

Giochi della Chimica 2006

Problemi risolti – Fase nazionale – Classe C

1. Uno studente ha preparato una soluzione satura di idrossido di magnesio in acqua deionizzata a 25 °C. Misurando il pH della soluzione satura, ha trovato un valore di 10,5. Indicare la solubilità dell'idrossido di magnesio in acqua a 25 °C.

- A) $4,1 \cdot 10^{-12}$ mol/L
- B) $1,8 \cdot 10^{-2}$ g/L
- C) $3,2 \cdot 10^{-4}$ mol/L
- D) $9,2 \cdot 10^{-3}$ g/L

1. Soluzione

La reazione di dissociazione è: $\text{Mg(OH)}_2 \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2 \text{OH}^-$ La solubilità è: $s = [\text{OH}^-]/2$
 $\text{pOH} = 14 - 10,5 = 3,5$ $[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-3,5} = 3,16 \cdot 10^{-4}$ M. $s = 3,16 \cdot 10^{-4}/2 = 1,58 \cdot 10^{-4}$ M (nè A, nè C).
 La massa molare di Mg(OH)_2 è: $24,3 + 2 \cdot 17 = 58,3$ g/mol. $s = 1,58 \cdot 10^{-4} \cdot 58,3 = 9,2 \cdot 10^{-3}$ g/L. (Risposta D)

2. La storia dell'universo può essere vista in termini di una serie di condensazioni di particelle elementari per formarne altre più complesse. Mettere in ordine temporale logico le seguenti condensazioni, dalla formazione di protoni e neutroni alla formazione del sistema solare, tenendo conto che oltre il 99 % degli atomi nell'universo in espansione è formato da H e He.

- a. protoni, nuclei di He, elettroni \rightarrow H, He atomici
 - b. H, C, N, O \rightarrow H₂, CH₄, NH₃, H₂O (nello spazio interstellare)
 - c. protoni, neutroni \rightarrow nuclei di He
 - d. H₂, He, CH₄, NH₃, H₂O \rightarrow sistema solare
 - e. H, He atomici \rightarrow prima formazione di stelle e galassie
 - f. protoni, nuclei di He, elementi leggeri \rightarrow elementi pesanti come C, N, O, P, S, Fe, U; esplosione di supernove.
- A) c, a, e, f, b, d
 - B) c, e, a, f, b, d
 - C) e, c, a, b, f, d
 - D) c, a, e, b, f, d

2. Soluzione

Nei primi momenti dopo il Big Bang temperatura e densità erano così alte che c'è stata una prima nucleosintesi (simile a quella all'interno del sole) e protoni e neutroni hanno reagito formando soprattutto nuclei di He e pochi nuclei di deuterio e di litio. Dopo circa tre minuti dal Big Bang, la nucleosintesi si è fermata (H 75 %, He 25% in massa) perchè la temperatura e la densità si sono leggermente abbassate (c).

Per i primi 379000 anni dopo il Big Bang i fotoni erano così ricchi di energia che strappavano in continuazione gli elettroni dai nuclei di H e He, l'universo era caldissimo e non era trasparente. Quando la temperatura è scesa sotto i 3000 K, gli elettroni si sono legati a protoni e nuclei di He per formare H ed He atomici (a). Da quel momento la luce ha potuto muoversi liberamente nell'universo e il bagliore del Big Bang ha cominciato ad espandersi nello spazio. Ora, di quel bagliore, è rimasta solo una debole radiazione a microonde (a causa dello stiramento dello spazio) che sta arrivando ancora oggi fino a noi provenendo dalle parti più lontane dell'universo.

H ed He atomici si sono lentamente aggregati a causa della gravità e hanno formato le prime stelle e galassie (e) Nelle stelle è ricominciata la nucleosintesi che trasforma i protoni in nuclei di elio (nella prima parte della vita delle stelle) e poi questi in elementi più pesanti come C, N, O (nelle giganti rosse) e poi ancora, facendo reagire questi nuclei con nuclei di elio, si sono formati atomi più pesanti fino a Fe e Ni (nelle fasi finali delle giganti rosse). A questo punto, però, la gigante rossa non produceva più energia ed è collassata in un'esplosione di supernova che ha lasciato come residuo una stella di neutroni, ma ha lanciato nello spazio molti degli atomi che ha formato (f). Gli atomi più pesanti del ferro (come Ag, Au, Pb e U) non si erano ancora formati, ma si sono formati in seguito quando due stelle di neutroni di un sistema binario si sono scontrate e poi hanno lanciato nello spazio questi atomi molto pesanti.

Gli atomi dispersi nella nube interstellare si sono legati insieme per formare le prime molecole, che in condizioni riducenti e con radiazioni UV hanno prodotto anche molecole complesse (b).

Il gas interstellare si è poi aggregato ancora. Conteneva soprattutto H e He, ma anche atomi più pesanti e molecole e ha dato vita a stelle di seconda o terza generazione come il nostro sole. Nella parte più esterna del disco di gas si sono formati i pianeti e gli altri corpi del sistema solare (d).

La sequenza è quindi: c, a, e, f, b, d.

(Risposta A)

3. Indicare la velocità quadratica media delle molecole di ossigeno a 25 °C.

- A) 1,5 m/s B) 15,2 m/s C) 481,8 m/s D) 47,9 m/s

3. Soluzione

L'energia cinetica media di una molecola gassosa è: $E_c = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{3}{2} kT$ da cui: $v^2 = 3(R/N)T/m = 3RT/Nm$
 $v^2 = (3 \cdot 8,31 \cdot 298)/0,032 = 232160 \text{ (m/s)}^2$ $v = 481,8 \text{ m/s.}$ (Risposta C)

4. L'alizarina è un composto organico di formula empirica $C_7H_4O_2$. Era noto e usato nell'antico Egitto e in India come colorante. Per determinare la sua formula molecolare si sciogliono 0,144 g del composto in 10,00 g di benzene. La tensione di vapore della soluzione di benzene è 94,56 mmHg a 25°C. La tensione di vapore del benzene puro alla stessa temperatura è di 95,00 mmHg. Indicare la formula molecolare dell'alizarina.

- A) $C_7H_4O_2$
 B) $C_{14}H_8O_4$
 C) $C_{21}H_{12}O_6$
 D) $C_{28}H_{16}O_8$

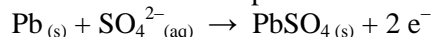
4. Soluzione

La tensione di vapore P di una soluzione è: $P = x_A P_A$ da cui la frazione molare: $x_A = P/P_A = 94,56/95 = 0,9954$
 La massa molare del benzene C_6H_6 è: $6 \cdot 12 + 6 \cdot 1 = 78 \text{ g/mol}$. In 1000 g di benzene vi sono 14,4 g di alizarina.

Le moli di benzene sono: $1000/78 = 12,82 \text{ mol}$. La frazione molare del benzene è: $12,82/(12,82 + x) = 0,995$
 $12,82 = 12,756 + 0,995 x$ $0,995 x = 0,064$ da cui si ottengono le moli di alizarina: $x = 0,0644 \text{ mol}$

La massa molare dell'alizarina è: $14,4/0,0644 = 223,6 \text{ g/mol}$. La MM di $C_7H_4O_2$ è: $7 \cdot 12 + 4 + 32 = 120 \text{ g/mol}$, circa la metà della MM vera. La formula bruta dell'alizarina, quindi, è: $C_{14}H_8O_4$. (Risposta B)

5. Una delle reazioni che avvengono nell'accumulatore al piombo è:



Indicare per quanto tempo la corrente può fluire prima che il piombo dell'elettrodo sia consumato, se la batteria fornisce 1,50 ampere e se il suo elettrodo di Pb ha una massa di 454,0 g.

- A) $1,41 \cdot 10^5 \text{ s}$
 B) 78,32 h
 C) 176,3 h
 D) $3,17 \cdot 10^5 \text{ s}$

5. Soluzione

Le moli di Pb sono: $454,0/207,2 = 2,19 \text{ mol}$. Ogni atomo di Pb libera due elettroni diventando Pb^{2+} , quindi si possono liberare $2 \cdot 2,19 = 4,38 \text{ mol}$ di elettroni. I coulomb liberati sono: $4,38 \cdot 96485 = 422820 \text{ C}$.

Gli ampere sono: $A = C/s$ da cui: $s = C/A = 422820/1,50 = 281880 \text{ s}$. Cioè: $281880/3600 = 78,3 \text{ h}$. (Risposta B)

6. Sulla base delle rispettive formule di struttura, prevedere la sostanza che, in un idoneo solvente X, presenta la maggior tendenza a cedere protoni.

- A) HClO B) HClO₂ C) HClO₃ D) HClO₄

6. Soluzione

$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{O}=\text{Cl}-\text{OH} \\ || \\ \text{O} \end{array}$ In questa serie omologa di acidi, l'acido perclorico HClO₄ è il più acido a causa dell'effetto elettron-attrattore dei tre ossigeni legati a Cl-OH. La sua maggiore acidità, però, non si manifesta in soluzione acquosa dove tutti gli acidi forti sono livellati dopo aver protonato l'acqua e generato H₃O⁺.
 Il solvente idoneo X potrebbe essere l'acido acetico. (Risposta D)

7. Al termine di una sintesi asimmetrica si sono ottenuti due enantiomeri A e B. Il composto A è stato ottenuto con un eccesso enantiomerico del 75% rispetto a B. Indicare la percentuale del composto B.

