Giochi della Chimica 2023
Problemi risolti – Fase nazionale – Classe B

1. Stabilire quale dei seguenti ioni, in soluzione acquosa diluita, ha un comportamento anfiprotico secondo la teoria di Brönsted-Lowry:
A) HSO_3^- B) CH_3COO^- C) ClO_4^- D) $C_6H_5O^-$

1. Soluzione
Anfiprotico significa che può sia acquistare, sia perdere H^+. Il solo ione che può farlo è HSO_3^- che può acquistare H^+ diventando H_2SO_3 (acido solforoso) o perderlo diventando SO_3^{2-} (ione solfito). (Risposta A)

2. Stabilire quale delle soluzioni sotto riportate ha la maggiore temperatura di ebollizione:
A) 11 g di Na_2SO_4 sciolti in 500 g di H_2O
B) 12 g glucosio, $C_6H_{12}O_6$, sciolti in 250 g di H_2O
C) 8 g glicerolo, $C_3H_8O_3$, sciolti in 100 g di H_2O
D) 0,1 mol di glicerolo sciolte in 200 g di H_2O

2. Soluzione
L'innalzamento ebullioscopico è una proprietà colligativa delle soluzioni, cioè non dipende dal tipo di soluto, ma solo dal solvente e da quante particelle (ioni o molecole) di soluto sono presenti in soluzione.
In 1 kg di acqua avremo nei quattro casi: 22 g di Na_2SO_4, 48 g di glucosio, 80 g di glicerolo e 0,5 mol di glicerolo.
La massa molare di Na_2SO_4 è: 23 · 2 + 32 + 48 = 126 g/mol. Le moli in 22 g sono: 22/126 = 0,175 mol.
Dato che ogni molecola di Na_2SO_4 libera tre ioni, le particelle sono: 0,175 · 3 = 0,524 mol/kg.
La massa molare del glucosio è: 12 · 6 + 12 + 16 · 6 = 180 g/mol. Le moli in 48 g sono: 48/180 = 0,267 mol.
Dato che il glucosio non si dissocia, le particelle sono: 0,267 mol/kg.
La massa molare del glicerolo è: 12 · 3 + 8 + 16 · 3 = 92 g/mol. Le moli in 80 g sono: 80/92 = 0,87 mol.
Dato che il glicerolo non si dissocia, le particelle sono: 0,87 mol/kg.
Nella quarta soluzione abbiamo 0,5 mol/kg di glicerolo e le particelle sono: 0,5 mol/kg.
Quindi la soluzione con più particelle sciolte in acqua è la C con 0,87 mol/kg. (Risposta C)

3. Indicare la coppia di specie chimiche che hanno entrambe geometria piramidale.
A) BF_3, CO_3^{2-} B) SO_3^{2-}, PCl_3 C) PCl_5, HCN D) O_3, SO_2

3. Soluzione
In (A) BF_3 e CO_3^{2-} sono planari trigonali.
In (C) PCl_5 è una bipiramide a base trigonale e HCN è lineare.
In (D) O_3 e SO_2 sono angolate come H_2O.
Resta solo (B): dato che SO_4^{2-} è tetraedrico, SO_3^{2-} (che ha un ossigeno in meno) è piramidale a base trigonale.
Anche PCl_3 è piramidale dato che è simile ad NH_3. (Risposta B)

4. La seguente reazione $MnO_2 + 4\ HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2\ H_2O$
è utilizzata per la preparazione del cloro molecolare. Aggiungendo 144 g di HCl a 80 g di MnO_2 e ammettendo che la reazione avvenga in maniera completa, si formano:
A) 71 g di Cl_2 e resta un eccesso di MnO_2 B) 65 g di Cl_2 e resta un eccesso di HCl
C) 224 g di Cl_2 e non restano reagenti in eccesso D) 71 g di Cl_2 e non restano reagenti in eccesso

4. Soluzione

	MnO_2	+ 4 HCl	→ $MnCl_2$	+ Cl_2	+ 2 H_2O
coefficienti	1	4	1	1	2
moli (mol)	0,92	→ 3,68(3,95)		0,92	
MM (g/mol)	86,94	(36,45)		70,9	
massa (g)	80	(144)		65	

La massa molare di HCl è: 1 + 35,45 = 36,45 g/mol. Le moli di HCl sono: 144/36,45 = 3,95 mol.
La massa molare di MnO_2 è: 54,94 + 32 = 86,94 g/mol. Le moli di MNO_2 sono: 80/86,94 = 0,92 mol.
Nella reazione, il rapporto in moli tra MnO_2 e HCl è 1:4, quindi 0,92 mol di MnO_2 reagiscono con:
0,92 · 4 = 3,68 mol di HCl. Le moli di HCl (3,95) sono in eccesso (A, C e D errate)
La massa molare di Cl_2 è: 35,45 · 2 = 70,9. La massa di Cl_2 che si forma è: 70,9 · 0,92 = 65 g. (Risposta B)

5. Per titolare 100 mL di HNO_3 0,1 M (acido forte) e 100 mL di CH_3COOH 0,1 M (acido debole), stabilire i volumi necessari di NaOH 0,1 M:
A) non si può rispondere perché non si conosce il tipo di indicatore utilizzato nelle due titolazioni
B) per titolare entrambi gli acidi si usano volumi uguali di NaOH
C) per titolare HNO_3 è necessario un volume maggiore di NaOH
D) non si può rispondere perché non si conosce il valore della K_a dell'acido acetico

