Giochi della Chimica 2025
Problemi risolti – Fase regionale – Classe C

1. Il contenuto di diossido di carbonio di un'acqua minerale si determina mediante la seguente reazione:

$$CO_2 + Ba(OH)_2 \rightarrow BaCO_3 + H_2O$$

Sapendo che da 850 mL di acqua si ottengono 44,7 g di carbonato di bario (MM = 197,3 g/mol) calcolare la concentrazione di diossido di carbonio (MM = 44,0 g/mol) in g/L nell'acqua minerale analizzata.

A) 22,3 g/L
B) 11,7 g/L
C) 31,8 g/L
D) 23,6 g/L

1. Soluzione

Le moli di $BaCO_3$ ottenute corrispondono alle moli di CO_2 nell'acqua minerale.
Le moli di $BaCO_3$ sono: n = m/MM = 44,7/197,3 = 0,2266 mol (corrispondono alle moli di CO_2 nell'acqua)
La massa di CO_2 è: m = n MM = 0,2266 · 44 = 9,97 g. La concentrazione è: 9,97/0,85= 11,7 g/L. (Risposta B)

2. A e B sono due soluzioni acquose di NaCl, rispettivamente 0,2 mol L^{-1} e 0,05 mol L^{-1}. Se le due soluzioni, alla stessa temperatura, sono separate da una membrana semipermeabile al solvente, avviene che:

A) NaCl migra dalla soluzione A alla B
B) NaCl migra dalla soluzione B alla A
C) NaCl non migra
D) il solvente migra dalla soluzione A alla B

2. Soluzione

Per equilibrare le due concentrazioni, il solvente migra dalla soluzione più diluita (B) a quella più concentrata (A). Gli ioni del sale NaCl, invece non possono attraversare la membrana. (Risposta C)

3. Indicare la massa di PCl_3 (MM = 137,4 g/mol) che si ottiene dalla reazione, quantitativa, di 124 g di P_4 (MM = 124 g/mol) con 325 g di Cl_2 (MM = 71 g/mol).

A) 419 g
B) 210 g
C) 549 g
D) 105 g

3. Soluzione

La reazione è: $P_4 + 6\ Cl_2 \rightarrow 4\ PCl_3$

moli (mol)	(1)	4,56	3,05
MM (g/mol)	(124)	71	137,4
massa (g)	(124)	325	

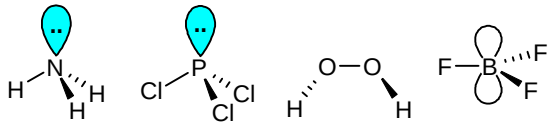
Le moli di P_4 sono: n = 124/124 = 1 mol. Le moli di Cl_2 sono: n = m/MM = 325/71 = 4,56 mol.
Servirebbero 6 mol di Cl_2 per far reagire tutto il P_4, quindi le moli di Cl_2 sono in difetto e decidono quante moli di PCl_3 si ottengono. Le moli di PCl_3 sono: n = 4,56 (4/6) = 3,05 mol.
La massa di PCl_3 è: m = n MM = 3,05 ·137,4 = 419 g. (Risposta A)

4. Indicare la molecola apolare.

A) BF_3 B) H_2O_2 C) PCl_3 D) NH_3

4. Soluzione

Anche se una molecola possiede legami polari, può essere apolare se i dipoli che contiene si annullano tra loro a causa della simmetria molecolare. NH_3 e PCl_3 sono due molecole con la stessa geometria, piramidale a base trigonale, hanno dipoli che si sommano tra loro e sono molecole polari. Anche H_2O_2 è una molecola polare, la sua forma perfettamente simmetrica è meno stabile di quella disegnata qui e comunque ha una certa libertà di rotazione attorno al legame O-O e ha sempre un dipolo risultante. BF_3, invece è apolare, la sua geometria planare trigonale fa annullare tra loro i dipoli dei tre legami BF. (Risposta A)



5. Indicare quante moli di HNO_3 (MM = 63 g/mol) restano alla fine della seguente reazione (non bilanciata) e quante moli di $Cu(NO_3)_2$ (MM = 249,6 g/mol) si ottengono se 4 mol di Cu (MM = 63,54 g/mol) vengono mescolate con 16 mol di HNO_3.

$$Cu + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO + H_2O$$

A) 2,37 mol di HNO_3 e 3 mol di $Cu(NO_3)_2$
B) 10,67 mol di HNO_3 e 4 mol di $Cu(NO_3)_2$
C) 12,00 mol di HNO_3 e 2 mol di $Cu(NO_3)_2$
D) 5,33 mol di HNO_3 e 4 mol di $Cu(NO_3)_2$

5. Soluzione
Le due semireazioni sono:
$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2\ e^-$ (ox) va moltiplicata per 3 per scambiare 6 elettroni
$N^{5+} + 3\ e^- \rightarrow N^{2+}$ (rid) va moltiplicata per 2 per scambiare 6 elettroni
Moltiplicando per 3 e per 2 e sommando membro a membro si ottiene:

$$3\ Cu + 8\ HNO_3 \rightarrow 3\ Cu(NO_3)_2 + 2\ NO + 4\ H_2O$$

moli (mol) 4 (16) 4
Le moli di Cu sono 4 (dovrebbero essere 6 per pareggiare HNO_3) quindi sono in difetto e decidono la reazione. Si ottengono 4 moli di $Cu(NO_3)_2$. Le moli di HNO_3 che reagiscono sono: $4 \cdot (8/3) = 10{,}66$ mol.
Le moli di HNO_3 residue sono $16 - 10{,}66 = 5{,}33$ mol. (Risposta D?)