- A) 75 % B) 25 % C) 12,5 % D) 50 %

7. Soluzione

Se la reazione non avesse dato un eccesso enantiomerico, si sarebbe ottenuta una miscela racemica costituita da uguali quantità dei due enantiomeri e quindi priva di attività ottica. Se si ottiene un eccesso enantiomerico, la parte restante del prodotto è costituito da una miscela racemica di A e B.

Nel problema, si è ottenuto il 75% di eccesso enantiomerico di A, quindi il 25% rimanente è una miscela racemica di A e B, quindi è formata dal 12,5% di A e 12,5% di B. (Risposta C)

8. Ad una soluzione di Ag^+ ($1,01 \cdot 10^{-3}$ M, 100 mL), si aggiunge una soluzione di Br^- ($1,00 \cdot 10^{-3}$ M, 100 mL). Indicare la percentuale di Br^- presente nella soluzione rispetto a quello totale.

- A) 0,013 % B) 0,0065 % C) 0,11 % D) $6,5 \cdot 10^{-6}$ %

8. Soluzione

In 200 mL le concentrazioni si dimezzano: $[\text{Ag}^+] = 5,05 \cdot 10^{-4}$ M; $[\text{Br}^-] = 5,0 \cdot 10^{-4}$ M. ($K_{ps} = 3,3 \cdot 10^{-13}$).
 $\text{Ag}^+ + \text{Br}^- \rightarrow \text{AgBr}$. $[\text{Ag}^+][\text{Br}^-] = K_{ps}$. Se Ag^+ e Br^- avessero la stessa concentrazione si avrebbe:

$$[\text{Br}^-]^2 = K_{ps} \quad [\text{Br}^-] = \sqrt{K_{ps}} = \sqrt{3,3 \cdot 10^{-13}} = 5,74 \cdot 10^{-7} \text{ M. In realtà si ha: } [\text{Ag}^+] = [\text{Br}^-] + 0,05 \cdot 10^{-4} = [\text{Br}^-] + 5 \cdot 10^{-6}.$$

Dopo la precipitazione: $[\text{Br}^-] = x$ e $[\text{Ag}^+] = x + 5 \cdot 10^{-6} \approx 5 \cdot 10^{-6}$ (x è trascurabile rispetto a $5 \cdot 10^{-6}$) quindi:
 $[\text{Ag}^+][\text{Br}^-] = K_{ps}$ diventa: $5 \cdot 10^{-6} \cdot x = 3,3 \cdot 10^{-13}$ da cui: $x = 6,6 \cdot 10^{-8}$. Cioè: $[\text{Br}^-] = 6,6 \cdot 10^{-8}$ M.

La % di Br^- in soluzione rispetto al Br^- totale è: $(6,6 \cdot 10^{-8}) / (5,0 \cdot 10^{-4}) = 0,013\%$. (Risposta A)

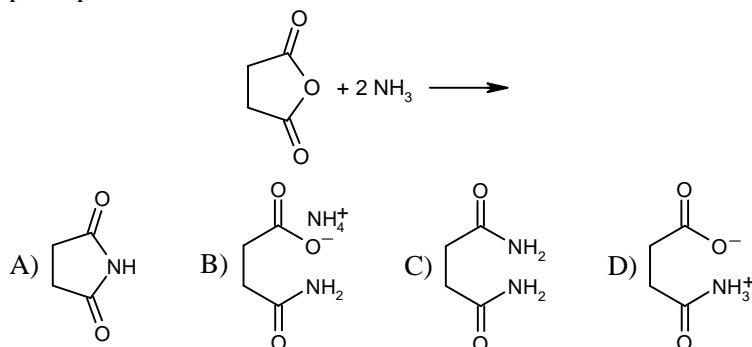
9. Indicare quale delle seguenti fiamme per spettroscopia di assorbimento atomico raggiunge le temperature più elevate.

- A) idrogeno/aria
 B) acetilene/protossido d'azoto
 C) acetilene/aria
 D) acetilene/ossigeno

9. Soluzione

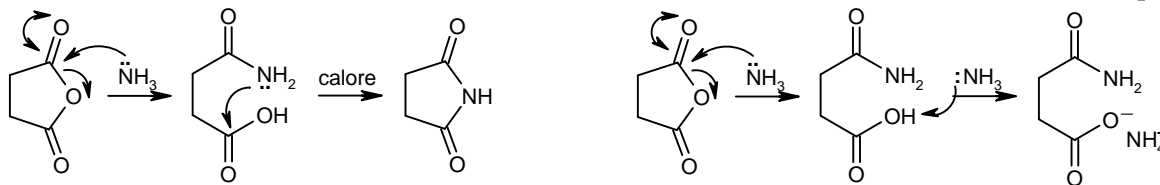
La fiamma H_2 /aria arriva a 2050 °C, quella acetilene/ N_2O arriva a 2800 °C, quella acetilene/aria arriva a 2400 °C. La fiamma acetilene/ossigeno è la più calda e arriva a 3100 °C. (Risposta D)

10. Indicare il prodotto principale della reazione di una mole di anidride succinica con due moli di ammoniaca.



10. Soluzione

L'ammoniaca attacca il primo dei due carbonili formando un'ammide. La reazione potrebbe continuare scaldando l'ammide in ambiente neutro per formare la succinimide A, ma, se l'ambiente è basico per la presenza di una seconda mole di NH_3 , si forma il sale carbossilato d'ammonio B e la reazione non continua. (Risposta B)



11. Indicare quale delle seguenti reazioni comporta l'assorbimento di una particella alfa e il rilascio di un protone.

- A) ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th}$
 B) ${}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{17}_8\text{O}$
 C) ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{91}\text{Pa}$
 D) ${}^{27}_{13}\text{Al} \rightarrow {}^{30}_{15}\text{P}$

11. Soluzione

Una particella alfa è un nucleo di He, è composta da due protoni e due neutroni. Sommare una particella alfa e perdere un protone significa: $+ 2 \text{ P} + 2 \text{ N} - 1 \text{ P} = + 1 \text{ P} + 2 \text{ N}$.

La massa aumenta di tre e il n° atomico aumenta di uno come in ${}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{17}_8\text{O}$.

(Risposta B)

12. Confrontando l'energia cinetica media e la velocità molecolare media per H_2 e N_2 , entrambi a 300 K, si nota che essi:

- A) hanno la stessa energia cinetica media e la stessa velocità molecolare media
 B) hanno la stessa energia cinetica media e la velocità molecolare media di H_2 è maggiore di quella di N_2
 C) hanno la stessa energia cinetica media e la velocità molecolare media di H_2 è minore di quella di N_2
 D) l'energia cinetica media di H_2 è maggiore di quella di N_2 e hanno la stessa velocità molecolare media

12. Soluzione

Due molecole di gas alla stessa temperatura hanno la stessa energia cinetica media: $E_c = \frac{1}{2} mv^2$. (D è escluso).

La molecola più leggera ha velocità media maggiore.

(Risposta B)

13. Indicare quale delle seguenti conformazioni del *cis*-1,3-dimetilcicloesano è più stabile.



13. Soluzione

Il cicloesano è più stabile nella conformazione a sedia piuttosto che in quella a barca nella quale ci sono carboni in posizione eclissata. (B e D sono escluse). I metili sostituenti nel cicloesano a sedia sono più stabili nella posizione equatoriale (dove sono anti) rispetto a quella assiale (dove sono sfalsati gauche). (Risposta A)

14. Indicare per quale delle seguenti coppie di valori di ΔH e ΔS una reazione è spontanea solo a temperature maggiori di 3158 K.

	ΔH (kJ)	ΔS (J/K)
A)	+60	+19
B)	+60	-19
C)	-60	+19
D)	-60	-19

14. Soluzione

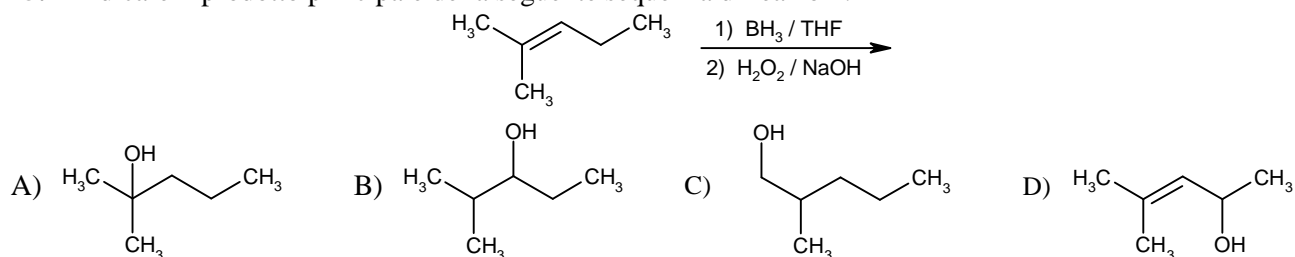


La spontaneità di una reazione a pressione costante è data dalla condizione $\Delta G < 0$.