5. Soluzione
In entrambi i casi abbiamo 100 mL di acido 0,1M che contengono le stesse moli: $n = MV = 0,1 \cdot 0,1 = 10^{-2}$ mol
Per titolare lo stesso numero di moli di acido servono le stesse moli di base quindi volumi uguali di NaOH 0,1 M dato che la reazione è, in entrambi i casi: $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$. (Risposta B)

6. Porre queste soluzioni in ordine di pH crescente.
a. $[H_3O^+] = 10^{-4}$ M; b. $[H_3O^+] = 10^{-2}$ M; c. $[H_3O^+] = 10^{-10}$ M; d. $[H_3O^+] = 10^{-3}$ M
A) a, b, c, d
B) b, d, a, c
C) c, a, d, b
D) non si può rispondere se non si conosce il tipo di acido in soluzione

6. Soluzione
Il pH vale $-\log[H^+]$ quindi è l'inverso dell'esponente di 10 nelle concentrazioni date. L'ordine crescente di pH, quindi è: (b) 10^{-2}, (d) 10^{-3}, (a) 10^{-4}, (c) 10^{-10} che corrisponde ai pH = 2, 3, 4, 10. (Risposta B)

7. Con riferimento alla seguente reazione:

$$H_2SO_4 + 2\ NaOH \rightarrow 2\ H_2O + Na_2SO_4$$

indicare l'affermazione corretta.
A) 10 mL di soluzione 0,2 M di acido reagiscono completamente con 5 mL di soluzione 0,2 M di base
B) 10 mL di soluzione 0,2 M di acido reagiscono completamente con 10 mL di soluzione 0,2 M di base
C) 10 mL di soluzione 0,2 M di acido reagiscono completamente con 20 mL di soluzione 0,1 M di base
D) 10 mL di soluzione 0,2 M di acido reagiscono completamente con 10 mL di soluzione 0,4 M di base

7. Soluzione
Il rapporto in moli con cui reagiscono H_2SO_4 e NaOH è 1:2.
In tutte le risposte, le moli di acido sono: $n = MV = 0,2 \cdot 10 = 2$ mmol. Dobbiamo avere 4 mmol di base.
In A abbiamo: $n = 0,2 \cdot 5 = 1$ mmol (A errata). In B abbiamo: $n = 0,2 \cdot 10 = 2$ mmol (B errata).
In C abbiamo: $n = 0,1 \cdot 20 = 2$ mmol (C errata). In D abbiamo: $n = 0,4 \cdot 10 = 4$ mmol (ok). (Risposta D)

8. In laboratorio viene preparata una soluzione sciogliendo 20,82 g di $BaCl_2$ e aggiungendo acqua sino a 1 L. Indicare l'affermazione corretta:
A) la concentrazione di ioni Ba^{2+} è uguale alla concentrazione di ioni Cl^-
B) la concentrazione di ioni Cl^- è 0,1 M
C) la concentrazione di ioni H_3O^+ è uguale alla concentrazione di ioni OH^-
D) la concentrazione di ioni Ba^{2+} è superiore a 0,2 M

8. Soluzione
La dissociazione è: $BaCl_2 \rightarrow Ba^{2+} + 2\ Cl^-$ La concentrazione di Ba^{2+} è metà di quella di Cl^- (A errata)
Senza fare calcoli, dato che Ba^{2+} e Cl^- non sono nè acidi nè basici, avremo: $[H^+] = [OH^-]$. (Risposta C)

9. Quando un elettrone passa da uno stato fondamentale ad uno stato eccitato, in base al modello atomico di Bohr:
A) l'atomo emette energia
B) l'atomo emette una radiazione luminosa
C) l'atomo acquista energia
D) l'atomo si raffredda

9. Soluzione
Quando un elettrone viene promosso dallo stato fondamentale ad uno stato eccitato, l'atomo acquista energia. Subito dopo, quando l'elettrone torna ad un orbitale di energia inferiore o allo stato fondamentale, l'atomo emette energia sotto forma di radiazione elettromagnetica. (Risposta C)

10. Secondo la teoria di Brønsted-Lowry:
A) quanto più forte è un acido, tanto più debole è la sua base coniugata
B) la base coniugata di un acido debole è una base forte
C) quanto più debole è un acido, tanto più debole è la sua base coniugata
D) l'acido coniugato di una base debole è un acido forte

10. Soluzione
Le dissociazione dell'acido è: $HA \rightarrow H^+ + A^-$ $K_a = [H^+][A^-]/[HA]$
La reazione della sua base coniugata è: $A^- + H_2O \rightarrow HA + OH^-$ $K_b = [HA][OH^-]/[A^-]$
Sommando le due reazioni si ha: $H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$ $K_w = [H^+][OH^-] = K_aK_b$
K_a e K_b sono inversamente proporzionali dato che vale: $K_aK_b = K_w$.
Quindi, quanto più forte è un acido, tanto più debole è la sua base coniugata. (Risposta A)

11. Indicate quale tra questi ioni: Fe^{3+}; OH^-; Cl^-; CN^- può comportarsi da acido di Lewis:
A) Cl^- B) Fe^{3+} C) OH^- D) CN^-

11. Soluzione
Un acido di Lewis è una specie che ha orbitali vuoti nei quali può accettare gli elettroni di non legame di un'altra molecola che si comporta da base di Lewis.
Un anione ha orbitali pieni e quindi non si comporta da acido di Lewis (A, C, D errate).
La sola specie con orbitali vuoti è Fe^{3+}, è questo l'acido di Lewis. (Risposta B)