6. Il bario contenuto in un minerale grezzo viene precipitato come $BaSO_4$. Sapendo che da 85,0 kg di minerale si ottengono 1,80 kg di $BaSO_4$ (MM = 233,4 g/mol) indicare la percentuale in massa *m/m* di bario (MM = 137,3 g/mol) contenuta nel minerale.
A) 12,5% *m/m* B) 1,25% *m/m* C) 18,0% *m/m* D) 1,80% *m/m*

6. Soluzione
Le moli di $BaSO_4$ sono: n = m/MM = 1800/233,4 = 7,71 mol. La massa di Ba è: m = n MA = $7{,}71 \cdot 137{,}3 = 1059$ g
La % m/m è: 1,059/85 = 1,25%. (Risposta B)

7. Il composto $Pb(N_3)_2$ (MM = 291,3 g/mol) veniva utilizzato per sviluppare il gas che riempie gli airbag delle automobili in seguito a un urto violento. La reazione (non bilanciata) che si produce è:

$$Pb(N_3)_{2\,(s)} \rightarrow Pb_{(s)} + N_{2\,(g)}$$

Se il cuscino dell'airbag ha un volume di 35,0 L, stabilire quanti grammi di composto occorrono per ottenere una pressione di $2{,}026 \cdot 10^5$ Pa a 20 °C. (1 atm = 101325 Pa, R = 0,0821 L atm K^{-1} mol^{-1}).
A) 198 g B) 848 g C) 283 g D) 424 g

7. Soluzione
La reazione si bilancia direttamente:

$$Pb(N_3)_{2\,(s)} \rightarrow Pb_{(s)} + 3\ N_{2\,(g)}$$

Dalla legge dei gas si ottengono le moli di N_2: n = PV/RT n = $(2 \cdot 35)/(0{,}0821 \cdot 293) = 2{,}91$ mol.
Le moli di $Pb(N_3)_2$ sono 1/3: 2,91/3 = 0,97 mol. La massa è: m = n MM = $0{,}97 \cdot 291{,}3 = 283$ g. (Risposta C)

8. Quanti valori può assumere il numero quantico m_l per un elettrone in un orbitale *f* ?
A) 5 B) 6 C) 7 D) 9

8. Soluzione
L'orbitale *f* ha numero quantico secondario: $l = 3$; Questo orbitale si può orientare nello spazio in più modi dati dal numero quantico m_l che può assumere i valori da $-l$ a $+l$ quindi:–3, –2, –1, 0, 1, 2, 3. (Risposta C)

9. Indicare l'espressione del prodotto di solubilità del sale PbI_2 in acqua.
A) $[Pb^{2+}][I^-]^2$
B) $[Pb^{2+}][I_2]$
C) $[Pb^{2+}] + [I_2]^2$
D) $[Pb^{2+}] + [I^-]$

9. Soluzione
La dissociazione è: $PbI_2 \rightarrow Pb^{2+} + 2\ I^-$ quindi: $K_{ps} = [Pb^{2+}][I^-]^2$. (Risposta A)

10. Indicare il pH più plausibile per una soluzione acquosa contenente NH_4Cl.
A) 11,4 B) 9,2 C) 7,0 D) 5,3

10. Soluzione
Lo ione ammonio è l'acido coniugato della base debole NH_3, ha un $pK_a = 14 – 9,3 = 4,7$ e genera un pH acido in soluzione. Il solo pH acido nel problema è 5,3. (Risposta D)

11. Calcolare la costante di equilibrio della reazione:

$$A_{(aq)} + 2\ B_{(aq)} \rightarrow AB_{2\,(aq)}$$

sapendo che, all'equilibrio, in 2 L di soluzione sono presenti 0,2 moli di A, 0,4 moli di B e 0,08 moli di AB_2.
A) 1,00 $(mol/L)^{-2}$ B) 10,0 $(mol/L)^{-2}$ C) 2,00 $(mol/L)^{-2}$ D) 20,0 $(mol/L)^{-2}$

11. Soluzione
La costante di equilibrio è: $K = [AB_2]/[A][B]^2$ $K = 0,04/(0,1 \cdot 0,2^2) = 10\ M^{-2}$. (Risposta B)

12. Un campione costituito da 1 mole di $CaCO_3$ solido a pressione atmosferica è scaldato a 800 °C, temperatura alla quale si decompone. Il riscaldamento è effettuato in un contenitore munito di pistone inizialmente appoggiato sul solido. Calcolare il lavoro eseguito dal sistema durante la decomposizione completa a P = 1 atm. Considerare un comportamento ideale degli eventuali gas coinvolti.
A) –8921 J B) +8921 J C) –7500 J D) +892,1 J

12. Soluzione
La reazione è: $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ La temperatura è T = 800 + 273 = 1073 K
Il volume occupato dalla CO_2 è: $V = nRT/P = (1 \cdot 0,0821 \cdot 1073)/1 = 88,09$ L.
Il lavoro eseguito dal sistema a P costante è: $W = PV = 101300 \cdot 88,09 \cdot 10^{-3} = 8923$ J. (Risposta B?)
Il lavoro eseguito è: –8923 J (se si tiene conto della convenzione termodinamica).