Con $T > 3158$ K deve valere: $\Delta G = \Delta H - T \Delta S < 0$ mentre a T inferiori deve essere $\Delta G > 0$.

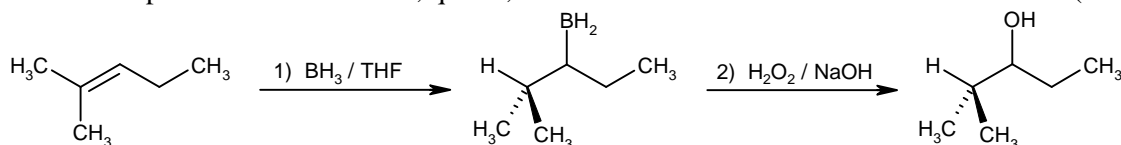
Mettendo in grafico ΔG contro T si ottiene una retta, questa deve essere decrescente e deve annullarsi a $T = 3158$ K. Quindi ΔH (intercetta sull'asse y) deve essere positivo e anche ΔS deve essere positivo per dare una pendenza ($-\Delta S$) negativa. (Risposta A)

15. Indicare il prodotto principale della seguente sequenza di reazioni.

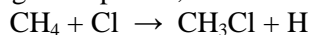


15. Soluzione

Le due reazioni in sequenza di idroborazione e ossidazione trasformano gli alcheni in alcoli con un'orientazione anti-Markovnikov. Il prodotto della reazione, quindi, è l'alcol B. (Risposta B)



16. Sulla base dei valori delle entalpie di legame riportati, indicare il valore di ΔH per la seguente reazione.



Legame	Entalpia di legame (kJ/mol di legami)
H-H	435
Cl-Cl	243
C-Cl	331
C-H	414
H-Cl	431

- A) 275 kJ
 B) 83 kJ
 C) -109 kJ
 D) -83 kJ

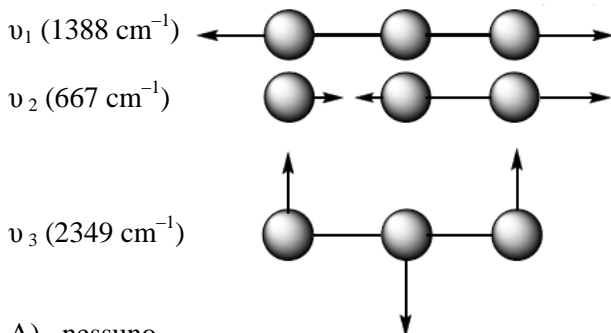
16. Soluzione

Nella reazione si rompe un legame C-H e si forma un legame C-Cl.

$$\Delta H = +414 - 331 = +83 \text{ kJ.}$$

(Risposta B)

17. Indicare quali tra i seguenti modi normali di vibrazione della CO_2 sono IR attivi:



- A) nessuno
 B) ν_1 e ν_2
 C) ν_2 e ν_3
 D) solo ν_3

17. Soluzione

Una vibrazione è IR attiva (assorbe la radiazione IR) solo se fa variare il momento dipolare complessivo della molecola.

La ν_1 è collegata allo stiramento simmetrico dei legami C=O. I due dipoli C=O, però sono sempre in opposizione e simmetrici, quindi si cancellano l'un l'altro e il dipolo della molecola rimane sempre zero.

La ν_2 è collegata allo stiramento asimmetrico dei legami C=O. Mentre uno dei due dipoli C=O cresce, l'altro diminuisce e il dipolo complessivo varia in modo vistoso.

La ν_3 è collegata al piegamento dell'angolo di legame O=C=O e anche questo fa variare il momento dipolare. Il piegamento può avvenire sia orizzontalmente che verticalmente, ma i due movimenti sono degeneri e assorbono la stessa frequenza IR. Quindi sono attive all'IR solo ν_2 e ν_3 .

(Risposta C)

18. Per gli alogeni si hanno le seguenti temperature di ebollizione: F_2 : $-187,9^\circ\text{C}$; Cl_2 : $-34,0^\circ\text{C}$
 Br_2 : $+58,8^\circ\text{C}$; I_2 : $+184,5^\circ\text{C}$

Indicare a quale fattore è legato l'aumento della temperatura di ebollizione passando da F_2 a I_2 .

- A) aumento della percentuale di legame ionico
 B) aumento della forza del legame covalente
 C) aumento delle forze di van der Waals
 D) aumento del momento di quadrupolo nucleare

18. Soluzione

La temperatura di ebollizione aumenta se sono più forti i legami tra le molecole del liquido e anche se aumenta la massa delle molecole dato che, per allontanarsi, devono acquistare una sufficiente energia cinetica.

I_2 ha la temperatura di ebollizione maggiore per entrambe queste ragioni.

Queste molecole sono tutte apolari, in fase liquida sono trattenute da legami di van der Waals. Lo iodio, però, ha dimensioni maggiori, è più deformabile, quindi I_2 fa legami di van der Waals più intensi.

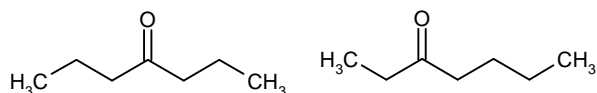
(Risposta C)

19. Indicare quale tra le seguenti affermazioni, riferita all'elemento xenon (Xe), è corretta.
- A) non forma composti chimici
 B) esiste come molecola diatomica
 C) forma alcuni composti con gli elementi più elettronegativi
 D) ha un esteso utilizzo nella catalisi in trasferimento di fase, quale componente di alcuni catalizzatori organometallici

19. Soluzione

Lo xenon, anche se è un gas nobile, può formare alcuni composti con gli elementi più elettronegativi come fluoro, cloro e ossigeno. XeF_4 , per esempio, è una molecola planare quadrata. (Risposta C)

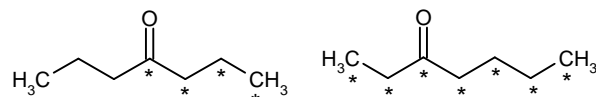
20. I due chetoni isomeri, il 4-eptanone e il 3-eptanone:



possono essere distinti in modo immediato in base al loro spettro ^{13}C -NMR. Infatti i due chetoni mostrano rispettivamente:

- A) 3 e 6 segnali B) 4 e 6 segnali C) 4 e 7 segnali D) 6 e 7 segnali

20. Soluzione



La prima molecola, per questioni di simmetria, ha solo 4 carboni diversi tra loro e dà 4 segnali nello spettro ^{13}C NMR. La seconda molecola, invece, ha tutti i carboni diversi, quindi dà 7 segnali nella spettrometria ^{13}C NMR. (Risposta C)

21. Il tempo di emivita del ^{14}C è pari a 5730 anni. L'attività del ^{14}C di una sostanza vivente è di circa 920 disintegrazioni/ora per grammo di carbonio. Un frammento di legno rinvenuto in un sito archeologico ha un'attività di 680 disintegrazioni per ora per grammo di carbonio. Indicare la data approssimativa del reperto.
- A) 1950 d.C B) 500 a.C C) 3700 a.C D) 2500 a.C

21. Soluzione

La legge cinetica del primo ordine è: $\ln A_0/A = kt$ da cui: $k = (\ln A_0/A) / t$

Dopo un tempo di dimezzamento si ha: $A_0 = 2 A$ $A_0/A = 2$ quindi: $k = \ln 2 / 5730 = 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$.

Sostituendo i dati in $\ln A_0/A = kt$ si ha: $\ln(920/680) = 1,21 \cdot 10^{-4} t$ da cui: $t = 2499$ anni

La datazione del reperto è: $2006 - 2499 = -493$ (500 a.C).

(Risposta B)

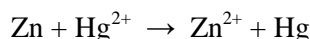
22. I composti utilizzati come standard primari devono avere preferibilmente alti pesi molecolari in quanto:

- A) tali composti sono generalmente più facili da purificare
 B) tali composti sono generalmente meno igroscopici
 C) gli errori di pesata sono minimizzati
 D) composti con molecola più grande contengono meno acqua di superficie

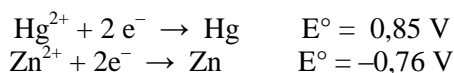
22. Soluzione

Se la massa molare è più alta, lo stesso errore di pesata corrisponde ad un minore numero di moli. (Risposta C)

23. Per la reazione:



si hanno i seguenti potenziali:



Indicare il valore della costante di equilibrio della reazione a 298 K.