12. Il prodotto di solubilità di Ag_2CrO_4 è 10^{-12} M^3. Calcolare la sua solubilità in acqua in mol/L.
A) $1{,}3 \cdot 10^{-3}$ mol/L
B) $1{,}0 \cdot 10^{-10}$ mol/L
C) $6{,}3 \cdot 10^{-5}$ mol/L
D) $4{,}0 \cdot 10^{-7}$ mol/L

12. Soluzione
La dissociazione è: $Ag_2CrO_4 \rightarrow 2\ Ag^+ + CrO_4^-$ $K_{ps} = [Ag^+]^2[CrO_4^-] = (2s)^2\ s = 4\ s^3$
Da cui: $s = (K_{ps}/4)^{1/3} = (10^{-12}/4)^{1/3} = 6{,}3 \cdot 10^{-5}$ M. (Risposta C)

13. Per titolare 23,7 mL di una soluzione di Na_2CO_3 sono stati consumati 35,5 mL di HCl 0,1 M. Calcolare la concentrazione molare della soluzione di Na_2CO_3.
A) 0,1498 M B) 0,0749 M C) 0,0501 M D) nessuna delle altre opzioni

13. Soluzione
La reazione è: $Na_2CO_3 + 2\ HCl \rightarrow 2\ NaCl + H_2CO_3 \rightarrow 2\ NaCl + CO_2 + H_2O$
Servono due moli di HCl per ogni mole di Na_2CO_3. Le moli di HCl sono: $n = M\ V = 0{,}1 \cdot 35{,}5 = 3{,}55$ mmol.
Le moli di Na_2CO_3 sono metà: 3,55/2 = 1,775 mmol. La concentrazione è: 1,775/23,7 = 0,0749 M. (Risposta B)

14. Una pallina di piombo di 100 g viene lasciata cadere da un'altezza di 10 m dal suolo. Dopo l'urto tutta l'energia è dissipata sotto forma di variazione dell'energia interna della pallina. Assumiamo che non ci sia variazione di volume della pallina e quindi che $\Delta H = \Delta U$. Sapendo che il calore specifico è $c_p = 0{,}128$ J/gK (accelerazione di gravità $g = 9{,}81$ m/s^2), stabilire il tipo di dipendenza che c'è tra l'incremento di temperatura e la massa della pallina.
A) la variazione di energia meccanica non è pari alla variazione di energia interna della pallina. Si ha dispersione di energia che viene rilasciata dalla pallina sotto forma di aumento di calore. Dunque, la variazione di temperatura è dipendente dalla massa della pallina.
B) la variazione di energia meccanica è pari alla variazione di energia interna della pallina; dunque, non si ha dispersione di energia ma questa viene trattenuta dalla pallina sotto forma di aumento dell'energia interna. La variazione di temperatura è dipendente dalla massa della pallina: aumentando la massa, aumenta l'energia meccanica potenziale da dissipare in calore trattenuto dal corpo.
C) la variazione di energia meccanica è pari alla variazione di energia interna della pallina; dunque, l'energia trattenuta dalla pallina è pari all'energia che viene rilasciata nel sistema. La variazione di temperatura è inversamente proporzionale alla massa della pallina. Aumentando la massa, diminuisce l'energia meccanica potenziale da dissipare.

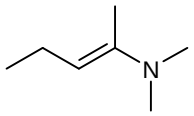
D) la variazione di energia meccanica è inversamente proporzionale alla variazione di energia interna della pallina; dunque, l'energia trattenuta dalla pallina è uguale e contraria all'energia che viene rilasciata nel sistema.

14. Soluzione
La diminuzione di energia meccanica della pallina è pari all'aumento di energia interna della pallina dato che non ci sono dispersioni nell'ambiente (A e D errate)
L'energia della pallina si conserva. Al tempo zero è: $E = m\,g\,h$; al momento dell'urto è: $E = {}^1/_2\, m\,v^2$
Se dopo l'urto tutta l'energia meccanica diventa energia interna, senza lavoro di volume, si ha: $E = Q = m\,c\,\Delta T$.
Uguagliando le energie che si conservano si ha: $m\,g\,h = m\,c\,\Delta T$ quindi $\Delta T = g\,h/c$.
L'aumento di temperatura non dipende dalla massa (B e C errate). (Risposta X?)

15. Consideriamo un cubetto di ghiaccio di 80 g alla temperatura di 0 °C che inizia a fondere. La temperatura dell'ambiente esterno è di 20 °C. Il cubetto di ghiaccio assorbe calore dall'ambiente e fonde effettuando un passaggio di stato solido-liquido. Calcolare la variazione di entropia dell'universo quando il cubetto è fuso.
A) si ha una diminuzione di entropia del ghiaccio ΔS_g. L'ambiente scambiando calore modifica la propria temperatura e determina un aumento di entropia ΔS_{ext}. Dunque, la variazione di entropia dell'universo ΔS è negativa.
B) le variazioni di entropia del ghiaccio e dell'ambiente sono uguali $\Delta S_g = \Delta S_{ext}$, dunque, la variazione di entropia dell'universo ΔS nel complesso è nulla.
C) si ha un incremento di entropia del ghiaccio $\Delta S_g = Q/T$. Assumendo che l'ambiente scambi calore senza modificare la propria temperatura, esso cede calore e la sua entropia ΔS_{ext} diminuisce. Dunque, la variazione di entropia dell'universo ΔS è positiva.
D) non è possibile calcolare la variazione di entropia dell'universo.