13. Quali fattori influenzano la velocità di una reazione chimica?
A) presenza di catalizzatori, valore di K_{eq}
B) valore di ΔG, concentrazione
C) pressione, valore di K_{eq}
D) concentrazione, temperatura

13. Soluzione
La K_{eq} e il ΔG influenzano la posizione dell'equilibrio, non influenzano la velocità della reazione.
Concentrazione (numero degli urti) e temperatura (urti efficaci) influenzano la velocità di reazione. (Risposta D)

14. Un ossidante è una specie chimica che:
A) cede elettroni a una specie riducente
B) si ossida a contatto con l'aria
C) non cede mai elettroni a un altro ossidante
D) acquista elettroni da una specie riducente

14. Soluzione
Un ossidante è una specie che acquista elettroni da un riducente (e così si riduce). (Risposta D)

15. L'etichetta di una bottiglia di aceto di vino riporta una concentrazione di acido acetico (CH_3COOH) del 6,00% *m/m* (densità dell'aceto: 1,020 g/mL). Calcolare la concentrazione molare dell'acido acetico nell'aceto (MM CH_3COOH = 60,052 g/mol).
A) 0,85 mol/L
B) 1,02 mol/L
C) 1,21 mol/L
D) 0,77 mol/L

15. Soluzione
La massa di acido acetico in 1 L si ottiene dalla proporzione: 6 : 100 = m : 1020 $m = 6 \cdot 1020/100 = 61,2$ g/L.
Le moli in un litro sono: 61,2/60,05 = 1,02 mol/L. (Risposta B)

16. Si preparano 150,0 mL di una soluzione sciogliendo 1,7709 g di $CH_3COONa \cdot 2\ H_2O$ (MM = 118,06 g/mol) in 50 mL di HCl 0,3 mol/L e diluendo con acqua fino al volume indicato. Calcolare il pH della soluzione. ($K_{a\ CH_3COOH} = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$).
A) 1,1 B) 2,9 C) 5,5 D) 4,7

16. Soluzione
Le moli di sale idrato sono: n = m/MM = 1,7709/118,06 = 0,015 mol (15 mmol). Le mmoli di HCl sono: n = MV = 0,3 · 50 = 15 mmol. HCl trasforma tutto il sale in acido acetico. La molarità è: M = 15/150 = 0,1 M.
Quindi si ricava: $[H^+] = (K_a\ C)^{1/2} = (1{,}8 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}1)^{1/2} = 1{,}34 \cdot 10^{-3}$ M da cui: pH = 2,9. (Risposta B)

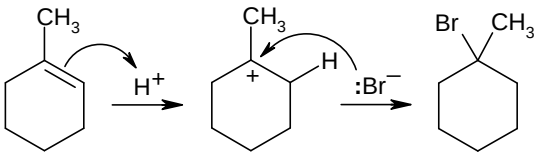
17. Un reattivo riporta in etichetta il seguente pittogramma di pericolo

Indica il suo significato:
A) infiammabile
B) estremamente tossico
C) corrosivo
D) pericoloso per l'ambiente acquatico

17. Soluzione
Questo pittogramma di pericolo segnala che la sostanza è corrosiva. (Risposta C)

18. L'addizione di HBr agli alcheni è una reazione regioselettiva. L'addizione di HBr all'1-metilcicloesene porta alla formazione esclusiva di:
A) 1-bromo-1-metilcicloesano
B) 1-bromo-2-metilcicloesano
C) 1,2-dibromo-1-metilcicloesano
D) 2-bromo-1-metilcicloesano

18. Soluzione



Nella prima parte della reazione si forma come intermedio il carbocatione più stabile, quello terziario.
Nella seconda parte questo viene attaccato dal Br^- e così si forma 1-bromo-1-metilcicloesano. (Risposta A)

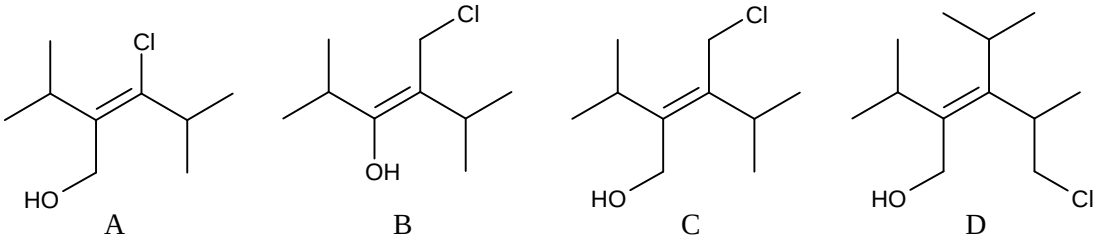
19. Indicare quale dei seguenti composti organici contiene l'atomo di carbonio con lo stato di ossidazione più alto:
A) $CH_3CH_2CHCl_2$ B) CH_3COCH_3 C) $CH_3CH_2CH_2OH$ D) CH_3CH_2COOH

19. Soluzione
Carboni con lo stesso gruppo funzionale possono avere stati di ossidazione diversi. Carboni con lo stesso stato di ossidazione possono avere gruppi funzionali diversi. Per questo in chimica organica non si dà molta importanza al numero di ossidazione dei carboni, si preferisce classificare i composti in base al loro gruppo funzionale.
Il C-1 del dicloruro A ha N.O. = +1. Il C-2 del chetone B ha N.O. = +2.
Il C-1 dell'alcol C ha N.O. = –1. Il C-1 dell'acido D ha N.O. = +3. (Risposta D)

20. Indicare l'alchene MENO reattivo verso le addizioni elettrofile.
A) (*E*)-2-butene B) 1,1,2,2-tetrafluoroetene C) 2-metil-propene D) etene

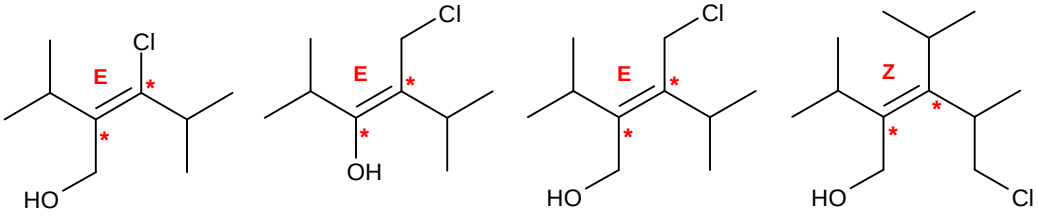
20. Soluzione
L'alchene meno reattivo è quello col doppio legame C=C più povero di elettroni, cioè quello con sostituenti più elettron-attrattori. L'etene sostituito con 4 atomi di fluoro è di gran lunga il meno reattivo. (Risposta B)

21. Indica il composto che ha configurazione *Z*.

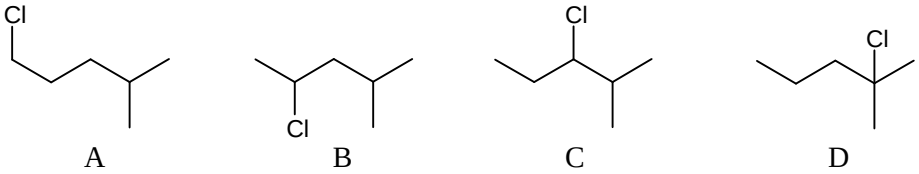


21. Soluzione

Evidenziamo con un asterisco i due sostituenti a maggior priorità. Il composto Z (cis) è quello che ha i due sostituenti con maggiore priorità dallo stesso lato. (Risposta D)

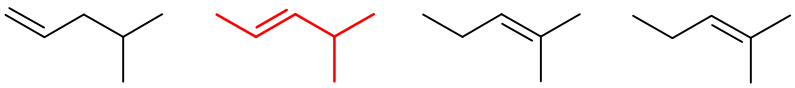


22. Quale composto porta principalmente alla formazione del 4-metil-2-pentene in seguito a una reazione di eliminazione?



22. Soluzione

In un'eliminazione E2 si forma principalmente (4:1) l'alchene più sostituito. Qui sotto sono mostrati i prodotti principali nei quattro casi. Il 4-metil-2-pentene (rosso) si ottiene dal cloruro B. (Risposta B)



23. Una reazione che trasforma gli acidi in aldeidi (es. CH_3COOH in CH_3CHO) è una:

A) ossidazione B) condensazione C) riduzione D) aromatizzazione

23. Soluzione

L'acido viene ridotto ad aldeide. Con questa riduzione il N.O. del C-1 passa da +3 a +1. (Risposta C)

24. L'urea, $CO(NH_2)_2$ (MM = 60,1 g/mol), è un importante fertilizzante prodotto nel mondo in grandi quantità. Per produrla si parte da miscele che contengono NH_3 (MM = 17,0 g/mol) e CO_2 (MM = 44,0 g/mol) in rapporto molare 3:1. La reazione (non bilanciata) è la seguente:

$$NH_3 + CO_2 \rightarrow CO(NH_2)_2 + H_2O$$

Se, in un esperimento, partendo da 3 mol di NH_3 e 1 mol di CO_2, si sono ricavati 47,7 g di urea, indicare la resa teorica e la resa percentuale.

A) 50,1 g; 95,2%
B) 90,2 g; 52,9%
C) 30,1 g; 63,1%
D) 60,1 g; 79,4%

24. Soluzione

La reazione bilanciata è: $2\ NH_3 + CO_2 \rightarrow CO(NH_2)_2 + H_2O$

Partendo da 1 mole di CO_2, si doveva teoricamente ottenere 1 mole di urea cioè 60,1 g di urea.

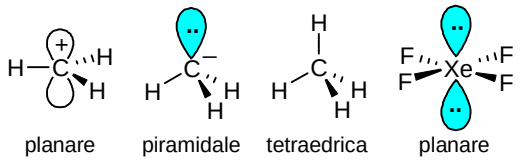
La resa percentuale è: 47,7/60,1 = 79,4%. (Risposta D)

25. Il bromo ha PA = 79,904 u ed esiste in natura come miscela di due isotopi, ^{79}Br e ^{81}Br. Sapendo che l'isotopo ^{79}Br ha una massa di 78,918 u e abbondanza naturale del 50,690%, stabilire quale è la massa dell'altro isotopo.
A) 80,918 u B) 81,126 u C) 76,769 u D) 79,997 u

25. Soluzione
Il peso atomico della Tavola Periodica è il peso atomico medio dell'elemento in natura. Si ottiene dalla media pesata della massa dei vari isotopi: $PA = x_1m_1 + x_2m_2$ quindi: $79,904 = (0,5069 \cdot 78,918) + (1–0,5069)\, m_2$
$0,4931\ m_2 = 79,904 – 40,004$ $m_2 = 39,900/0,4931$ $m_2 = 80,918$ u. (Risposta A)

26. Indicare, sulla base della teoria VSEPR, quale coppia è costituita da specie planari.
A) CH_3^+ e CH_3^- B) CH_3^+ e XeF_4 C) CH_3^- e XeF_4 D) CH_4 e XeF_4

26. Soluzione



Le molecole planari sonoCH_3^+ e XeF_4
XeF_4 è planare infatti lo Xe ha 8 elettroni di valenza. 4 li usa per legare i 4 atomi di fluoro, gli altri 4 costituiscono 2 coppie di elettroni di non legame. Le coppie da sistemare attorno a Xe sono 6 (4 di legame + 2 di non legame) e si dispongono ad ottaedro. Le due coppie di non legame ingombranti si dispongono da parti opposte una dall'altra (assiali), le 4 coppie di legame occupano le posizioni rimaste. I 4 atomi di fluoro si legano nelle 4 posizioni nel piano. (Risposta B)

27. L'entalpia standard di formazione di una sostanza pura può essere:
A) positiva, negativa o nulla
B) solo uguale a zero
C) solo maggiore di zero
D) solo negativa

27. Soluzione
L'entalpia standard di formazione di una sostanza pura può essere zero se si tratta di una sostanza elementare (O_2).
Può essere negativa se la sostanza si forma spontaneamente a partire dalle sostanze elementari di partenza (H_2O).
Può essere positiva se la sostanza è instabile e non si forma spontaneamente (acetilene). (Risposta A)

28. L'effetto Joule-Thomson in un gas reale, a parte poche eccezioni, è positivo. Esso è tanto maggiore:
A) quanto maggiori sono le forze intermolecolari e quanto maggiore è il covolume
B) quanto minori sono le forze intermolecolari e quanto minore è il covolume
C) quanto maggiori sono le forze intermolecolari e quanto minore è il covolume
D) quanto minori sono le forze intermolecolari e quanto maggiore è il covolume

28. Soluzione
L'effetto Joule-Thomson è la variazione di temperatura che si verifica in un gas con un'espansione adiabatica che non compie lavoro.
Per il primo principio ($\Delta U = Q + W_{subito}$), se un gas ideale si espande in modo adiabatico ($Q = 0$), ma compie un lavoro di volume ($W_{subito} < 0$), si raffredda perché $\Delta U < 0$.
Se, però, l'espansione adiabatica viene fatta senza compiere lavoro, si ha $\Delta U = 0$ (dato che: $Q = 0$ e $W = 0$).
Per un gas ideale, se $\Delta U = 0$ la temperatura rimane invariata.
Con i gas reali, però, la temperatura può sia diminuire che aumentare e questo è chiamato effetto Joule-Thomson.
Questo effetto vale $(\delta T/\delta P)_H$ cioè variazione di T al variare di P ad entalpia H costante.
L'effetto Joule-Thomson è positivo quando δT e δP hanno lo stesso segno: quindi se in un'espansione (δP negativo) il gas si raffredda (δT negativo) l'effetto è positivo.
L'effetto positivo prevale a temperature basse ed è causato dalle forze attrattive tra le molecole del gas: in un'espansione le molecole si allontanano e devono vincere le forze attrattive (aumentare la loro energia potenziale) a spese della loro energia cinetica e quindi T diminuisce.
L'effetto negativo prevale a temperature alte ed è causato dalle forze repulsive tra le molecole del gas causate dal loro covolume cioè dal loro ingombro. A temperature alte le molecole hanno più energia potenziale a causa della repulsione tra molecole. Un'espansione del gas provoca una trasformazione dell'energia potenziale in energia cinetica e si ha un aumento della T.
L'effetto Joule-Thomson è più positivo se le forze attrattive sono maggiori e il covolume è minore. (Risposta C)

29. Sapendo che a 298 K l'entalpia standard di formazione dell'esano liquido (MM = 86,18 g/mol) è –198,7 kJ/mol, quella dell'anidride carbonica gassosa è –393,51 kJ/mol, quella dell'acqua liquida è –285,83 kJ/mol, indicare il calore prodotto dalla combustione di un grammo di esano liquido.
A) +35,9 kJ/g B) –35,9 kJ/g C) +48,3 kJ/g D) –48,3 kJ/g

29. Soluzione
La reazione è: $C_6H_{14} + {}^{19}/_2\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 7\ H_2O$
Per la legge di Hess: $\Delta H°_{reazione} = \Sigma\Delta_{for}H°_{prodotti} - \Sigma\Delta_{for}H°_{reagenti}$
$\Delta H°_{reazione} = -6 \cdot 393{,}51 - 7 \cdot 285{,}83 + 198{,}7$ $\Delta H°_{reazione} = -4163{,}2$ kJ/mol.
Il calore prodotto è: $Q = -\Delta H°_{reazione} = +4163{,}2$ kJ/mol
Rispetto ad un grammo di esano: $Q = +4163{,}2/86{,}18 = +48{,}3$ kJ/g. (Risposta C)

30. Dai valori dei potenziali standard a 25 °C:
$E°_{Cu+/Cu} = 0{,}52$ V, $E°_{Cu2+/Cu} = 0{,}34$ V
determinare la costante di equilibrio della reazione:
$2\ Cu^+_{(aq)} \rightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$
A) $1{,}2 \cdot 10^6$ B) $1{,}1 \cdot 10^3$ C) $8{,}3 \cdot 10^{-7}$ D) $1{,}2 \cdot 10^{-3}$

30. Soluzione
La differenza di potenziale è: $\Delta E° = 0{,}52 - 0{,}34 = 0{,}18$ V. Gli elettroni scambiati sono 2.
Dalla relazione: $\Delta G° = -nF\Delta E°$ si ottiene: $\Delta G° = -2 \cdot 96485 \cdot 0{,}18 = -34735$ J/mol.
Dalla relazione: $\Delta G° = -RT\ln K$ si ottiene: $\ln K = -\Delta G°/RT$ $\ln K = 34735/(8{,}314 \cdot 298) = 14{,}02$
Da cui: $K = e^{14{,}02} = 1{,}2 \cdot 10^6$. (Risposta A)

31. Indicare la trasmittanza percentuale di un campione avente assorbanza A = 1,2.
A) 6,3% B) 15,8% C) 83,3% D) 12,9%

31. Soluzione
Dalla definizione di assorbanza: $A = -\log T$ si ottiene: $T = 10^{-A} = 10^{-1{,}2} = 0{,}063$ (6,3%). (Risposta A)

32. Indicare la F.E.M. della seguente pila a 25 °C:
$Ni_{(s)}/Ni^{2+}(0{,}200$ mol/L)//$H^+(0{,}01$ mol/L), $O_2(1$ atm)/$Pt_{(s)}$
($E°_{Ni2+/Ni(s)} = -0{,}231$ V; $E°_{O2/H2O} = 1{,}229$ V)
A) 0,235 V
B) 0,950 V
C) 0,363 V
D) 1,363 V

32. Soluzione
Le due semireazioni bilanciate sono: $2\ Ni \rightarrow 2\ Ni^{2+} + 4\ e^-$ e $O_2 + 4\ H^+ + 4\ e^- \rightarrow 2\ H_2O$
$E_{O_2/H_2O} = E° + (0{,}059/4)\log [H^+]^4$ $E_{O_2/H_2O} = 1{,}229 + (0{,}059/4)\log (10^{-2})^4$
$E_{Ni^{2+}/Ni} = E° + (0{,}059/4)\log[Ni^{2+}]^2$ $E_{Ni^{2+}/Ni} = -0{,}231 + (0{,}059/4)\log (0{,}2)^2$
$\Delta E = (1{,}229 + 0{,}231) + (0{,}059/4)\log(10^{-2})^4/(0{,}2)^2$ $\Delta E = 1{,}46 - 0{,}097 = 1{,}363$ V. (Risposta D)

33. Il metodo volumetrico di Volhard per la determinazione dei cloruri si esegue a pH < 2 per:
A) impedire che lo ione SCN^- reagisca con il precipitato di AgCl
B) favorire la reazione tra il precipitato di AgCl e lo ione SCN^-
C) impedire la precipitazione dei sali di argento degli ioni interferenti
D) impedire che lo ione Fe^{3+} precipiti come $Fe(OH)_3$

33. Soluzione
Col metodo di Volhard si aggiunge un eccesso di $AgNO_3$ alla soluzione dei cloruri:
$Cl^- + Ag^+_{(in\ eccesso)} \rightarrow AgCl_{(s)}$
L'eccesso di Ag^+ viene retrotitolato: $Ag^+_{(avanzato)} + CNS^- \rightarrow AgCNS_{(s)}$
L'indicatore è Fe^{3+}: $SCN^- + Fe^{3+} \rightarrow [Fe(SCN)]^{2+}_{(rosso)}$
Si opera a pH < 2 per impedire che lo ione Fe^{3+} (l'indicatore) precipiti come $Fe(OH)_3$. (Risposta D)

34. La solubilità dell'acido urico in acqua a 25 °C è $3{,}57 \cdot 10^{-5}$ mol/L. Calcolare il pH di una soluzione satura di acido urico ($pK_a = 5{,}4$) (trascurando altri equilibri).
A) 7,8 B) 5,0 C) 6,2 D) 8,4

34. Soluzione
$K_a = 10^{-5,4} = 3{,}98 \cdot 10^{-6}$ La reazione è: $HA \rightarrow H^+ + A^-$ $K_a = [H^+][A^-]/[HA]$ $K_a = [H^+]^2/C$
Da cui: $[H^+] = (K_a\, C)^{1/2} = (3{,}98 \cdot 10^{-6} \cdot 3{,}57 \cdot 10^{-5})^{1/2}$ $[H^+] = 1{,}192 \cdot 10^{-5}$ M pH = 4,9. (Risposta B)

35. Indicare quali proprietà sono necessarie affinché una sostanza risulti un buon indicatore per le titolazioni complessometriche con EDTA:
I) l'indicatore deve legare l'analita con più affinità dell'EDTA;
II) l'indicatore deve essere molto solubile nella soluzione di analita;
III) la reazione di complessazione tra analita e indicatore deve essere reversibile;
IV) la forma non complessata dell'indicatore deve avere un colore diverso del complesso indicatore-metallo:
A) II, III, IV
B) I, II, III
C) II, III
D) II, IV

35. Soluzione
Le affermazioni sono tutte vere ad eccezione della I, infatti l'EDTA deve complessare il metallo con più forza dell'indicatore che alla fine della titolazione non è più complessato e cambia colore. (Risposta A)

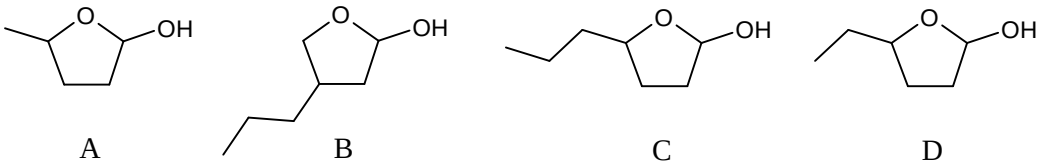
36. Indica quale sostanza può essere impiegata come standard primario per standardizzare una soluzione di HCl.
A) idrossido di potassio
B) tiosolfato di sodio
C) carbonato di sodio anidro
D) solfuro di calcio diidrato

36. Soluzione
Si usa il carbonato di sodio anidro che non è igroscopico e consente una pesata affidabile. (Risposta C)

37. La selettività, in cromatografia, indica:
A) la capacità di un sistema cromatografico di eluire tutte le particelle di una stessa specie chimica con la stessa velocità
B) la quantità massima di campione che il rilevatore riesce a leggere senza compromettere la qualità della separazione
C) la capacità di un sistema cromatografico di distinguere il tempo o volume morto
D) la capacità di un sistema cromatografico di eluire specie chimiche differenti a velocità il più possibile diverse

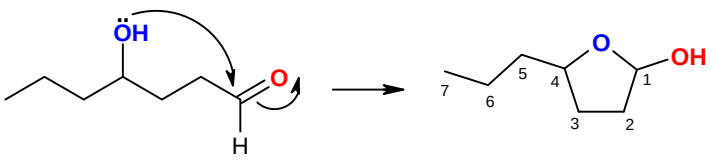
37. Soluzione
La selettività indica la capacità di separare i segnali di specie diverse e quindi la capacità di eluire specie chimiche diverse a velocità diversa cioè con diversi tempi di ritenzione. (Risposta D)

38. Indicare l'emiacetale ciclico che si ottiene dal 4-idrossieptanale.



A B C D

38. Soluzione



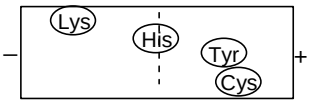
Il 4-idrossieptanale può formare il semiacetale ciclico C. (Risposta C)

39. L'elettroforesi è un processo per la separazione dei composti in base alla loro carica, e si usa nella separazione di miscele di amminoacidi, ognuno caratterizzato da un punto isoelettrico (pI). L'elettroforesi di una miscela di lisina (pI = 9,74), istidina (pI = 7,64), cisteina (pI = 5,02) e tirosina (pI = 5,63) viene effettuata a pH 7,64. Indica il comportamento di ciascun amminoacido in queste condizioni.