- A) $3,1 \cdot 10^{54}$ B) 54 C) 1,6 D) $4,1 \cdot 10^{-55}$

23. Soluzione

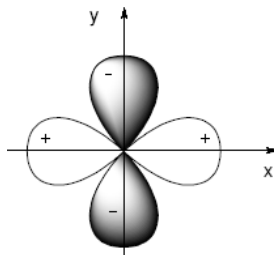
La ddp è: $E^\circ_{\text{Hg}} - E^\circ_{\text{Zn}} = 0,85 + 0,76 = 1,61 \text{ V}$. Il ΔG° vale: $\Delta G^\circ = -nF\Delta E = -2 \cdot 96485 \cdot 1,61 = -310680 \text{ J/mol}$

La K si ottiene dalla relazione: $\Delta G^\circ = -RT \ln K$ da cui: $\ln K = -\Delta G^\circ / RT = 310680 / (8,31 \cdot 298)$

$\ln K = 125,5$ da cui: $K = e^{125,5} = 3,1 \cdot 10^{54}$.

(Risposta A)

24. Indicare il tipo di orbitale mostrato nella figura seguente.



- A) $3d_{xy}$ B) $3d_{x^2-y^2}$ C) $3d_{x^2}$ D) $3p_x$

24. Soluzione

L'orbitale in figura è $3d_{x^2-y^2}$. Notate, infatti che l'orbitale, lungo l'asse x, è positivo come è positivo x^2 , mentre è negativo lungo l'asse y, come è negativo $-y^2$.

L'orbitale $3d_{xy}$, invece, è positivo lungo la diagonale del 1° e 3° quadrante dove è positivo il prodotto xy, mentre è negativo lungo la diagonale del 2° e 4° quadrante dove xy è negativo. (Risposta B)

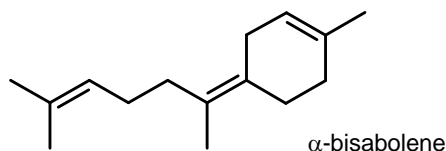
25. Tra i seguenti celebri esperimenti, indicare quale meglio dimostrò il carattere ondulatorio degli elettroni.

- A) effetto fotoelettrico
 B) flusso di elettroni in una spira metallica
 C) figure di diffrazione di un fascio di elettroni in un reticolo metallico
 D) deflessione di un fascio di elettroni in un campo magnetico

25. Soluzione

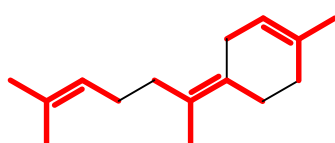
Il carattere ondulatorio degli elettroni è stato dimostrato dall'esperimento di diffrazione di un fascio di elettroni che colpiva un reticolo cristallino. Quando la differenza di cammino tra gli elettroni riflessi su un piano e il successivo era pari a un numero intero di lunghezze d'onda, si osservava interferenza costruttiva, mentre se la differenza era un numero dispari di semilunghezze d'onda, l'interferenza era distruttiva. Un fascio di elettroni di energia definita, riflesso dal reticolo, aveva massimi e minimi a seconda dell'angolo di riflessione proprio come accadeva con un fascio luminoso monocromatico. (Risposta C)

26. Indicare a quale classe specifica appartiene il seguente composto idrocarburo.



- A) monoterpeni B) sesquiterpeni C) diterpeni D) triterpeni

26. Soluzione



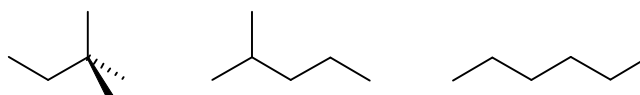
Nella molecola dell'idrocarburo si possono individuare tre unità isopreniche, evidenziate in rosso. Un monoterpene è una molecola formata da due unità isopreniche; un diterpene è formato da quattro unità isopreniche. Una molecola con tre unità isopreniche si chiama sesquiterpene. (Risposta B)

27. Indicare la sequenza che riporta in ordine crescente di punto di ebollizione, i seguenti composti:

1. 2,2-dimetilbutano 2. n-esano 3. 2-metilpentano
 A) 2, 3, 1 B) 1, 3, 2 C) 1, 2, 3 D) 3, 1, 2

27. Soluzione

Il punto di ebollizione aumenta con la massa molecolare e con la forza dei legami intermolecolari. Le tre molecole hanno la stessa massa (sono isomeri) e sono legate da forze di London (sono idrocarburi). Le forze di London, però, sono più intense quanto più è vasta la superficie di contatto tra molecole, quindi aumentano passando dal 2,2-dimetilbutano (quasi sferico) al 2-metilpentano (1 ramificazione) e infine al n-esano (lineare). (Risposta B)



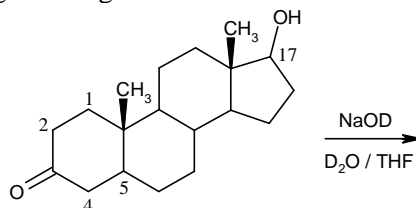
28. Indicare quale delle seguenti affermazioni, riferite agli elettrodi a vetro per la misura del pH è ERRATA.

- A) gli elettrodi sono soggetti ad entrambi gli errori, acido e alcalino
- B) gli elettrodi sono selettivi ma non specifici per la misura dell'attività degli ioni H^+
- C) per rigenerare la membrana di vetro la si può immergere per 30 secondi in una soluzione di HF al 5 %
- D) gli ioni H^+ devono migrare attraverso la membrana di vetro per produrre una differenza di potenziale

28. Soluzione

In un elettrodo a vetro per la misura del pH, vi è una membrana sottile di vetro sul bulbo, permeabile agli Na^+ , rivestita dentro e fuori con una sottile pellicola di gel nella quale gli ioni H^+ della soluzione incognita possono sostituire gli ioni Na^+ e così inducono gli Na^+ ad attraversare la membrana creando la ddp che consente la misura del pH. Quindi non sono gli H^+ ad attraversare la membrana di vetro. (Risposta D)

29. Lo sterioide mostrato in figura viene trattato con NaOD in D_2O/THF a refluxo fino ad equilibratura completa. Indicare quali atomi di idrogeno vengono scambiati.



- A) solo sull'OH
- B) solo gli idrogeni in 1, 2, 4, 5, 17 e sull'OH
- C) solo gli idrogeni in 2, 4, 17 e sull'OH
- D) solo gli idrogeni in 2, 4 e sull'OH

29. Soluzione

Gli H^+ che possono essere scambiati col solvente sono quelli acidi o debolmente acidi, come l'idrogeno sull'OH alcolico (pK_a 18) e gli idrogeni in alfa al carbonile (pK_a 20), quindi gli idrogeni in 2, 4 e sull'OH. (Risposta D)

30. Indicare qual è il vantaggio primario di una lampada a catodo cavo utilizzata per la spettroscopia di assorbimento atomico.

- A) ha un'intensità elevata
- B) ha una spettro di emissione a righe
- C) emette nell'ultravioletto
- D) non necessita di monocromatore

30. Soluzione

Dato che gli atomi nella fiamma hanno un assorbimento a righe, la sensibilità dello strumento aumenta molto se anche l'emissione è a righe come quella prodotta dalle lampade a catodo cavo in cui sono presenti gli stessi elementi cercati nell'analisi che, eccitati, emettono, a righe, le lunghezze d'onda richieste. (Risposta B)

31. L'emoglobina A (la forma più importante nell'uomo) ha un punto isoelettrico uguale a 6,9.

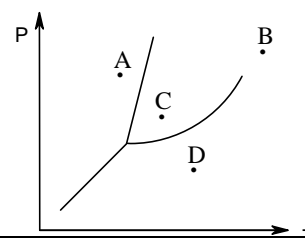
La forma modificata, emoglobina M, ha un residuo di glutammato al posto della valina nella posizione 67 della catena α . Indicare quale effetto ha questa sostituzione sul comportamento elettroforetico a pH 7,5 della proteina.

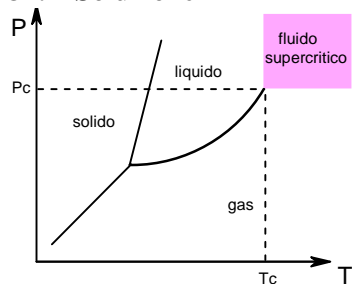
- A) la M migra più velocemente della A verso l'anodo
- B) la M migra più lentamente della A verso l'anodo
- C) la M migra verso l'anodo, la A verso il catodo
- D) la M migra più lentamente della A verso il catodo

31. Soluzione

A pH 7,5 l'emoglobina A si trova oltre il punto isoelettrico (6,9), quindi è negativa e si sposta verso l'anodo (+). L'emoglobina M ha una carica negativa maggiore della A perchè ha un acido glutammico in più che, a pH 7,5, ha un carbossilato in catena laterale. La forma M, quindi, migra verso l'anodo più velocemente della A. (Risposta A)

32. Nel seguente diagramma di fase, indicare il punto che si riferisce a condizioni supercritiche.



32. Soluzione

Quando si comprime un gas, ad una temperatura fissata, si raggiunge un punto (sulla linea di separazione gas-liquido) in cui si ha il passaggio di stato e il liquido ottenuto è molto più denso del gas di partenza. Avvicinandosi alla temperatura critica la differenza di densità tra i due stati diminuisce. Oltre la temperatura critica non c'è più alcun salto di densità e le proprietà del fluido ottenuto per compressione sono intermedie tra quelle di un liquido (alta densità) e quelle di un gas (occupa tutto lo spazio disponibile ed è privo di tensione superficiale). (Risposta B)

33. Si vuole analizzare un campione di vetro che contiene Cr e Al mediante spettroscopia di assorbimento atomico. Se l'atomizzazione è prodotta con fiamma aria-acetilene, è possibile determinare:

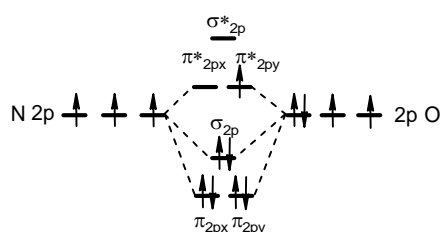
- A) entrambi gli elementi
 B) solo l'Al
 C) solo il Cr
 D) altri metalli ma non quelli indicati.