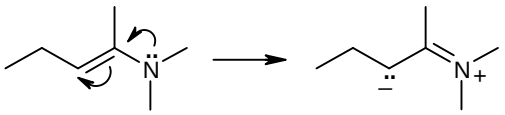
15. Soluzione
Si può rispondere anche senza calcolare le entropie, ma osservando che il ghiaccio dopo la fusione è costituito da molecole più disordinate e quindi l'entropia complessiva è aumentata.
L'entropia del ghiaccio fuso è aumentata infatti si ha: $\Delta S_g = Q/273$.
L'entropia dell'ambiente diminuisce infatti: $\Delta S_{ext} = -Q/293$
La diminuzione di entropia dell'ambiente è inferiore all'aumento di entropia del ghiaccio perchè avviene ad una temperatura maggiore (293 K) e quindi: $|\Delta S_{ext}| < |\Delta S_g|$.
L'entropia dell'universo, quindi, aumenta: $\Delta S_u = \Delta S_g + \Delta S_{ext} > 0$. (Risposta C)

16. Indicare qual è il gruppo funzionale presente nella seguente molecola:



A) enammina B) immina C) ammide D) immide

16. Soluzione

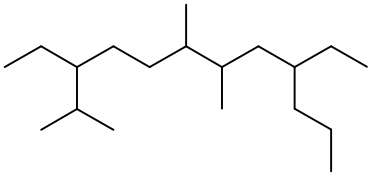


Questo gruppo funzionale è chiamato enammina perchè ha un'ammina legata direttamente al carbonio di un alchene.
Come in un enolo, questa molecola può subire tautomeria cheto-enolica e diventare nucleofila sul carbonio beta. (Risposta A)

17. Indicare la corretta sequenza di gradi di insaturazione dei seguenti composti: C_6H_{10}, C_6H_8, C_6H_{12}, C_2H_2.
A) 3, 0, 2, 1 B) 1, 3, 2, 4 C) 1, 2, 3, 4 D) 2, 3, 1, 2

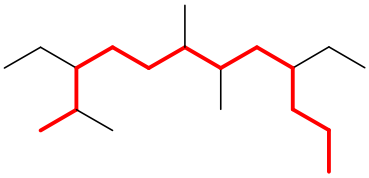
17. Soluzione
Un alcano saturo ha formula $C_nH_{(2n+2)}$. Ogni insaturazione (come un doppio legame) fa mancare 2 idrogeni.
Se C_6H_{10} fosse saturo avrebbe 14 idrogeni ($2 \cdot 6 + 2$). Gli mancano 4 idrogeni: ha 2 insaturazioni
Se C_6H_8 fosse saturo avrebbe 14 idrogeni ($2 \cdot 6 + 2$). Gli mancano 6 idrogeni: ha 3 insaturazioni
Se C_6H_{12} fosse saturo avrebbe 14 idrogeni ($2 \cdot 6 + 2$). Gli mancano 2 idrogeni: ha 1 insaturazione
Se C_2H_2 fosse saturo avrebbe 6 idrogeni ($2 \cdot 2 + 2$). Gli mancano 4 idrogeni: ha 2 insaturazioni. (Risposta D)

18. Indicare il nome IUPAC del seguente composto

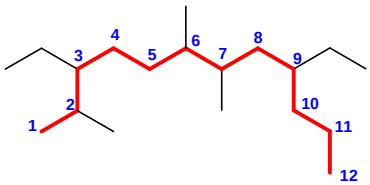


A) 3-isopropil-6,7-dimetil-9-propilundecano
B) 3,9-dietil-2,6,7-trimetildodecano
C) 4-etil-10-isopropil-6,7-dimetildodecano
D) 9-etil-3-isopropil-6,7-dimetildodecano

18. Soluzione



Per prima cosa si deve individuare nella molecola la catena di carboni più lunga che diventa l'idrocarburo di riferimento. In questo caso abbiamo individuato una catena di 12 carboni (dodecano) (A errata).
Tra le due catene possibili con 12 carboni si sceglie quella con più ramificazioni, quindi, a sinistra, si sceglie la ramificazione in basso (D errata)

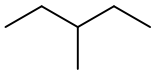


Poi si devono numerare i carboni della catena cominciando dal lato più vicino alla prima ramificazione, in questo caso si numera da sinistra. (C errata)

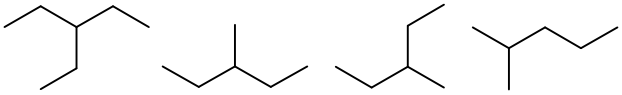
Infine si assegna il nome ad ogni sostituente e lo si fa precedere dal numero d'ordine: 2-metil 3-etil 6-metil 7-metil 9-etil

I sostituenti uguali vanno raggruppati e si fanno precedere da tutti i loro numeri d'ordine e da un prefisso di quantità: 2,6,7-trimetil 3,9-dietil
Nel nome finale, la catena principale va posta in fondo e va preceduta dai sostituenti in ordine alfabetico, quindi etil viene prima di metil (i numeri d'ordine e i prefissi di quantità non si considerano).
Il nome IUPAC, quindi, è: 3,9-dietil-2,6,7-trimetildodecano. (Risposta B)

19. Dato il seguente idrocarburo:



quali dei seguenti composti sono suoi isomeri costituzionali (di struttura)?



1 2 3 4

A) composto 4 B) composti 2 e 3 C) composti 3 e 4 D) composti 1, 2 e 3

19. Soluzione
Un isomero costituzionale è un isomero (una molecola diversa, ma composta dagli stessi atomi) che ha gli atomi legati con un ordine diverso (diversa struttura atomica).
La molecola data è un alcano con 6 atomi di carbonio, quindi la molecola 1, che ha 7 carboni, è errata
Le molecole 2 e 3 hanno un numero corretto di carboni (6), ma questi sono uniti nello stesso ordine di quella data, quindi non sono isomeri, ma sono la stessa molecola.
La molecola 4 è il solo isomero di struttura, infatti ha 6 carboni uniti con una diversa sequenza. (Risposta A)

20. Quale delle seguenti affermazioni descrive meglio il propano ($CH_3CH_2CH_3$) a temperatura ambiente?
A) liquido, solubile in acqua B) liquido, solubile in benzina
C) gas, solubile in benzina D) gas, solubile in acqua

20. Soluzione
Il propano, a temperatura e pressione ambiente, è gassoso ed essendo apolare è solubile in solventi apolari come la benzina. Aumentando la pressione diventa liquido, infatti è distribuito in bombole. (Risposta C)

21. Si mescolano volumi uguali di una soluzione acquosa di nitrato di argento 0,1 M e di una soluzione acquosa di cloruro di sodio 0,2 M. Sapendo che si ottiene cloruro d'argento, un sale praticamente insolubile in acqua, indicare le concentrazioni delle specie in soluzione.
A) $[Na^+]$ = 0,1 M; $[Cl^-]$ = 0,1 M; $[NO_3^-]$ = 0,05 M; $[Ag^+]$ = 0,05 M
B) $[Na^+]$ = 0,1 M; $[Cl^-]$ = 0,05 M; $[NO_3^-]$ = 0,1 M; $[Ag^+]$ = 0,1 M
C) $[Na^+]$ = 0,1 M; $[Cl^-]$ = 0,05 M; $[NO_3^-]$ = 0,05 M; $[Ag^+]$ = 0 M
D) $[Na^+]$ = 0,2 M; $[Cl^-]$ = 0,1 M; $[NO_3^-]$ = 0,1 M; $[Ag^+]$ = 0 M

21. Soluzione
Mescolando volumi uguali, il volume finale raddoppia e le concentrazioni diventano la metà. La reazione è:

	Ag^+	NO_3^-	+ Na^+	Cl^-	→ $AgCl_{(s)}$	+ $NaNO_3$	+ NaCl
Conc iniziale (mol/L)	0,05	0,05	0,1	0,1			
Conc finale (mol/L)	0	0,05	0,1	0,05	(0,05)	0,05	0,05

Alla fine avremo: $[Na^+]$ = 0,1 M (D errata) e $[NO_3^-]$ = 0,05 M (B errata). In un litro, 0,05 mol di Ag^+ precipitano come AgCl sottraendo 0,05 mol di Cl^- quindi resta $[Cl^-]$ = 0,05 M, ed infine $[Ag^+]$ = 0 M. (Risposta C)

22. Una soluzione è stata ottenuta mescolando $5{,}00 \cdot 10^{-1}$ mol di HCl e $5{,}00 \cdot 10^{-1}$ mol di NaF e portando a volume con acqua in un matraccio da 250 mL. Sapendo che HF ha $K_a = 7{,}5 \cdot 10^{-4}$ M a 298 K, indicare il valore del pH.
A) 3,87 B) 1,41 C) 1,96 D) 2,69

22. Soluzione
La reazione è: HCl + NaF → NaCl + HF Dato che HCl è un acido forte, la reazione è tutta spostata a destra.
Alla fine avremo: [HF] = n/V = 0,5/0,25 = 2 M. La concentrazione di H^+ prodotta da un acido debole è:
$[H^+] = (K_a\, C)^{1/2} = (7{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot 2)^{1/2} = 0{,}0387$ M da cui pH = 1,41. (Risposta B)

23. Stabilire il valore a 25 °C della concentrazione di H_3O^+ in una soluzione acquosa di HCl $5{,}00 \cdot 10^{-8}$ M.
A) $5{,}00 \cdot 10^{-8}$ M
B) $1{,}00 \cdot 10^{-7}$ M
C) $7{,}80 \cdot 10^{-8}$ M
D) $1{,}28 \cdot 10^{-7}$ M

23. Soluzione
Alla concentrazione di H^+ contribuiscono sia la dissociazione dell'acido forte sia la dissociazione dell'acqua. Dato che l'acqua è un acido molto debole, in generale il suo contributo si trascura, ma se la quantità di acido è molto piccola (inferiore a 10^{-6} M) bisogna considerare entrambi i contributi. Aggiungendo una piccola quantità di acido all'acqua, la concentrazione di H^+ sarà sempre maggiore di 10^{-7} M anche se di poco (A, B e C errate). Quindi, anche senza fare calcoli, sappiamo che il solo valore accettabile è $1{,}28 \cdot 10^{-7}$ M. (Risposta D)
Per esercizio, risolviamo comunque il problema.
La dissociazione dell'acqua è: $H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$ per cui vale: $K_w = [H^+][OH^-]$
Per l'elettroneutralità della soluzione deve valere: $[H^+] = [OH^-] + [Cl^-]$ da cui si ottiene: $[OH^-] = [H^+] - [Cl^-]$
Sostituendo si ottiene: $K_w = [H^+]([H^+] - [Cl^-])$ e quindi: $K_w = [H^+]^2 - [H^+][Cl^-]$
questa è un'equazione di 2° grado: $[H^+]^2 - [H^+][Cl^-] - K_w = 0$ dove: $[Cl^-] = 5 \cdot 10^{-8}$ e $K_w = 10^{-14}$.

Risolvendo si ottiene: $[H^+] = \dfrac{5 \cdot 10^{-8} + \sqrt{25 \cdot 10^{-16} + 4 \cdot 10^{-14}}}{2} = \dfrac{0{,}5 \cdot 10^{-7} + 2{,}06 \cdot 10^{-7}}{2} = 1{,}28 \cdot 10^{-7}$ M

24. A 100,00 mL di una soluzione acquosa di HCl 0,010 M si aggiunge 1,00 mL di una soluzione di NaOH 0,100 M; indicare la variazione del pH.
A) +0,050
B) –0,100
C) –0,050
D) +0,010

24. Soluzione
Il pH iniziale è $pH = -\log C = -\log(10^{-2}) = 2$ Le moli di HCl sono: $n = MV = 0{,}01 \cdot 0{,}1 = 10^{-3}$ mol.
Le moli di NaOH sono: $n = MV = 0{,}1 \cdot 10^{-3} = 10^{-4}$ mol. Le moli residue di HCl sono: $10^{-3} - 10^{-4} = 9 \cdot 10^{-4}$ mol
La concentrazione di HCl diventa: $C = n/V = 9 \cdot 10^{-4}/0{,}101 = 8{,}9 \cdot 10^{-3}$ M.
Il pH finale è: $pH = -\log C = -\log(8{,}9 \cdot 10^{-3}) = 2{,}05$ $\Delta pH = 2{,}05 - 2 = 0{,}05$. (Risposta A)

25. In un contenitore chiuso a 25 °C si è instaurato il seguente equilibrio:

$$CaO_{(s)} + CO_{2\,(g)} \rightarrow CaCO_{3\,(s)} \qquad \text{con } \Delta H° < 0$$

Indicare l'azione più efficace per spostare l'equilibrio verso destra.
A) triplicare la quantità di CaO
B) aumentare la temperatura a 50°C
C) dimezzare la quantità di $CaCO_3$ presente
D) aumentare la P_{tot} del sistema

25. Soluzione
Aumentare o diminuire la quantità di reagenti solidi non ne cambia l'attività e quindi è ininfluente (A e C errate).
Aumentare la temperatura, in una reazione esotermica, sposta l'equilibrio a sinistra e non a destra (B errata).
Aumentare la pressione di CO_2 sposta la reazione verso destra (per consumare CO_2). (Risposta D)

26. Una soluzione tampone contiene Na_2HPO_4 0,040 M e KH_2PO_4 0,080 M; indicare il pH della soluzione, sapendo che $pK_{a2(H_3PO_4)}$ = 7,21 a 25 °C:
A) 8,10
B) 6,91
C) 7,00
D) 7,21

26. Soluzione
La concentrazione della specie acida (KH_2PO_4 0,08 M) è doppia di quella della sua base coniugata (0,04 M).
Il pH della soluzione tampone è: $pH = pK_a - \log(\text{acido/base}) = 7{,}21 - \log 2 = 6{,}91$. (Risposta B)

27. Indicare il valore del pH di una soluzione acquosa 0,100 M di cloruro di trimetilammonio $(HNMe_3)Cl$, sale che può essere considerato completamente dissociato e il cui catione è un acido debole con pK_a = 9,80.
A) 7,00
B) 9,30
C) 5,40
D) 2,50

27. Soluzione
La reazione è: $HNMe_3^+ \rightarrow H^+ + NMe_3$ semplificata in: $HA \rightarrow H^+ + A^-$ $K_a = [H^+][A^-]/[HA]$ $K_a = [H^+]^2/C$
da cui $[H^+] = (K_a C)^{1/2}$ $pH = {}^1/_2\, pK_a - {}^1/_2 \log C$ $pH = 9{,}80/2 + 1/2 = 5{,}40$. (Risposta C)

28. Se in una reazione in equilibrio si modifica la concentrazione di una specie che compare nella costante di equilibrio, senza cambiare altri parametri, quale delle seguenti variazioni si osserva:
A) in alcuni casi cambia il valore della costante di equilibrio, in altri l'equilibrio viene spostato
B) l'equilibrio viene spostato, ma non cambia il valore della costante di equilibrio
C) cambia il valore della costante di equilibrio, ma l'equilibrio non viene spostato
D) cambia il valore della costante di equilibrio e l'equilibrio viene spostato

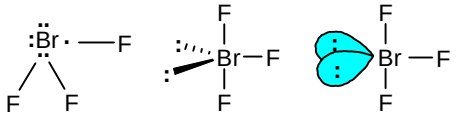
28. Soluzione
L'equilibrio si sposta verso destra o verso sinistra per contrastare la variazione di concentrazione, ma la costante di equilibrio K_{eq} (che dipende solo dalla temperatura) resta invariata. (Risposta B)

29. Sapendo che l'autoprotolisi dell'acqua è un processo endotermico, indicare cosa succede al pH dell'acqua distillata al variare della temperatura.
A) il pH non varia, perché l'acqua distillata è sempre neutra
B) il pH non varia, perché il prodotto ionico dell'acqua è costante
C) aumentando la temperatura il pH diminuisce
D) aumentando la temperatura aumenta anche il pH

29. Soluzione
All'aumentare di T, la reazione esotermica $H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$ si sposta a destra, nella direzione che fa diminuire T. Questo fa aumentare K_w e quindi aumentano $[H^+]$ e $[OH^-]$. Il pH diminuisce ($-\log[H^+]$). (Risposta C)

30. Secondo il modello VSEPR, indicare la molecola che ha una forma a T.
A) BrF_3 B) PCl_3 C) SO_3 D) $COCl_2$

30. Soluzione
PCl_3 (come NH_3) è piramidale a base trigonale. SO_3 e $COCl_2$ sono planari trigonali, resta solo BrF_3.



Il bromo ha 7 elettroni di valenza. Tre elettroni servono per legare i tre atomi di fluoro, restano 4 elettroni che costituiscono 2 coppie di non legame. Le coppie da sistemate attorno al bromo sono 5 (3 di legame e 2 di non legame) e si dispongono a bipiramide a base trigonale. Le due coppie di non legame (più ingombranti) vanno poste nella base trigonale (angoli di 120°), nelle altre posizioni si dispongono gli atomi di fluoro. La molecola ha una forma a T. (Risposta A)

31. A 60 mL di una soluzione acquosa contenente solfato di sodio si aggiungono 15 mL di una soluzione di $BaCl_2$ 0,10 M. Per titolare l'eccesso di $BaCl_2$ sono stati necessari 5,0 mL di EDTA 0,10 M. Indicare la concentrazione molare dello ione solfato nella soluzione iniziale.
A) 0,029 M
B) 0,034 M
C) 0,017 M
D) 0,103 M

31. Soluzione
La reazione iniziale è: $Na_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 + 2\ NaCl$
I due sali reagiscono in rapporto 1:1. Le moli aggiunte di $BaCl_2$ sono: n = MV = 0,1 · 15 = 1,5 mmol.
Le moli di EDTA sono: MV = 0,1 · 5 = 0,5 mmol e corrispondono al $BaCl_2$ in eccesso. Quindi 1 mmol di $BaCl_2$ ha reagito con 1 mmol di Na_2SO_4. La concentrazione di questo era: C = n/V = 1/60 = 0,017 M. (Risposta C)

32. Indicare la definizione di curva di titolazione acido-base eseguita mediante volumetria classica.
È un grafico bidimensionale che descrive:
A) la variazione del potenziale elettrico in funzione del volume di titolante aggiunto in un grafico di coordinate (E, V)
B) un grafico che riporta la concentrazione della specie titolata in funzione del volume di titolante con un grafico cartesiano di coordinate (C, V)
C) l'andamento del pH durante la titolazione con un grafico di coordinate (pH, V)
D) nessuna delle altre opzioni

32. Soluzione
La curva di titolazione acido-base in volumetria classica riporta il pH misurato dopo ogni aggiunta di titolante e quindi mette in grafico il pH contro il volume V di titolante (pH, V). (Risposta C)

33. Nella spettrofotometria di assorbimento UV-Vis si utilizzano:
A) sorgenti che emettono una luce discontinua
B) sorgenti che emettono una luce continua
C) sorgenti che possono essere regolate per emettere luce continua o discontinua
D) nessuna delle altre opzioni

33. Soluzione
In uno spettrofotometro UV-Vis si usa una sorgente di luce continua che poi viene dispersa nelle varie lunghezza d'onda con un monocromatore che le invia al campione una alla volta per misurare l'assorbanza in sequenza in tutto lo spettro. (Risposta B)

34. Lo ione Fe^{3+} ha una configurazione di spin, nello stato elettronico fondamentale, identica a quella di:
A) Mg^{2+} B) Mn^{2+} C) Ca^{2+} D) Co^{3+}

34. Soluzione
${}_{26}Fe^{3+}$ ha: 26–3 = 23 elettroni. Mg e Ca sono lontani nella tavola periodica e sono da scartare. Restano Mn e Co.
${}_{27}Co^{3+}$ ha: 27–3 = 24 elettroni (errato). ${}_{25}Mn^{2+}$ ha: 25–2 = 23 elettroni (come il Fe^{3+}). (Risposta B)

35. Nello spettro infrarosso degli etani monosostituiti (CH_3CH_2X) con un sostituente alogeno (X= Cl, Br, I), le bande di assorbimento relative ai gruppi $-CH_2X$ cadono a numeri d'onda (cm^{-1}) con la sequenza:
A) i dati forniti non consentono una previsione anche approssimata
B) cadono tutte a numeri d'onda simili
C) $CH_2Cl > CH_2Br > CH_2I$
D) $CH_2Cl < CH_2Br < CH_2I$

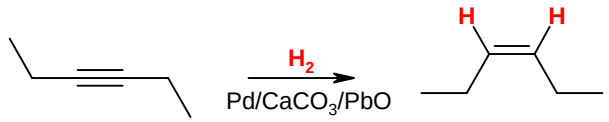
35. Soluzione

La frequenza di oscillazione caratteristica del legame tra due atomi è: $\nu = \frac{1}{2\pi c}\sqrt{\frac{k}{m_r}}$

La frequenza aumenta con la forza del legame (k), mentre diminuisce con la massa ridotta degli atomi (m_r). Quindi il legame tra carbonio e alogeni oscilla a frequenze (numeri d'onda) che diminuiscono passando dal cloro, più leggero, al bromo e allo iodio, via via più pesanti. (Risposta C)

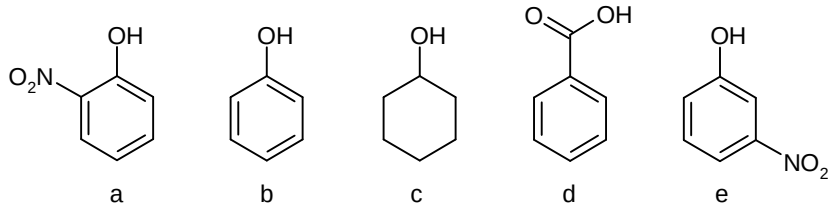
36. Il 3-esino per trattamento con idrogeno molecolare in presenza del catalizzatore di Lindlar ($Pd/CaCO_3/PbO$) dà preferenzialmente luogo alla formazione di:
A) esano B) 2-esino C) (*E*)-3-esene D) (*Z*)-3-esene

36. Soluzione



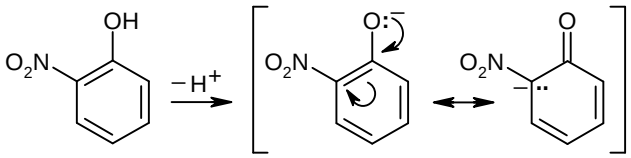
La riduzione degli alchini con H_2 e catalizzatore disattivato si ferma allo stadio di alchene e forma alcheni di configurazione *cis* dato che è un'addizione *sin* nella quale i due atomi di idrogeno si legano dallo stesso lato dell'alchino. Qui si forma (*Z*)-3-esene. (Risposta D)

37. Mettere in ordine di acidità decrescente i seguenti composti:



A) d > a > e > b > c B) a > e > d > b > c C) c > b > d > e > a D) d > e > a > b > c

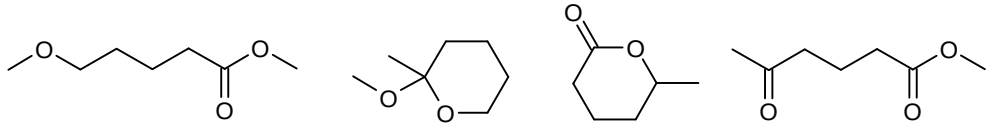
37. Soluzione
Il composto più acido è l'acido benzoico (d) ($pK_a \approx 4$), il meno acido è il cicloesanolo (c) ($pK_a \approx 18$) (B e C errate). Entrambe le risposte A e D concordano con il fatto che i due nitrofenoli (a, e) siano più acidi del fenolo (b). Resta da vedere quale dei due nitrofenoli sia il più acido. Il nitrogruppo è elettron-attrattore e stabilizza la carica negativa che giunge in anello, per risonanza, dall'ossigeno dell'OH fenolico che ha perso l'H^+. La carica negativa arriva nelle posizioni orto-para dell'anello, quindi il nitrogruppo dell'orto-nitrofenolo (a) stabilizza la carica negativa per risonanza (oltre che per effetto induttivo), mentre il nitrogruppo del meta-nitrofenolo (e) la può stabilizzare solo per effetto induttivo e quindi è il meno acido dei due. (Risposta A)



38. Un chimico separa una miscela complessa di biomolecole da un campione solido finemente triturato usando un estrattore Soxhlet e impiegando etere etilico come solvente. Quale delle classi di biomolecole tra carboidrati, proteine e trigliceridi si ritrova nel pallone di raccolta?
A) proteine e carboidrati B) trigliceridi C) trigliceridi e proteine D) proteine

38. Soluzione
L'estrattore Soxlet realizza una serie di estrazioni con solvente riciclando il solvente per distillazione. Dato che l'etere etilico è un solvente apolare, scioglie (e quindi estrae) le sostanze apolari, cioè i lipidi (in questo casi i trigliceridi), mentre i carboidrati e le proteine non sono solubili in etere. (Risposta B)

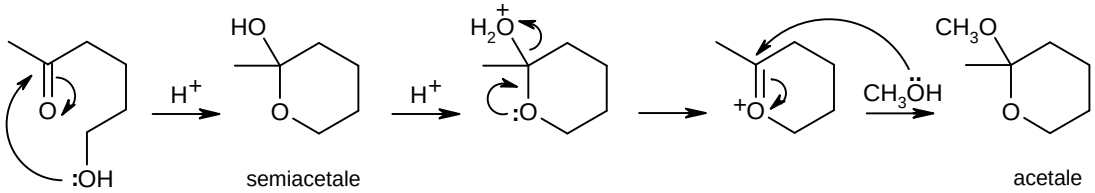
39. Quale dei seguenti composti è il prodotto della reazione del 6-idrossiesan-2-one in metanolo debolmente acido?



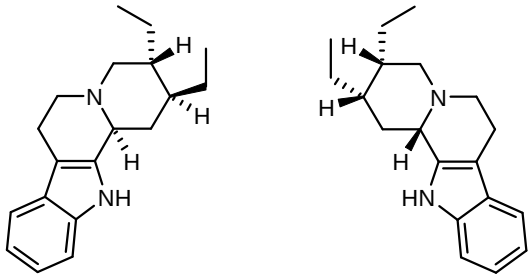
A) B) C) D)

39. Soluzione

I chetoni possono reagire con gli alcoli in ambiente acido per formare semiacetali e la reazione, per questioni entropiche, è più favorevole se è intramolecolare e chiude un anello. In metanolo, il semiacetale ciclico può reagire ancora, perde acqua e si lega al metanolo formando un acetale. (Risposta B)



40. Quale dei seguenti termini descrive la coppia dei seguenti composti?



A) enantiomeri
B) sono lo stesso composto
C) conformeri
D) diastereoisomeri

40. Soluzione

Le due molecole sono stereoisomeri perchè sono composte dagli stessi atomi legati nello stesso ordine.
Mentre il carbonio chirale in alto è speculare, gli altri due hanno la stessa configurazione, quindi le due molecole sono stereoisomeri non speculari, cioè sono diastereoisomeri. (Risposta D)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato