibrio (mol/L)	1 0,5 1,5	$K = 0,5 \cdot 1,5^3/1^2 = 1,7.$ (Risposta D)

20. Un sale colora in rosso la fiamma e reagisce con acido cloridrico originando effervescenza. Si tratta di:

- A) SrCl_2
- B) K_2CO_3
- C) LiCl
- D) Li_2CO_3

20. Soluzione

I sali che, reagendo con HCl, liberano CO_2 e producono effervescenza sono i due carbonati di litio e potassio. Alla fiamma, il litio emette luce rossa, mentre il potassio emette luce viola. (Risposta D)

21. Una soluzione 0,1 M di formiato di potassio presenta un pH minore di una soluzione 0,1 M di acetato di potassio. Da questo dato si deduce che:

- A) l'acido acetico è un acido più debole dell'acido formico
- B) l'acido acetico è un acido più forte dell'acido formico
- C) lo ione acetato è una base più debole dello ione formiato
- D) lo ione formiato e lo ione acetato sono basi di uguale forza

21. Soluzione

L'acido formico è più acido dell'acido acetico, quindi la sua base coniugata è meno basica (ha una tendenza minore a legarsi ad H^+). Lo ione formiato, quindi, produce un pH meno basico. (Risposta A)

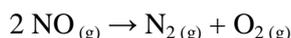
22. L'eccesso di bromuro di argento (ingrediente attivo delle emulsioni fotografiche) viene eliminato nella operazione di "fissaggio" della pellicola mediante:

- A) una soluzione di H_2S
- B) una soluzione di NaCl
- C) una soluzione di $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
- D) acqua distillata

22. Soluzione

Il fissaggio fotografico serviva ad eliminare i sali d'argento sensibili alla luce che non erano stati impressionati dalla luce e quindi non erano stati ridotti ad argento metallico nero nel 1° trattamento, lo sviluppo. Le sostanze capaci di complessare Ag^+ e portarlo in soluzione sono cianuro CN^- , tiosolfato $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ o ammoniaca NH_3 . Dato che il cianuro è velenoso e l'ammoniaca è puzzolente, la scelta obbligata è il tiosolfato. (Risposta C)

23. La reazione di decomposizione



ha $\Delta H^\circ = -182,3 \text{ kJ/mol}$. Considerando, invece, la reazione di formazione di NO dagli elementi, quale delle seguenti affermazioni è corretta? La costante di equilibrio K:

- A) è indipendente dalla temperatura B) cresce al crescere della temperatura
C) decresce al crescere della temperatura D) varia aggiungendo NO al sistema all'equilibrio

23. Soluzione

La costante di equilibrio K dipende solo dalla temperatura (A e D errate). La reazione di formazione di NO:



24. Qual è la solubilità in acqua del carbonato di argento (MM = 275,7 u; $K_{ps} = 6,2 \cdot 10^{-12}$)?

- A) $3,17 \cdot 10^{-2} \text{ g/L}$ B) $1,15 \cdot 10^{-4} \text{ g/L}$ C) $1,24 \cdot 10^{-6} \text{ g/L}$ D) $6,76 \cdot 10^{-4} \text{ g/L}$

24. Soluzione

La reazione è: $\text{Ag}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2 \text{Ag}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ $K_{ps} = [\text{Ag}^+]^2[\text{CO}_3^{2-}]$ $K_{ps} = (2s)^2s = 4s^3$ da cui:
 $s = (K_{ps}/4)^{1/3} = (6,2 \cdot 10^{-12}/4)^{1/3}$ $s = 1,16 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ oppure: $s = 1,16 \cdot 10^{-4} \cdot 275,7 = 3,19 \cdot 10^{-2} \text{ g/L}$. (Risposta A)

25. Quale dei seguenti gruppi contiene composti che danno tutti reazione con il reattivo di Tollens?

- A) fruttosio, maltosio, metanale, 3-clorobutanone
B) glucosio, maltosio, metanale, amido
C) saccarosio, propanale, lattosio, etanolo
D) glucosio, maltosio, etanale, 3-idrossibutanone

25. Soluzione

Il reattivo di Tollens contiene Ag^+ in soluzione ammoniacale e quindi ossida le aldeidi ad acidi carbossilici, ma non ossida i chetoni a meno che non siano alfa-idrossimetilchetoni come il fruttosio che in ambiente basico isomerizza, via enediolo, formando una miscela di aldosi che possono ossidarsi.

In A i primi tre composti si ossidano, mentre il 3-clorobutan-2-one (chetone) non si ossida (A errata).