33. Soluzione

Nella spettroscopia di assorbimento atomico con fiamma aria-acetilene (2400 °C, la più usata), si possono determinare metalli come il cromo che non formano ossidi refrattari e che sono atomizzati anche a questa temperatura. L'alluminio, invece, forma ossidi refrattari che, per essere volatilizzati e atomizzati richiedono temperature più alte come quelle della fiamma protossido di azoto-acetilene (2800 °C). (Risposta C)

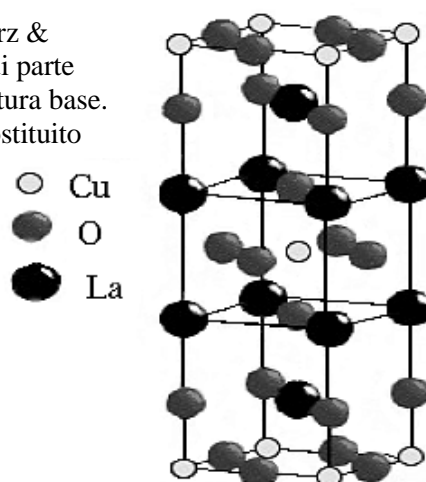
34. In base alla teoria degli orbitali molecolari (MO), indicare quale delle seguenti specie ha ordine di legame maggiore.

- A) NO^{2-} B) NO^- C) NO D) NO^+

34. Soluzione

Nella figura a lato sono riportati gli orbitali molecolari della molecola NO. Gli elettroni degli orbitali 2p di N e O sono 7 (3 di N e 4 di O). Sei di questi riempiono gli orbitali molecolari di legame (π_{2px} , π_{2py} , σ_{2p}), mentre il settimo elettrone occupa un orbitale di antilegame (π^*_{2py}). L'ordine di legame di NO è $3 - 0,5 = 2,5$. Un ordine di legame maggiore ce l'ha la molecola con un elettrone in meno, dato che questo viene tolto dall'orbitale di antilegame: NO^+ ha ordine di legame 3. (Risposta D)

35. I superconduttori ad alte temperature (circa 40 K) sintetizzati da Bednorz & Müller si basano su superstrutture tipo perovskite, di ossidi di **La** e **Cu**, in cui parte degli atomi di **La** sono sostituiti con atomi di **Sr**. In figura è mostrata la struttura base. Indicare la formula del superconduttore in cui il 7,5 % degli atomi di **La** è sostituito con atomi di **Sr**.



- A) $\text{La}_{1,85}\text{Sr}_{0,15}\text{Cu}_2\text{O}_6$
 B) $\text{La}_{0,925}\text{Sr}_{0,075}\text{Cu}_2\text{O}_4$
 C) $\text{La}_{1,85}\text{Sr}_{0,15}\text{Cu}_2\text{O}_4$
 D) $\text{La}_{3,7}\text{Sr}_{0,3}\text{Cu}_2\text{O}_6$

35. Soluzione

All'interno di questa struttura gli atomi di Cu sono uno al centro e otto sui vertici: $(1 + 8/8)$ in totale vi sono 2 Cu. Gli atomi di ossigeno sono 2 all'interno, 16 sui lati, 4 sulle facce: $(2 + 16/4 + 4/2)$ in totale vi sono 8 O.

Gli atomi di lantanio sono 2 all'interno, 8 sui lati: $(2 + 8/4)$ in totale vi sono 4 La.

La formula è, quindi: $\text{La}_4\text{Cu}_2\text{O}_8$ che, semplificata, diventa: La_2CuO_4 .

Il 7,5% del lantanio è sostituito da stronzio: $0,075 \cdot 2 = 0,15$: La formula è: $\text{La}_{1,85}\text{Sr}_{0,15}\text{CuO}_4$. (Risposta C)

36. I valori dei potenziali elettrochimici standard sono...

- A) assoluti
- B) relativi ma non convenzionali
- C) relativi e convenzionali
- D) convenzionali ma non relativi

36. Soluzione

I potenziali elettrochimici sono relativi al potenziale della semicella dell'idrogeno, che, per convenzione è stato fissato a zero. In una pila, infatti, non si misurano i potenziali assoluti, ma solo differenze di potenziale.

I potenziali sono anche convenzionali. La convenzione europea considera i potenziali di riduzione, mentre quella americana considera i potenziali di ossidazione. I valori assoluti dei potenziali sono uguali, ma il loro segno è opposto. (Risposta C)

37. Gli inibitori non competitivi agiscono...

- A) sui siti allosterici
- B) su tutti gli enzimi
- C) aumentando il valore della costante di Michaelis Menten
- D) non influenzando il valore di v_{max}

37. Soluzione

Mentre gli inibitori competitivi assomigliano strutturalmente al substrato e competono con questo per legarsi nel sito attivo dell'enzima, gli inibitori non competitivi si legano in un altro punto dell'enzima, un sito allosterico, e provocano una piccola modifica strutturale che cambia in positivo o in negativo l'attività enzimatica. (Risposta A)

38. Una miscela gassosa contiene solo CO_2 e CO , in condizioni tali in cui non si abbia alcuna reazione tra i due gas. È stato determinato che il rapporto tra la massa di carbonio e la massa di ossigeno nella miscela è di 1 a 2. Indicare la percentuale in massa della CO_2 .

- A) 50,0 %
- B) 61,1 %
- C) 38,9 %
- D) 23,4 %

38. Soluzione

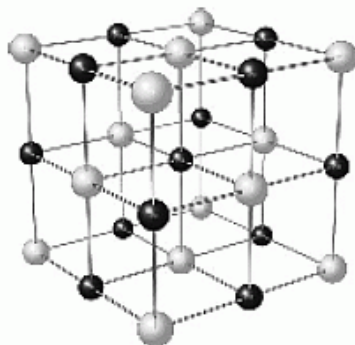
In CO_2 il rapporto in massa C/O è: 12/32 cioè 1 a 2,67. In CO il rapporto è: 12/16 cioè 1 a 1,33.

Chiamando x la percentuale in moli di CO_2 si può scrivere la relazione: $2,67x + 1,33(1-x) = 2$

$2,67x - 1,33x = 2 - 1,33$ $1,34x = 0,67$ $x = 0,5$. Il 50% delle moli sono di CO_2 .

Le masse molari di CO_2 e CO sono 44 e 28 g/mol; La % in massa di CO_2 è $44/(44 + 28) = 61,1\%$. (Risposta B)

39. L' $NaCl$ presenta un reticolo cristallino cubico a facce centrate. Sapendo che la densità di $NaCl$ è 2,163 g/cm³, calcolare il lato della sua cella fondamentale.



- A) 448 pm
- B) 711 pm
- C) 355 pm
- D) 564 pm

39. Soluzione

Nella cella cubica vi sono 8 Cl^- sui vertici (1/8 di ognuno è interno al cubo) quindi un Cl^- è interno (8/8).

Inoltre vi sono 6 Cl^- sulle facce (1/2 di ognuno è interno al cubo) quindi 3 Cl^- sono interni (6/2).

In totale vi sono 4 Cl^- interni al cubo (1 + 3) e altrettanti Na^+ , quindi 4 $NaCl$ sono interni.

La densità è: $d = m/V$ quindi si può scrivere: $d = (\text{massa di 4 NaCl})/(\text{volume del cubo})$ $MM(NaCl) = 58,44$

$d = (4 \cdot 58,44/N)/l^3$ da cui: $l^3 = (4 \cdot 58,44)/(N \cdot d)$ $l^3 = (4 \cdot 58,44)/(6,023 \cdot 10^{23} \cdot 2,163) = 17,94 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3$

$l = 5,64 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$ $l = 564 \cdot 10^{-12} \text{ m (564 pm)}$. (Risposta D)

40. Indicare l'unità di misura della costante di velocità k per una reazione di ordine zero:

- A) M/s
 B) 1 (adimensionale)
 C) s^{-1}
 D) M

40. Soluzione

La velocità in una reazione di ordine zero è: $v = k$, quindi le dimensioni di k sono M/s. (Risposta A)

41. Gli oculisti usano il laser per riparare il distacco di retina. La frequenza delle radiazioni usate è di $4,69 \cdot 10^{14} s^{-1}$, pertanto la lunghezza d'onda delle radiazioni è di:

- A) 456 nm B) $6,4 \cdot 10^{-8} m$ C) 589 nm D) 640 nm

41. Soluzione

La frequenza è: $\nu = c/\lambda$ da cui: $\lambda = c/\nu = (3 \cdot 10^8)/(4,69 \cdot 10^{14}) = 6,40 \cdot 10^{-7} m$ (640 nm). (Risposta D)

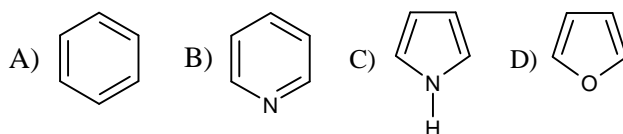
42. Un elettrone ha una velocità di $5,97 \cdot 10^6 m s^{-1}$ e una massa di $9,11 \cdot 10^{-28} g$. Ad esso è, quindi, associata una lunghezza d'onda di:

- A) 6,56 nm B) 0,122 nm C) $1,22 \cdot 10^{-7} m$ D) $9,11 \cdot 10^{-5} m$

42. Soluzione

Combinando le due equazioni $E = mc^2$ e $E = h\nu$ si ottiene la massa associata ad un fotone: $m = h\nu/c^2 = h/c\lambda$. Rovesciando l'ultima equazione si ottiene la lunghezza d'onda associata ad un elettrone di massa m e velocità v : $\lambda = h/mv = (6,626 \cdot 10^{-34})/(9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 5,97 \cdot 10^6) = 1,22 \cdot 10^{-10} m$ (0,122 nm). (Risposta B)

43. Indicare, tra i seguenti composti, quello con maggior carattere basico:



43. Soluzione

L' NH_3 , a causa della minore elettronegatività dell'azoto, trattiene con meno forza gli elettroni di non legame rispetto all'ossigeno, e quindi è più basica dell' H_2O .

Nello stesso modo la piridina (B), col suo doppietto di non legame, è più basica del furano (D).

La piridina (B) è anche più basica del pirrolo (C) nel quale il doppietto di non legame non è disponibile per legare H^+ perchè è impegnato nella risonanza dell'anello. (Risposta B)

44. Se si considerano i valori di affinità elettronica degli elementi rappresentativi presenti nei primi 5 periodi della tavola periodica:

- A) si osservano solo valori positivi in quanto gli ioni sono sempre meno stabili degli atomi separati e dell'elettrone
 B) si osservano solo valori negativi in quanto gli ioni sono sempre più stabili degli atomi separati e dell'elettrone
 C) si osservano valori negativi e positivi in quanto gli ioni possono essere più o meno stabili degli atomi e dell'elettrone separati
 D) si osserva che i valori più negativi sono caratteristici dei gas nobili

44. Soluzione

Considerando l'affinità elettronica come il ΔH della reazione $X + e^- \rightarrow X^-$, l'AE è negativa per gli elementi che liberano energia quando acquistano un elettrone e diventano ioni negativi (come ad esempio gli alogeni), mentre è positiva per gli elementi che legano debolmente anche gli elettroni già presenti (come per esempio i metalli alcalini). Stranamente anche l'azoto ha AE positiva anche se la sua elettronegatività è alta (3,0). Nell'azoto accade che l'elettrone in più verrebbe ospitato nell'orbitale $2p_x$ semipieno e la maggiore energia dovuta al doppio riempimento dell'orbitale ostacola la reazione. Con l'ossigeno il problema è superato per la maggior carica nucleare. Si ricordi, però, che l'ossigeno ha energia di ionizzazione minore dell'azoto proprio a causa del doppio riempimento dell'orbitale $2p_x$ nel quale il secondo elettrone è più facile da strappare. (Risposta C)

45. Indicare la sequenza che riporta i composti NaF, CsI, CaO, in ordine di energia reticolare crescente.

- A) $\text{CaO} < \text{CsI} < \text{NaF}$ B) $\text{CsI} < \text{NaF} < \text{CaO}$
 C) $\text{CaO} = \text{CsI} < \text{NaF}$ D) $\text{CaO} < \text{CsI} = \text{NaF}$

45. Soluzione

L'energia reticolare è l'entalpia della reazione di formazione del reticolo cristallino a partire dagli ioni allo stato gassoso e dipende dalla forza dei legami che si instaurano nel cristallo. L'energia reticolare dipende dal raggio degli ioni e dalla loro carica. Ioni più piccoli possono avvicinarsi di più e sviluppano legami più forti; ioni con carica maggiore danno legami più intensi. NaF ha legami più forti di CsI perchè è formato di ioni più piccoli. CaO ha legami più forti di NaF perchè è formato da ioni bivalenti. (Risposta B)

46. La regola dell'ottetto è così semplice e utile nell'introdurre i concetti base del legame chimico che spesso si commette l'errore di pensare che essa sia sempre valida. In realtà ci sono molte eccezioni a tale regola. Indica l'espressione che ne riassume in modo completo i tipi di molecole che non la rispettano:

- A) molecole in cui un atomo ha più di un ottetto di elettroni
 B) molecole in cui un atomo ha meno di un ottetto di elettroni
 C) molecole che hanno un numero dispari di elettroni o in cui un atomo ha più di un ottetto di elettroni, o ha meno di un ottetto di elettroni
 D) si osservano solo rare eccezioni date da alcuni acidi o basi di Lewis come BF_3 e PCl_5

46. Soluzione

Su un atomo non rispetta la regola dell'ottetto deve avere più di 8 elettroni, oppure meno di 8. Il boro in BF_3 ha 6 elettroni, il fosforo in PCl_5 ha 10 elettroni. Queste molecole hanno gli elettroni in coppie e il loro numero è pari. Se in una molecola un atomo ha un numero dispari di elettroni, non può averne 8 e non ha l'ottetto. E' il caso, per esempio, di NO. (Risposta C)

47. L'effetto di coppie elettroniche di non legame e di legame (singolo e multiplo), sulla riduzione della grandezza degli angoli di legame di un atomo centrale, osserva la seguente scala:

- A) legame singolo > legame doppio > legame triplo > coppie di non legame
 B) coppie di non legame > legame singolo > legame doppio > legame triplo
 C) coppie di non legame > legame triplo > legame doppio > legame singolo
 D) legame triplo > legame doppio > legame singolo > coppie di non legame

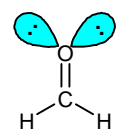
47. Soluzione

Il legame singolo è quello che occupa meno spazio e quindi comprime meno gli altri legami. (Risposta C)
 Il legame triplo non ha diritto di essere in questa classifica perchè un atomo che fa un legame triplo (come C e N) può fare un solo altro legame e quindi non c'è un angolo di legame da comprimere.

48. La formaldeide (CH_2O) è l'aldeide più semplice. Essa ha angoli di legame e ibridazione degli atomi:

- A) circa $109^\circ 28'$ e ibridazione sp^3 degli atomi di carbonio e di ossigeno
 B) circa 120° con ibridazione sp^2 dell'atomo di carbonio e non ibridazione di quello di ossigeno
 C) circa 120° e ibridazione sp^2 degli atomi di carbonio e di ossigeno
 D) circa 120° con ibridazione sp^2 dell'atomo di carbonio e sp^3 di quello di ossigeno

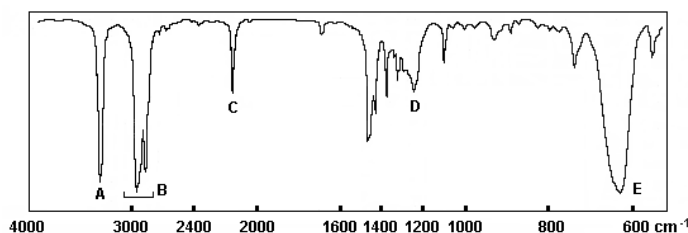
48. Soluzione



Nella formaldeide, carbonio e ossigeno sono ibridati sp^2 (secondo la teoria VB). Dato che il doppio legame occupa uno spazio maggiore, l'angolo di legame H-C-H è un po' minore di 120° (116°), mentre l'angolo H-C-O è un po' maggiore (122°). (Risposta C)

49. Lo spettro IR, mostrato in figura, presenta le seguenti bande caratteristiche:

- A $\rightarrow 3310 \text{ cm}^{-1}$ B $\rightarrow 2941\text{-}2857 \text{ cm}^{-1}$ C $\rightarrow 2119 \text{ cm}^{-1}$ D $\rightarrow 1250 \text{ cm}^{-1}$ E $\rightarrow 630 \text{ cm}^{-1}$



Indicare di quale composto si tratta:

- A) ciclopentanone
- B) 1-esino
- C) clorobenzene
- D) t-butanolo

49. Soluzione

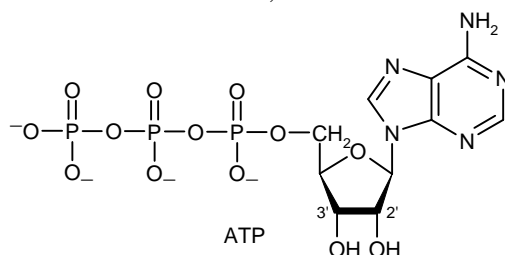
Il ciclopentanone è escluso: manca il forte segnale di stretching del carbonile C=O a 1750 cm^{-1} .

Il clorobenzene è escluso: mancano i segnali a 1500 e 1600 cm^{-1} tipici dei doppi legami C=C dell'anello.

Il t-butanolo è escluso: manca il segnale forte e allargato di stretching del legame O-H a 3300 cm^{-1} .

Resta solo l'1-esino. Il suo spettro è ben riconoscibile per il segnale sottile di stretching del legame C-H (alchino) a 3300 cm^{-1} . Poi per il segnale di stretching del triplo legame C≡C a 2100 cm^{-1} . E infine per il forte segnale di bending del legame C-H dell'alchino a 650 cm^{-1} . (Risposta B)

50. L'ATP rilascia energia quando subisce una reazione, catalizzata da un enzima, che:

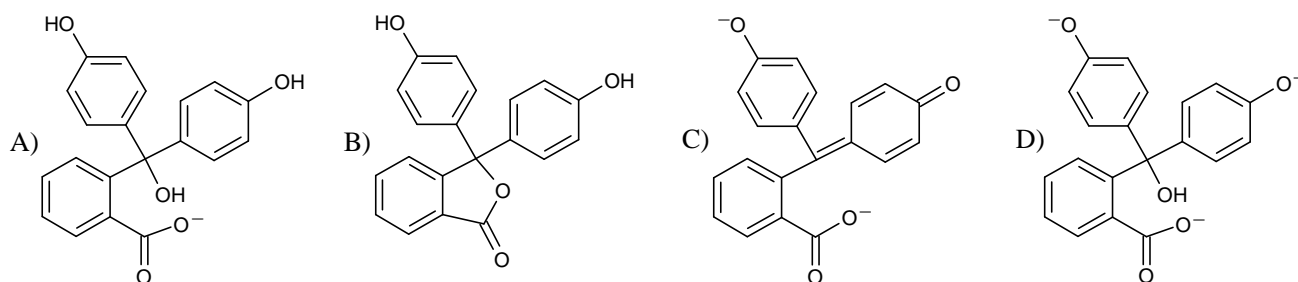


- A) converte l'ATP in ADP tramite l'idrolisi del legame P-O-P terminale
- B) converte il C-2' da CHOH a CH₂ con una riduzione in presenza del coenzima NADH
- C) converte il C-3' da CHOH a C=O con un'ossidazione in presenza del coenzima NAD⁺
- D) disidrata l'ATP strappando l'H⁺ in C-2' e l'OH⁻ in C-3'

50. Soluzione

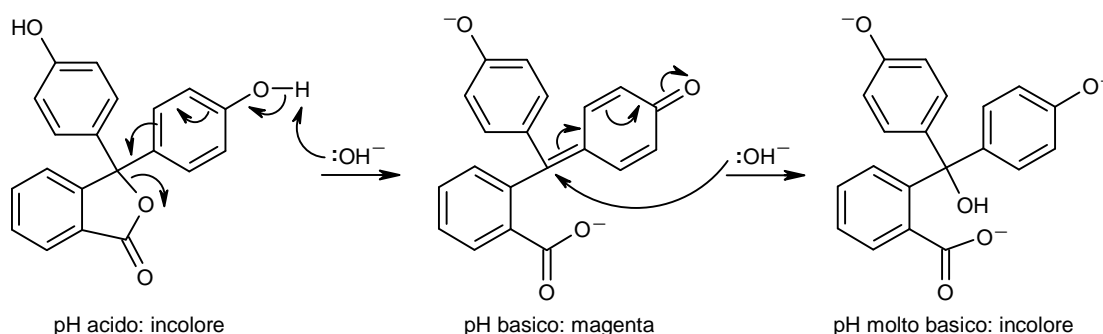
I legami ad alta energia dell'ATP sono quelli anidridici tra i gruppi fosfato. Spesso il taglio è effettuato sull'ultimo legame anidridico e libera il fosfato terminale. Altri enzimi tagliano il primo legame anidridico liberando pirofosfato che poi può essere tagliato in due gruppi fosfato liberando altra energia. (Risposta A)

51. Indicare il composto incolore che si forma dalla fenoltaleina in ambiente fortemente basico (pH > 13).



51. Soluzione

La fenoltaleina in ambiente acido è incolore. All'aumentare del pH (intorno ad 8,3) perde un H⁺ fenolico, apre il suo estere ciclico e forma un sistema di doppi legami coniugati che abbraccia tutta la molecola e abbassa la frequenza di assorbimento dall'UV al visibile. La molecola diventa magenta, quindi assorbe nel verde. In ambiente molto basico, però, un altro OH⁻ può attaccare la molecola interrompendo la coniugazione. (Risposta D)

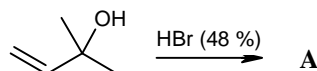


pH acido: incolore

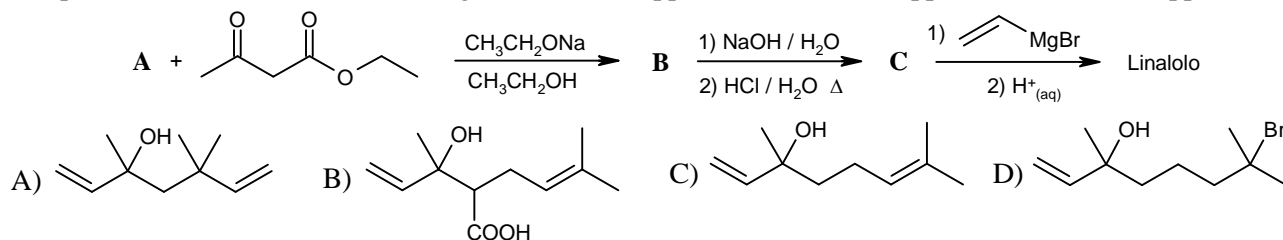
pH basico: magenta

pH molto basico: incolore

52. Il linalolo è un composto di origine naturale usato in molti profumi. Indicare la sua formula sapendo che può essere sintetizzato nel modo seguente:

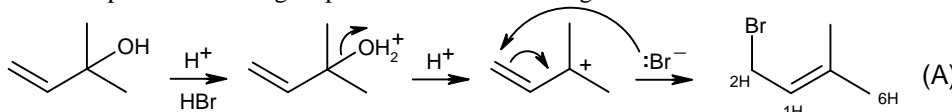


Lo spettro $^1\text{H-NMR}$ di A mostra tre segnali: $\delta_1 = 5,49$ ppm (1 H), $\delta_2 = 3,95$ ppm (2 H); $\delta_3 = 1,75$ ppm (6 H).

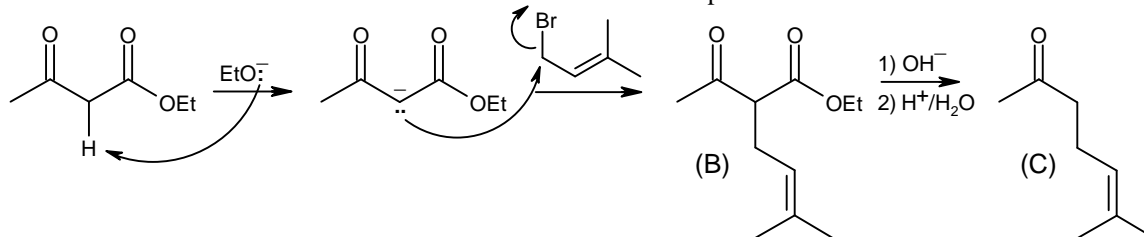


52. Soluzione

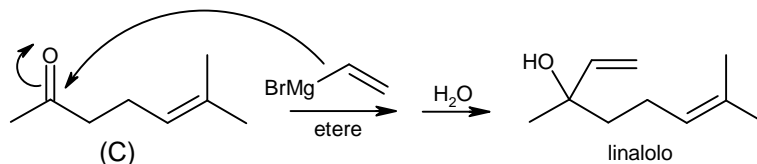
L'alcol terziario di partenza reagendo con HBr si disidrata velocemente formando un carbocatione terziario allylico, questo viene attaccato dal Br^- sulla posizione coniugata primaria formando l'alogenuro A.



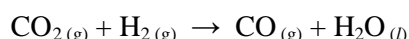
La successiva reazione dell'estere acetacetico con l'alogenuro A porta prima ad una alchilazione poi ad una idrolisi basica dell'estere con successiva decarbossilazione in ambiente acido a caldo che produce la molecola C.



La molecola C viene attaccata sul carbonile dal reattivo di Grignard. Il successivo trattamento con acqua forma l'alcol terziario del linalolo. (Risposta C)



53. Dato l'equilibrio:



Le sue costanti K_c e K_p sono:

A) $K_c = [\text{CO}][\text{H}_2\text{O}] / [\text{CO}_2][\text{H}_2]$

$K_p = P(\text{CO}) / P(\text{CO}_2)P(\text{H}_2)$

B) $K_c = [\text{CO}][\text{H}_2\text{O}] / [\text{CO}_2][\text{H}_2]$

$K_p = P(\text{CO}) P(\text{H}_2\text{O}) / P(\text{CO}_2)P(\text{H}_2)$

C) $K_c = [\text{CO}] / [\text{CO}_2][\text{H}_2]$

$K_p = P(\text{CO}) / P(\text{CO}_2)P(\text{H}_2)$

D) $K_c = [\text{CO}_2][\text{H}_2] / [\text{CO}]$

$K_p = P(\text{CO}_2) P(\text{H}_2) / P(\text{CO})$

53. Soluzione

L'acqua che si forma dalla reazione tra gas è liquida, quindi si sottrae all'equilibrio: $K_c = [\text{CO}] / [\text{CO}_2][\text{H}_2]$

Anche la K delle pressioni non può considerare l'acqua liquida: $K_p = P(\text{CO}) / P(\text{CO}_2)P(\text{H}_2)$. (Risposta C)

54. La disposizione geometrica degli ioni nei cristalli di LiF è cubica a facce centrate come quella di NaCl.

Sapendo che la cella unitaria di LiF ha uno spigolo di $4,02 \text{ \AA}$, la densità che si può calcolare per il LiF è:

A) $2,65 \text{ g cm}^{-3}$

B) $10,38 \text{ g cm}^{-3}$

C) $1,32 \text{ g cm}^{-3}$

D) $4,02 \text{ g cm}^{-3}$

54. Soluzione

Nella cella cubica di LiF vi sono 8 F^- sui vertici ($1/8$ di ognuno è interno al cubo), quindi un F^- è interno ($8/8$).

Inoltre vi sono 6 F^- sulle facce ($1/2$ di ognuno è interno al cubo), quindi 3 F^- sono interni ($6/2$).

In totale vi sono 4 F^- interni al cubo ($1 + 3$) e altrettanti Li^+ , quindi 4 LiF sono interni.

La densità è: $d = m/V$ quindi si può scrivere: $d = (\text{massa di } 4 \text{ LiF}) / (\text{volume del cubo})$ $MM(\text{LiF}) = 25,94$

$$d = (4 \cdot 25,94/N) / l^3 \quad \text{da cui: } d = (4 \cdot 25,94) / N \cdot l^3 \quad d = (4 \cdot 25,94) / 6,023 \cdot 10^{23} \cdot (4,02 \cdot 10^{-8})^3 = 2,65 \text{ g/cm}^3$$

(Risposta A)

55. Il diossido di zolfo (SO_2) presente nell'atmosfera deriva dai gas vulcanici, dagli incendi delle foreste, dall'azione dei batteri, dalla combustione del carbone fossile, dei derivati del petrolio e dai processi industriali. Il metodo più comune per rimuovere l' SO_2 dai fumi di combustione consiste nel loro:

- A) trattamento con CaCO_3 che forma CaSO_3 e CO_2 che essendo gas va nell'atmosfera ma non forma piogge acide
 B) trattamento con O_3 per formare SO_3 che si usa per ottenere acido solforico
 C) trattamento con HNO_3 acquoso per formare SO_3 e acqua ossigenata
 D) trattamento con CaO e H_2O a formare CaSO_3 che precipita in una vasca di scarico

55. Soluzione

Il calcio carbonato può abbattere SO_2 in un processo umido: $\text{CaCO}_3 + \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Anche l'ossido di calcio abbatte SO_2 in un processo umido: $\text{CaO} + \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

In entrambi i casi dai fanghi si recupera il gesso CaSO_4 che ha un valore economico.

(Risposta A D)

56. Indicare l'ordine di reazione per il quale il tempo di semivita non dipende dalla concentrazione iniziale dei reagenti:

- A) primo B) secondo C) terzo D) zero

56. Soluzione

Qui bisogna ricordare le leggi cinetiche delle reazioni di ordine 0, I, II.

Ordine zero: $v = k$ $A_0 - A = kt$ $t_{1/2} = A_0 / 2k$

Ordine I: $v = k A$ $\ln (A_0/A) = kt$ $t_{1/2} = \ln 2 / k$

Ordine II: $v = k A^2$ $1/A - 1/A_0 = kt$ $t_{1/2} = 1 / kA_0$

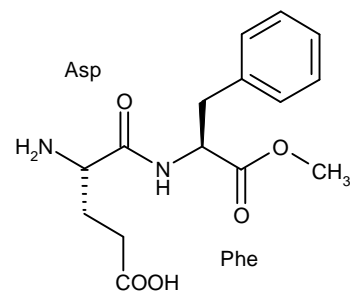
Solo nelle reazioni del I ordine il tempo di dimezzamento è costante e non dipende da A_0 .

(Risposta A)

57. L'aspartame è un dolcificante formato da:

- A) un disaccaride
 B) uno steroide
 C) un metil estere di un dipeptide
 D) un N-glicoside

57. Soluzione



L'aspartame è un metil estere di un dipeptide, è composto da acido aspartico legato all'estere metilico della fenilalanina.

(Risposta C)

Proprio la presenza di fenilalanina deve essere segnalata nelle etichette degli alimenti che contengono aspartame perché le persone affette dalla malattia genetica fenilchetonuria (prive dell'enzima che trasforma la fenilalanina in tirosina) possono assumere, nella loro dieta, solo minime quantità di fenilalanina.

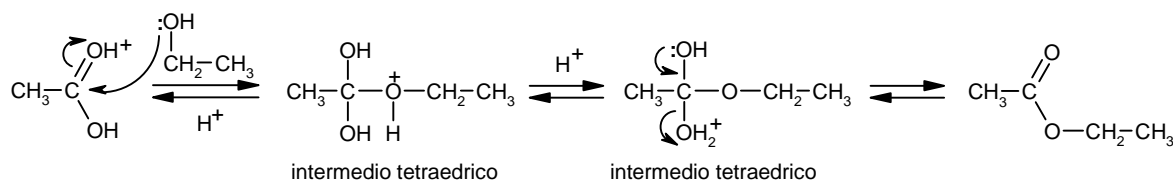
58. La reazione caratteristica dei derivati degli acidi carbossilici è:

- A) addizione nucleofila seguita da eliminazione
 B) addizione nucleofila seguita da sostituzione
 C) addizione elettrofila
 D) sostituzione radicalica

58. Soluzione

La reazione caratteristica degli acidi carbossilici e dei loro derivati è l'addizione nucleofila (che forma un intermedio tetraedrico) seguita da eliminazione del miglior gruppo uscente per formare ancora il doppio legame $\text{C}=\text{O}$ del carbonile.

(Risposta A)



59. Basandoti sulla tua esperienza, stabilisci quale dei seguenti processi è spontaneo o è in equilibrio:

- 1) quando un pezzo di metallo, dopo essere stato scaldato a 150 °C è immerso in acqua calda (a 40 °C), l'acqua diviene più calda;
- 2) l'acqua a temperatura ambiente si decompone in H₂ e O₂
- 3) i vapori di benzene a temperatura ambiente e 1 atm condensano formando benzene liquido avente temperatura di ebollizione di 80,1 °C ad 1 atm.

- A) 1 e 2
 B) 1 e 3
 C) 2 e 3
 D) 1, 2 e 3

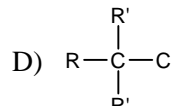
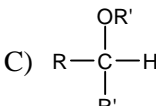
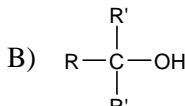
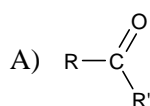
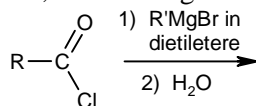
59. Soluzione

Il processo 1 è spontaneo perché il calore passa dal corpo più caldo al più freddo.

Il processo 2 non è spontaneo perché, per decomporre l'acqua a 25 °C, serve l'elettrolisi che consuma energia elettrica, mentre è spontanea la reazione opposta che avviene in modo esplosivo.

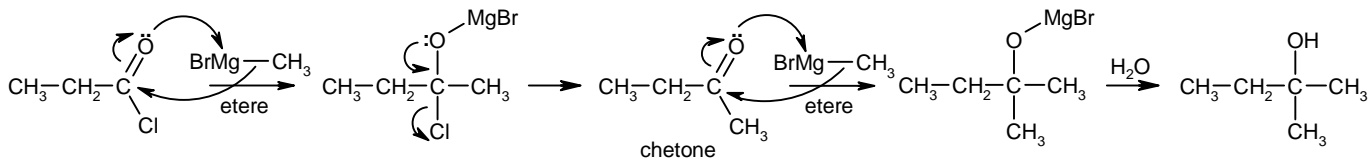
Il processo 3 è un equilibrio perché il benzene liquido a 25 °C è in equilibrio con il proprio vapore: il numero di molecole che evaporano in un secondo è uguale al numero di quelle che condensano. (Risposta B)

60. Indicare il prodotto della seguente reazione, in cui i reagenti sono in eccesso:



60. Soluzione

Il reattivo di Grignard è una specie nucleofila molto reattiva con carattere carbanionico. Reagisce due volte con il cloruro acilico formando prima un chetone e poi un alcol terziario. (Risposta B)



Soluzioni proposte da Mauro Tonellato