A) cisteina e tirosina migrano verso l'elettrodo negativo, la lisina verso l'elettrodo positivo e l'istidina non si muove
B) lisina e istidina migrano verso l'elettrodo negativo, tirosina e cisteina verso l'elettrodo positivo
C) cisteina e tirosina migrano verso l'elettrodo positivo, la lisina verso l'elettrodo negativo e l'istidina non si muove
D) cisteina e tirosina migrano verso l'elettrodo positivo, mentre istidina e lisina non si muovono

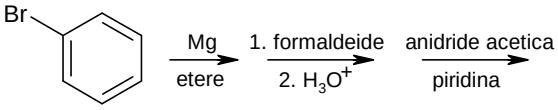
39. Soluzione

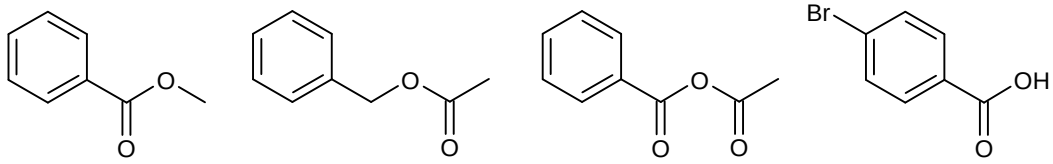
Se il pH della soluzione è inferiore al PI dell'amminoacido, questo è caricato positivamente tanto più quanto maggiore è questa differenza.



A pH 7,64 la lisina (PI 9,74) è positiva e migra verso l'elettrodo negativo. L'istidina ha PI = pH quindi resta ferma. Cisteina e tirosina hanno PI < pH sono negative e migrano verso l'elettrodo positivo. (Risposta C)

40. Indicare il prodotto finale della seguente serie di reazioni.

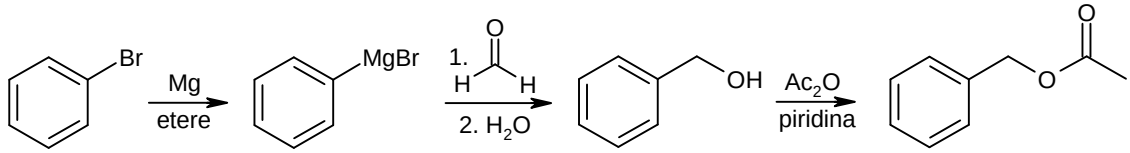




A B C D

40. Soluzione

Nel primo passaggio si forma un reattivo di Grignard che, reagendo con formaldeide forma un alcol primario, alcol benzilico. Questo viene acetilato con anidride acetica formando un estere, benzil acetato. (Risposta B)

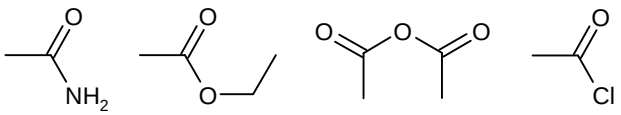


41. Indicare l'ordine di reattività crescente nella reazione di idrolisi dei seguenti derivati dell'acido acetico.

A) acetammide < cloruro di acetile < acetato di etile < anidride acetica
B) acetammide < acetato di etile < anidride acetica < cloruro di acetile
C) anidride acetica < cloruro di acetile < acetato di etile < acetammide
D) acetammide < anidride acetica < cloruro di acetile < acetato di etile

41. Soluzione

La reattività dei derivati degli acidi carbossilici è tanto maggiore quanto maggiore è la carica positiva sul carbonio del carbonile.

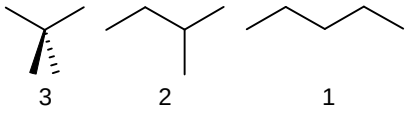


L'acetammide è la meno reattiva perchè l'azoto è meno elettronegativo dell'ossigeno e inoltre dona elettroni per risonanza al carbonile.

L'estere è un po' più reattivo dell'ammide a causa della maggiore elettronegatività dell'ossigeno. La reattività aumenta ancora nell'anidride perchè l'ossigeno centrale dona meno elettroni per risonanza al carbonile dato che è già impegnato nella risonanza col secondo carbonile. Inoltre le anidridi reagiscono più facilmente a causa di una catalisi intramolecolare con la quale un carbonile aiuta l'altro a reagire durante lo stato di transizione. Infine la specie più reattiva è il cloruro di acetile perchè il cloro elettronegativo rende più positivo il carbonile per effetto induttivo e non dona elettroni per risonanza perchè è più grande del carbonio (la sovrapposizione tra orbitali 3p e 2p è scarsa). (Risposta B)

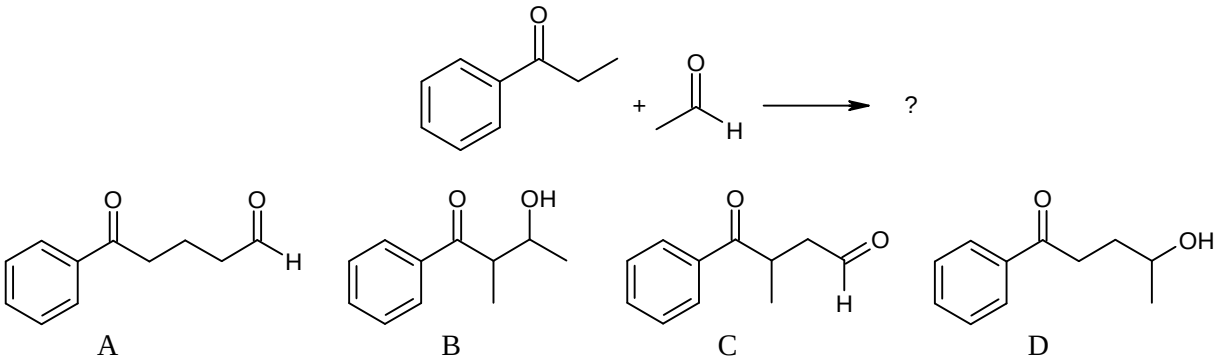
42. Mettere in ordine crescente di punto di ebollizione i seguenti composti:
(1) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$;
(2) $CH_3CH_2CH(CH_3)CH_3$;
(3) $CH_3C(CH_3)_2CH_3$
A) 2 < 1 < 3 B) 2 < 3 < 1 C) 1 < 2 < 3 D) 3 < 2 < 1

42. Soluzione
Il punto di ebollizione degli alcani, a parità di peso molecolare, dipende dall'intensità dei legami di van der Waals.

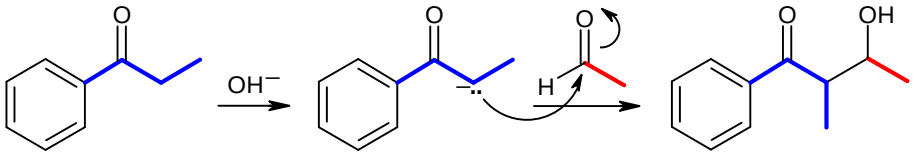


Le molecole lineari (pentano) si sovrappongono meglio tra loro, formano legami di van der Waals più intensi e hanno punto di ebollizione maggiore. Le molecole ramificate (2,2-dimetilpropano) hanno una minore superficie di contatto e hanno un punto di ebollizione minore. (Risposta D)

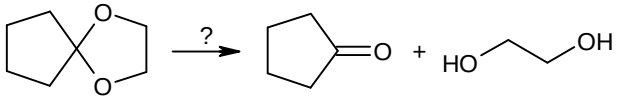
43. Indicare il prodotto principale dell'addizione aldolica tra propiofenone e acetaldeide.



43. Soluzione
Se l'acetaldeide è aggiunta goccia a goccia al propiofenone, si ottiene un'addizione aldolica mista.
Il chetone forma l'enolato, ma non reagisce con sè stesso a causa dell'ingombro sterico. Attacca piuttosto l'aldeide che viene aggiunta goccia a goccia (così l'aldeide non reagisce con sè stessa). (Risposta B)

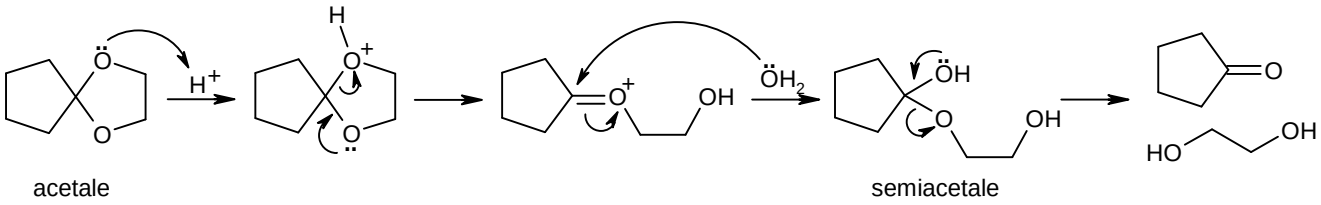


44. Indicare le condizioni per effettuare la seguente reazione e ottenere il ciclopentanone.

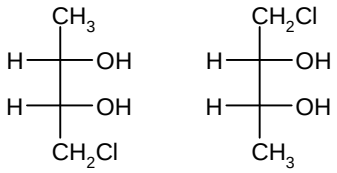


A) HCl, H_2O, calore
B) H_2, Pt
C) NaOH, H_2O, calore
D) NH_2NH_2, H_2O, calore

44. Soluzione
Gli acetali sono stabili alle basi (come gli eteri), ma in ambiente acido si idrolizzano liberando il chetone e gli alcoli che li formavano. Come intermedio, nella reazione, si forma il semiacetale. (Risposta A)

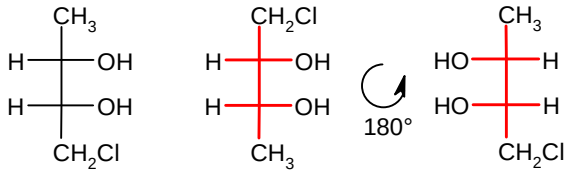


45. Indicare la relazione che sussiste tra le seguenti due strutture:



A) sono diastereoisomeri
B) sono enantiomeri
C) sono un composto meso
D) sono la stessa molecola

45. Soluzione



Se si capovolge di 180° la molecola di destra, questa conserva la chiralità originale. Si vede che, rispetto alla molecola di sinistra, questa è il suo enantiomero. Le due molecole, infatti, sono speculari e non sovrapponibili. (Risposta B)

SCI – Società Chimica Italiana
Digitalizzato da Mauro Tonellato
Sono state fatte minime correzioni al testo originale della prova.
E' stato corretto il testo del problema 24.
Si è introdotta una casualità nelle risposte.