In B i primi tre composti si ossidano, mentre l'amido, che è un poliacetale, non si ossida lungo la catena, ma si può ossidare nella posizione terminale (aldeide). Dato che la catena di amido è lunga circa 1000 unità di glucosio, la reazione di un glucosio su 1000 non è rivelabile e il saggio è negativo (B errata).

In C, propanale e lattosio si ossidano, mentre il saccarosio (acetale) e l'etanolo (alcol) non si ossidano (C errata).

In D, glucosio, maltosio ed etanale (aldeidi) si ossidano, mentre il 3-idrossibutan-2-one, che è un chetone e non può trasformarsi in aldeide per tautomeria cheto-enolica, non si ossida (D errata). (Risposta X?)

Se invece del 3-idrossibutan-2-one avessimo avuto 1-idrossibutan-2-one, questo, per tautomeria, avrebbe potuto formare un'aldeide e si sarebbe ossidato.

26. Quale, fra i seguenti processi, è corretto?

- A) $\text{K}_{(g)} \rightarrow \text{K}^+_{(g)} + e^- + \text{energia}$ B) $\text{F}_{(g)} + e^- + \text{energia} \rightarrow \text{F}^-_{(g)}$
C) $\text{Al}_{(g)} \rightarrow \text{Al}^+_{(g)} + e^- + \text{energia}$ D) $\text{Ca}_{(g)} + \text{energia} \rightarrow \text{Ca}^{2+}_{(g)} + e^-$

26. Soluzione

Per strappare un elettrone ad un atomo bisogna spendere l'energia di ionizzazione, quindi il potassio e l'alluminio non possono produrre energia mentre perdono un elettrone (A e C errate)

Il fluoro quando acquista un elettrone emette energia di affinità elettronica (B errata)

Il Ca^+ , correttamente, assorbe energia per poter perdere un secondo elettrone. (Risposta D)

27. 10 mg di ^{137}Cs , il cui decadimento segue una cinetica del primo ordine ($t_{1/2} = 1,095 \cdot 10^4$ giorni), si sono depositati su una pianta di lattuga. Dopo quanto tempo ci saranno solo 2,5 mg di ^{137}Cs depositati?

- A) $1,095 \cdot 10^4$ giorni B) 60 anni C) 120 anni D) 7,5 anni

27. Soluzione

Il problema si può risolvere senza usare le equazioni cinetiche: per passare da 10 mg a 2,5 mg ci sono stati due dimezzamenti, quindi il tempo trascorso è: $2t_{1/2} = 2 \cdot 1,095 \cdot 10^4 = 21900$ giorni cioè: $21900/365 = 60$ anni

Usando l'equazione cinetica del primo ordine: $\ln(A_0/A) = kt$ si ottiene: $k = \ln(A_0/A) / t$

Dopo un tempo di dimezzamento si ha: $A_0/A = 2$ quindi: $k = \ln 2 / (1,095 \cdot 10^4)$ $k = 6,33 \cdot 10^{-5}$

Il tempo richiesto è: $t = \ln(A_0/A) / k$ $t = \ln(10/2,5) / (6,33 \cdot 10^{-5}) = 21900$ giorni (60 anni) (Risposta B)

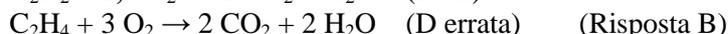
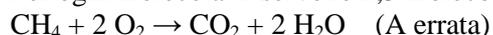
28. 10 mL di un composto organico Y richiedono 25 mL di O₂ per la combustione completa. I due volumi sono riferiti alla stessa pressione e alla stessa temperatura. Quale dei seguenti composti è Y?

- A) CH₄ B) C₂H₂ C) C₂H₆ D) C₂H₄

28. Soluzione

Nei gas, il rapporto tra le moli coincide col rapporto tra i volumi: $n_{O_2}/n_Y = 25/10 = 2,5$

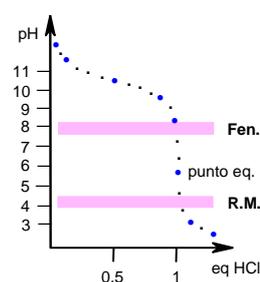
Per ogni molecola Y servono 2,5 molecole di O₂. Vediamo in quale reazione questo si verifica:



29. Una soluzione 0,10 M di etilammina (pK_b 3,33) viene titolata con HCl 0,10 M. Quale indicatore conviene impiegare nella titolazione?

- A) metilarancio (pK_{ind} = 3,5) B) rossometile (pK_{ind} = 5,0)
C) fenolftaleina (pK_{ind} = 8,7) D) timolftaleina (pK_{ind} = 9,2)

29. Soluzione



Il pK_a dell'etilammina è: $14 - 3,33 = 10,67$. La titolazione è conclusa quando si è titolato il 99,9% dell'ammina, quindi tre unità di pH sotto il suo pK_a, cioè a pH 7,67.

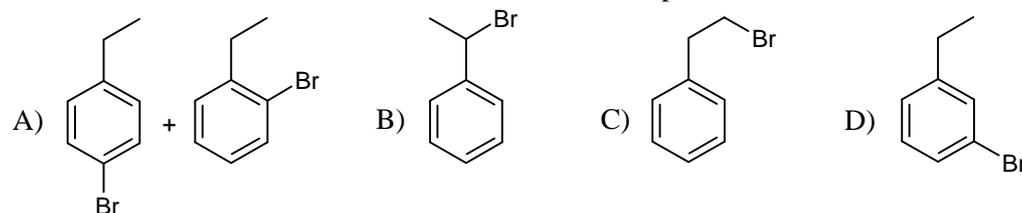
Il viraggio dell'indicatore è percepibile una unità di pH sotto il suo pK_a, quindi, per la fenolftaleina, verso pH 8. Con la fenolftaleina si fa un errore per difetto dello 0,1%.

Al punto equivalente c'è solo lo ione ammonio (pK_a 10,67 e K_a = $2,14 \cdot 10^{-11}$) e il pH è:

$$[H^+] = (K_a C)^{1/2} = (2,14 \cdot 10^{-11} \cdot 0,1)^{1/2} \quad [H^+] = 1,46 \cdot 10^{-6} \quad \text{pH} = 5,8$$

Il viraggio del rosso-metile è percepibile intorno a pH 4 (una unità di pH sotto il suo pK_a) cioè 1,8 unità di pH oltre il punto equivalente. Calcolando i volumi, col rosso-metile si fa un errore per eccesso dello 0,1%. Entrambi gli indicatori sono accettabili. (Risposta CB?)

30. La monobromurazione radicalica dell'etilbenzene porta a:



30. Soluzione

La bromurazione dell'etilbenzene può essere fatta in due modi diversi: per via ionica o per via radicalica.

La reazione radicalica si fa con Br₂ e calore o luce e perossidi. In queste condizioni si formano radicali al bromo che attaccano la parte alchilica dell'etilbenzene, in particolare la posizione benzilica dove si forma il radicale più stabile, quindi si ottiene (1-bromoetil)benzene (B).

La reazione ionica si fa con Br₂ e un acido di Lewis come AlBr₃. In queste condizioni il bromo attacca l'anello benzenico con una S_N aromatica e si lega nelle posizioni orto e para dell'anello (A). (Risposta B)

31. L'idrogeno agisce da ossidante quando reagisce con:

- A) calcio per dare idruro di calcio B) etene per dare etano
C) azoto per dare idruro di azoto D) butanale per dare 1-butanolo

31. Soluzione

Se l'idrogeno H₂ fa da ossidante, significa che si deve ridurre e la sola forma più ridotta di H₂ è lo ione idruro H⁻. L'idruro di azoto è NH₃, che però contiene H⁺ e non H⁻, perchè l'azoto è più elettronegativo dell'idrogeno.

L'idruro di calcio CaH₂ è un vero idruro, contiene ioni H⁻, perchè Ca è meno elettronegativo di H. (Risposta A)

32. Avendo una soluzione contenente ioni Fe³⁺_(aq) e Al³⁺_(aq) da separare, si può usare una soluzione di:

- A) NaOH B) NH₄Cl + NH₄OH C) HCl D) H₂SO₄

32. Soluzione

Intorno a pH 8, Fe³⁺ e Al³⁺ precipitano entrambi come idrossidi Fe(OH)₃ e Al(OH)₃.

In ambiente più basico per NaOH, però, Al(OH)₃ si scioglie perchè forma lo ione Al(OH)₄⁻ e così è possibile separarlo da Fe(OH)₃. (Risposta A)

33. Qual è la variazione di energia libera standard per una reazione $X \rightarrow Y$ la cui costante di equilibrio è $K_{eq} = 10$, a $25\text{ }^\circ\text{C}$?
- A) $-11,4\text{ kJ mol}^{-1}$
 B) $-5,7\text{ kJ mol}^{-1}$
 C) $-2,5\text{ kJ mol}^{-1}$
 D) $+2,5\text{ kJ mol}^{-1}$

33. Soluzione

Dalla relazione : $\Delta G^\circ = -RT \ln K$ si ottiene: $\Delta G^\circ = -8,314 \cdot 298 \ln 10 = -5,7\text{ kJ/mol}$. (Risposta B)

34. L'idrogenazione dei grassi si effettua per:

- A) eliminare le impurezze colorate
 B) conferire fluidità ai grassi
 C) eliminare le impurezze maleodoranti
 D) rendere solidi i grassi fluidi

34. Soluzione

Gli oli vegetali sono liquidi perchè sono costituiti da trigliceridi di acidi grassi prevalentemente insaturi come l'acido oleico e linoleico. Le molecole di acido grasso insaturo contengono uno o più doppi legami $C=C$ di tipo cis e quindi le loro catene non sono lineari come quelle degli acidi grassi saturi, ma sono piegate e si sovrappongono tra loro solo per brevi tratti. Quindi, gli oli insaturi formano legami intermolecolari di van der Waals più deboli e si presentano come liquidi mentre i grassi saturi sono solidi. Per dare agli oli vegetali liquidi la consistenza del burro, si effettua un'idrogenazione parziale delle loro catene insature che così diventano sature e lineari e danno all'olio una consistenza pastosa simile a quella del burro. (Risposta D)

35. Quale, fra le seguenti affermazioni, NON è corretta relativamente alla decomposizione termica del carbonato di calcio?

- A) è favorita da un aumento di temperatura
 B) è sfavorita da un aumento della pressione di CO_2
 C) è favorita dall'allontanamento della CO_2
 D) è favorita da una diminuzione di temperatura

35. Soluzione

La reazione è: $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ Aumentare la pressione di CO_2 la sfavorisce (B ok)

Nello stesso modo, allontanare la CO_2 la favorisce (C ok)

E' una decomposizione termica, quindi è endotermica ed è favorita da un aumento di temperatura (A ok) e, di conseguenza, è sfavorita da una diminuzione di temperatura (D errata). (Risposta D)

36. Un certo composto organico, trattato con NaH in eccesso, in soluzione, sviluppa H_2 . Si tratta di un:

- A) etere B) estere C) alcol D) idrocarburo

36. Soluzione

La molecola NaH è un idruro salino molto basico (pK_a 35) che può dare la reazione: $H^- + H^+ \rightarrow H_2$

Gli eteri e gli idrocarburi sono molecole che resistono alle basi e non perdono H^+ in presenza di NaH.

Gli esteri e gli alcoli, invece reagiscono con NaH, perdono H^+ e formano rispettivamente enolati e alcossidi.

Tra le due specie, la più acida è l'alcol che ha pK_a intorno a 17. L'estere è meno acido, ha un pK_a intorno a 24, ma è comunque più acido dell'idrogeno H_2 che ha $pK_a = 35$. (Risposta BC?)

37. Quale delle seguenti tecniche si utilizza per controllare l'idoneità dell'acqua deionizzata agli usi di laboratorio?

- A) cromatografia B) distillazione
 C) conduttometria D) spettrofotometria

37. Soluzione

Per verificare rapidamente che l'acqua deionizzata sia stata privata completamente da ioni (a parte H^+ e OH^-), basta misurarne la conducibilità che deve quella, molto bassa, data dagli ioni dell'autoprotolisi. (Risposta C)

38. L'aggiunta di 10,0 mL di HCl 1,0 M ad un litro di acqua distillata, a 25 °C, fa variare il pH da 7,0 a:

- A) 6,0 B) 3,0 C) 2,0 D) 1,0

38. Soluzione

Le moli di HCl sono: $n = MV = 1,0 \cdot 10 = 10$ mmol. Quindi avremo: $[H^+] = 10^{-2}$ mol/1010 mL $\approx 10^{-2}$ M.

Il pH sarà: $-\log 10^{-2} = 2,0$. (Risposta C)

39. Quale gas incolore, sciogliendosi in acqua, forma una soluzione acida che decolora l'acqua di bromo?

- A) diossido di carbonio B) etene
C) cloruro d'idrogeno D) diossido di zolfo

39. Soluzione

La CO₂ dà un pH acido in acqua, ma è già ossidata e non si ossida con Br₂ (A errata).

L'etilene reagisce con Br₂ (addizione elettrofila), ma non è acido (B errata).

HCl è acido, ma non si ossida con Br₂ ($E^\circ_{Cl_2/Cl^-} > E^\circ_{Br_2/Br^-}$) (C errata).

SO₂ forma H₂SO₃ che è un acido; ha $E^\circ = 0,20$ V, quindi si ossida a SO₄²⁻ con Br₂ ($E^\circ 1,08$ V). (Risposta D)

40. 4,50 g di un elemento trivalente X si combinano con 4,0 g di O₂. La massa atomica di X è:

- A) 18 B) 27 C) 32 D) 54

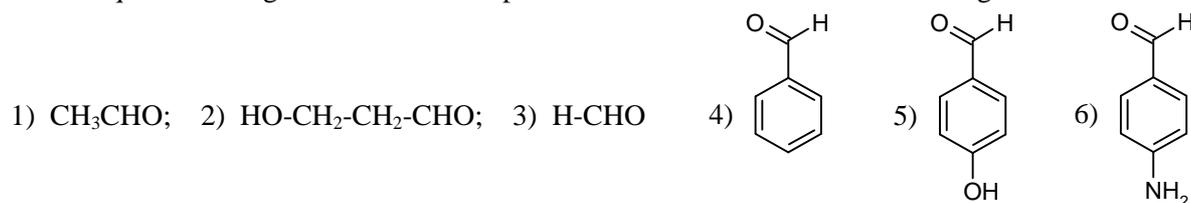
40. Soluzione

Se l'elemento X è trivalente forma l'ossido X₂O₃.

Le moli di O sono: $4/16 = 0,25$ mol e si combinano con: $0,25 (2/3) = 0,167$ mol di X.

La massa molare di X è: $4,50/0,167 = 27$ g/mol (quindi X è Al). (Risposta B)

41. Su quali delle seguenti aldeidi NON può essere effettuata una reazione di Grignard?

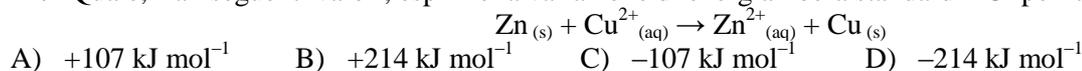


- A) 2, 5, 6 B) 1, 2, 4 C) 2, 3, 5 D) 3, 4, 6

41. Soluzione

Il reattivo di Grignard è molto basico, quindi non può reagire con molecole che abbiano gruppi che possono perdere H⁺ come alcoli o ammine (molecole 2, 5, 6) che formerebbero anioni nucleofili che potrebbero interferire con la reazione o precipitare come sali insolubili. (Risposta A)

42. Quale, fra i seguenti valori, esprime la variazione di energia libera standard ΔG° per la reazione:



42. Soluzione

I potenziali standard sono: $E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} = 0,34$ V e $E^\circ_{Zn^{2+}/Zn} = -0,76$ V quindi $\Delta E = 0,34 + 0,76 = 1,1$ V

Dalla relazione: $\Delta G^\circ = -nF\Delta E$ si ottiene: $\Delta G^\circ = -2 \cdot 96485 \cdot 1,1 = -212$ kJ/mol. (Risposta D)

43. Un elemento X che si ottiene per elettrolisi dal suo cloruro fuso, reagisce con H₂ per formare un solido incolore. Questo, reagendo con H₂O, sviluppa H₂. Quale, fra i seguenti, è l'elemento X?

- A) rame B) calcio C) stagno D) argento

43. Soluzione

Rame, stagno e argento si possono ottenere per elettrolisi di loro sali in soluzione acquosa e non richiedono di usare sali fusi. Il calcio ($E^\circ = -2,87$ V), invece, non è stabile in acqua e quindi non si può ottenere per elettrolisi da soluzioni acquose, ma si ottiene per elettrolisi del suo cloruro fuso.

Il calcio, reagendo con H₂, si ossida e forma un idruro salino CaH₂. Questo, reagendo con H₂O sviluppa H₂ perchè ha luogo la reazione: $H^- + H^+ \rightarrow H_2$. (Risposta B)

44. Alla temperatura di 50 °C per la reazione $2 A \rightarrow B$ sono disponibili i seguenti dati:

Concentrazione iniziale di A $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	Velocità di scomparsa di A $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
0,020	0,004
0,040	0,016
0,060	0,036

Qual è l'espressione della velocità di reazione?

- A) $v = k[A]^2$
 B) $v = k[A]$
 C) $v = 4k[A]$
 D) $v = 2k[A]$

44. Soluzione

Se $[A]$ raddoppia (da 20 a 40 mmol/L) la velocità quadruplica (2^2) (da 4 a 16 mmol/L s), quindi $v = k[A]^2$

Se $[A]$ triplica (da 20 a 60 mmol/L) la velocità diventa nove volte maggiore (3^2) (da 4 a 36 mmol/L s),

quindi è confermata la legge cinetica del secondo ordine: $v = k[A]^2$. (Risposta A)

45. Quale, fra le seguenti molecole, ha struttura tetraedrica?

- A) BeF_2 B) BF_3 C) CF_4 D) NF_3

45. Soluzione

BeF_2 è lineare (il berillio è ibridato sp). BF_3 è planare trigonale (il boro è ibridato sp^2).

NF_3 è piramidale a base trigonale come NH_3 (l'azoto è ibridato sp^3 e ha una coppia di non legame).

CF_4 è tetraedrica come CH_4 (il carbonio è ibridato sp^3 senza coppie di non legame). (Risposta C)

46. Il potere rotatorio di una soluzione di uno zucchero NON dipende da:

- A) concentrazione
 B) temperatura
 C) lunghezza d'onda della luce polarizzata
 D) diametro della cella polarimetrica

46. Soluzione

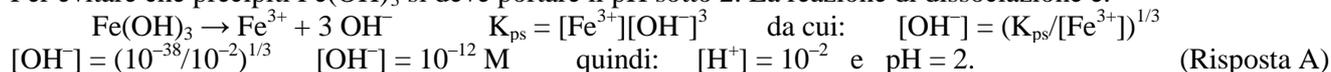
Il potere rotatorio dipende dai primi tre fattori: concentrazione, temperatura, lunghezza d'onda della luce polarizzata. Non dipende, invece, dal diametro della cella, ma dalla sua lunghezza: $\alpha = [\alpha] C l$. (Risposta D)

47. Quale accorgimento si deve usare per preparare una soluzione 10^{-2} M di FeCl_3 ($K_{\text{ps}} \text{Fe(OH)}_3 = 10^{-38}$)?

- A) portare il pH ad un valore inferiore a 2
 B) portare il pH ad un valore superiore a 12
 C) usare acqua distillata molto calda
 D) aggiungere sostanze che cedano lo ione Cl^-

47. Soluzione

Per evitare che precipiti Fe(OH)_3 si deve portare il pH sotto 2. La reazione di dissociazione è:



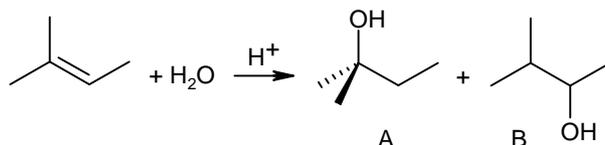
48. La tecnica che si utilizza per determinare la quantità di grassi in una miscela di sfarinati è:

- A) la distillazione
 B) la filtrazione
 C) l'estrazione con solventi
 D) la separazione meccanica

48. Soluzione

Per determinare la quantità di grassi in una farina si può fare un'estrazione con cloroformio. In questo solvente gli amidi non si sciolgono, mentre i grassi si sciolgono e possono essere isolati. (Risposta C)

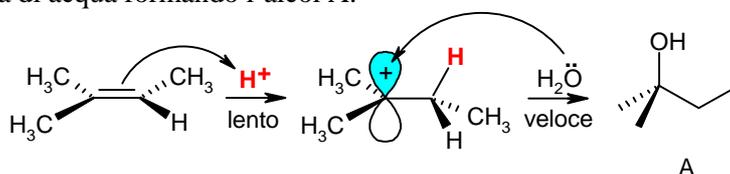
49. Nella reazione:



- A) si forma solo B
 B) si forma quasi esclusivamente B
 C) si forma quasi esclusivamente A
 D) A e B si formano in quantità circa uguali

49. Soluzione

La reazione di addizione elettrofila di acqua agli alcheni obbedisce alla regola di Markovnikov e dà come prodotto quasi esclusivamente l'alcol più sostituito (A) che si forma per attacco dell'acqua al carbocatione intermedio più stabile. La reazione avviene in due passaggi. Nel primo passaggio, lento, l'alchene si protona e può formare due diversi carbocationi, in questo caso terziario e secondario. Il carbocatione terziario è molto più stabile di quello secondario e si forma in modo quasi esclusivo. Nella seconda parte della reazione, veloce, il carbocatione terziario reagisce con una molecola di acqua formando l'alcol A. (Risposta C)



50. Quale reazione si verifica quando si fa passare $\text{Cl}_2(\text{g})$ in una soluzione di KI?

- A) il cloro si ossida
 B) lo ioduro si ossida
 C) lo ioduro si riduce
 D) lo ione potassio si riduce

50. Soluzione

Il potenziale del cloro ($E^\circ_{\text{Cl}_2/\text{Cl}^-} = 1,36 \text{ V}$) è più alto di quello dello iodio ($E^\circ_{\text{I}_2/\text{I}^-} = 0,53 \text{ V}$) quindi il cloro Cl_2 ossida lo ione ioduro I^- formando I_2 : $\text{Cl}_2 + 2 \text{I}^- \rightarrow 2 \text{Cl}^- + \text{I}_2$ (Risposta B)

51. Qual è la massa molecolare di un gas se 273 mL hanno una massa di 0,750 g a 60°C e a 97 kPa?

- A) 78,3
 B) 22,65
 C) 76,82
 D) 16,00

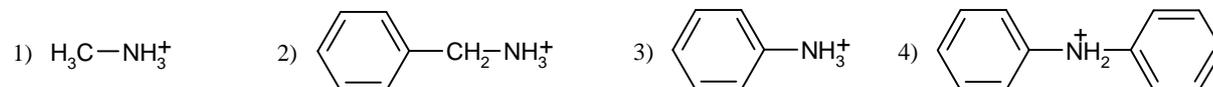
51. Soluzione

La temperatura del gas in kelvin è: $60 + 273 = 333 \text{ K}$. La pressione è: $0,97 \cdot 10^5 / 1,013 \cdot 10^5 = 0,958 \text{ atm}$.

Le moli di gas si ottengono dalla legge dei gas: $n = PV/RT$ $n = (0,958 \cdot 0,273) / (0,0821 \cdot 333) = 9,57 \text{ mmol}$.

La massa molare del gas è: $750/9,57 = 78,4 \text{ g/mol}$. (Risposta A)

52. Qual è l'ordine di acidità crescente dei seguenti composti in H_2O ?



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

52. Soluzione

Lo ione ammonio più acido è quello con la carica positiva più alta (meno stabile) che deve cedere per primo H^+ .

Il carbonio dell'anello benzenico è ibridato sp^2 ed è più elettronegativo del carbonio metilico sp^3 e destabilizza la carica positiva sull'azoto. La molecola più acida è la 4 con l'azoto legato a due anelli benzenici. Poi viene la molecola 3 con un solo anello. La molecola successiva è la 2 con l'azoto legato ad un carbonio sp^3 che però è a sua volta legato all'anello che fa sentire la sua elettronegatività per effetto induttivo a distanza di due legami.

La molecola meno acida è il metilammonio 1 nel quale vi è una maggiore donazione di elettroni per effetto induttivo dal metile all'azoto che stabilizza la carica positiva.

L'ordine di acidità crescente è quindi: $1 < 2 < 3 < 4$.

(Risposta C)

53. Quale, fra le seguenti coppie di sostanze, NON può dare una soluzione tampone?

- A) Na_2CO_3 e NaHCO_3 B) HCOONa e HCOOH
 C) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ e NH_3 D) NH_4Cl e HCl

53. Soluzione

Per generare l'effetto tampone bisogna che nella soluzione ci sia un acido debole e la sua base coniugata. In questo modo l'aggiunta di un acido forte viene trasformata in aggiunta di un acido debole perchè l'acido forte reagisce con la base debole e la trasforma nel suo acido debole coniugato. Nello stesso modo, l'aggiunta di una base forte si trasforma in aggiunta di una base debole.

Le due sostanze A sono un carbonato e un bicarbonato, una coppia acido-base coniugata (A ok).

Le due sostanze B sono un formiato e acido formico, una coppia acido-base coniugata (B ok).

Le due sostanze C sono un ammonio e ammoniaca, una coppia acido-base coniugata (C ok).

Le due sostanze D sono un ammonio e HCl , un acido debole e un acido forte. (D errata). (Risposta D)

54. Un elemento radioattivo Y del gruppo VIIA della tavola periodica si trasforma in un elemento X perdendo una particella alfa. X appartiene al gruppo:

- A) IA B) IIIA C) VA D) VIA

54. Soluzione

Una particella alfa è un nucleo di elio quindi è costituita da 2 protoni e 2 neutroni.

Se un nuclide perde una particella alfa avrà due protoni in meno e si sposta di due caselle a sinistra nella tavola periodica. Se il nuclide era del gruppo VIIA (17), va a finire nel gruppo VA (15). (Risposta C)

55. La durata di una pila Daniel



può essere aumentata utilizzando:

- A) un elettrodo di zinco più grande
 B) un elettrodo di rame più grande
 C) una concentrazione di $\text{Zn}^{2+}_{(aq)}$ maggiore
 D) un setto poroso più sottile

55. Soluzione

Durante la scarica, nella pila Daniel l'elettrodo di zinco $\text{Zn}_{(s)}$ si consuma ossidandosi a Zn^{2+} . Per avere una maggiore riserva di energia, si deve usare un elettrodo di zinco più grande. (Risposta A)

56. Il tè si schiarisce per aggiunta di succo di limone in quanto i coloranti naturali in esso contenuti:

- A) subiscono una diluizione
 B) vengono ridotti dalla vitamina C del limone
 C) virano in conseguenza della variazione del pH
 D) vengono ossidati a composti incolori

56. Soluzione

I coloranti naturali del tè hanno estesi sistemi coniugati che consentono loro di assorbire determinate frequenze di luce visibile. Dato che hanno gruppi che possono protonarsi o deprotonarsi, la loro coniugazione è diversa in ambiente acido o basico per cui è diversa anche la frequenza della luce assorbita. Quando si acidifica il tè, si nota questo viraggio di colore. (Risposta C)

57. Il pH dei liquidi biologici (7,4) deve essere abbastanza lontano dal punto isoelettrico delle proteine in essi disciolte. Perché, al punto isoelettrico, le proteine:

- A) presentano la minima solubilità B) vengono denaturate
 C) presentano una carica globale positiva D) presentano una carica globale negativa

57. Soluzione

Al punto isoelettrico le proteine hanno una carica complessiva mediamente nulla, cioè presentano un uguale numero di cariche positive e negative (C e D errate). In queste condizioni hanno la minima solubilità in acqua. Alcune proteine, come la caseina del latte, al punto isoelettrico precipitano. (Risposta A)

58. Qual è il pH di una soluzione ottenuta sciogliendo in acqua distillata 2,0 g di NaOH (MM = 40 u) e portando il volume a 500,0 mL?

- A) 1 B) 4 C) 9 D) 13

58. Soluzione

In una soluzione di NaOH, il pH sarà basico (A e B errate).

Le moli di NaOH sono: $2,0/40 = 50$ mmol. La concentrazione di NaOH è: $C = 50/500 = 0,1$ M

Quindi: $pOH = -\log C = -\log 0,1$ $pOH = 1,0$ da cui: $pH = 14 - pOH$ $pH = 13$. (Risposta D)

59. Un elemento X forma lo ione X^{2-} . Gli atomi di X e gli ioni X^{2-} hanno:

- A) uguale raggio
B) uguale volume
C) uguale numero di protoni
D) uguale numero di elettroni

59. Soluzione

Quando un atomo X diventa ione negativo X^{2-} ha 2 elettroni in più (D errata).

Dato che il nucleo non è influenzato dall'acquisto di due elettroni, la carica nucleare rimane la stessa, e l'eccesso di elettroni fa aumentare il raggio e il volume degli ioni X^{2-} (A e B errate).

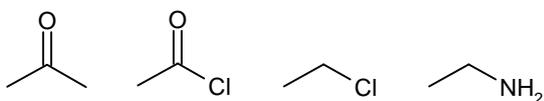
I protoni nel nucleo sono gli stessi.

(Risposta C)

60. Quale, fra i seguenti composti, non dà reazione con i nucleofili?

- A) $CH_3-CO-CH_3$
B) CH_3-COCl
C) CH_3-CH_2-Cl
D) $CH_3-CH_2-NH_2$

60. Soluzione



I primi due composti, acetone e cloruro di acetile, vengono attaccati dai nucleofili sul carbonio del carbonile e danno reazioni di addizione o di sostituzione nucleofila.

Il terzo composto, cloroetano, è un alogenuro alchilico e con i nucleofili, dà reazioni di sostituzione nucleofila nelle quali il Cl^- è il gruppo uscente.

Il quarto composto, etanamina, è esso stesso un nucleofilo e con il suo doppietto di non legame sull'azoto, può attaccare tutti e tre i composti elettrofili visti fin qui. L'etanamina non può reagire con un altro nucleofilo perché il gruppo amminico non è un buon gruppo uscente. Per farlo uscire dalla molecola deve essere prima trasformato in sale d'ammonio quaternario (eliminazione di Hofmann).

(Risposta D)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato