

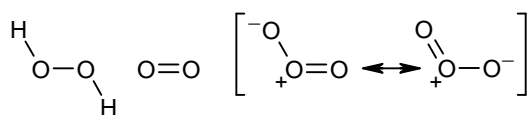
Giochi della Chimica 2024

Problemi risolti – Fase regionale – Classe B

1. In quale delle seguenti molecole prevedete che il legame O-O (ossigeno-ossigeno) sia il più corto?
 A) H_2O_2 B) O_2 C) O_3 D) nelle tre molecole ha la stessa lunghezza

1. Soluzione

Un legame diventa più corto se aumenta l'ordine di legame, quindi un doppio legame è più corto del singolo. Per giudicare la lunghezza dei legami O-O in queste molecole dobbiamo valutare prima la loro struttura.



In H_2O_2 il legame O-O è singolo: è il legame più lungo.

In O_3 il legame O-O è singolo in una forma limite mentre è doppio nell'altra, quindi l'ordine di legame è 1,5.

In O_2 il legame O-O è doppio: è il legame più corto. (Risposta B)

2. La densità dell'acqua a 20°C è di $0,9982\text{ g/mL}$. Quale valore esprime correttamente la densità dell'acqua a 20°C espressa in kg/m^3 ?

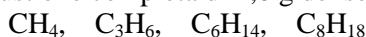
- A) $0,9982$ B) $0,9982 \cdot 10^{-3}$ C) $998,2$ D) $998,2 \cdot 10^3$

2. Soluzione

Per convertire l'unità di misura da g/mL a kg/m^3 bisogna convertire entrambe le grandezze (g e mL).

$\text{g/mL} = (10^{-3}\text{ kg})/(10^{-6}\text{ m}^3)$ $\text{g/mL} = 10^3 (\text{kg/m}^3)$ quindi: $d = 0,9982 \cdot 10^3 = 998,2\text{ kg/m}^3$. (Risposta C)

3. Immaginando di far avvenire la combustione completa di $1,0\text{ g}$ dei seguenti composti:



Stabilire quale genera la maggior quantità di CO_2 .

- A) CH_4 B) C_3H_6 C) C_6H_{14} D) C_8H_{18}

3. Soluzione

Dato che ogni atomo di carbonio diventa CO_2 , bisogna capire in quale campione c'è la maggior % di carbonio o il rapporto C/H più grande: in CH_4 è $1/4 = 0,25$; in C_3H_6 è $3/6 = 0,5$; in C_6H_{14} è $6/14 = 0,43$; in C_8H_{18} è $8/18 = 0,44$. Il rapporto C/H più alto è quello di C_3H_6 (0,5) che ha due idrogeni in meno di un alcano (C_3H_8) e quindi potrebbe essere un alchene. (Risposta B)

4. In un campione di H_2 gassoso ad 1 atm e a 298 K :

1. tutte le molecole di H_2 si muovono alla stessa velocità;
2. le molecole di H_2 collidono con le pareti del recipiente con una frequenza maggiore rispetto a quella che si avrebbe a 398 K .

Stabilire se queste affermazioni sono corrette.

- A) nessuna delle due affermazioni è corretta B) è corretta solo l'affermazione 1
 C) è corretta solo l'affermazione 2 D) sono corrette entrambe le affermazioni

4. Soluzione

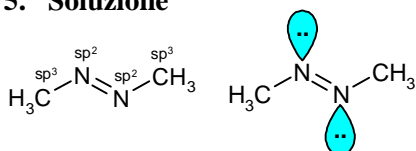
In un gas le molecole hanno un ampio intervallo di velocità e quindi di energia cinetica dettato dalla distribuzione di Boltzman e solo la loro energia cinetica media è correlata alla temperatura (1 errata).

A temperatura minore (298 K) l'energia cinetica media e quindi anche la velocità media sono minori che a 398 K . Le molecole urtano le pareti con meno frequenza e producono una pressione minore (2 errata). (Risposta A)

5. Per la molecola $\text{H}_3\text{C}-\text{N}=\text{N}-\text{CH}_3$ stabilire quale geometria assumono l'atomo di carbonio e quello di azoto.

- A) tetraedrica per C e lineare per N B) tetraedrica per C e angolata per N
 C) angolata per C e angolata per N D) angolata per C e lineare per N

5. Soluzione

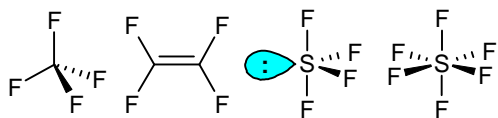


In questa molecola vi è un doppio legame tra i due atomi di azoto che quindi sono ibridati sp^2 , formano angoli di 120° e hanno una geometria angolata. Gli atomi di carbonio sono tetraedrici (sp^3) come in CH_4 . (Risposta B)

6. Indicare la molecola che ha un momento dipolare permanente.

- A) CF_4 B) C_2F_4 C) SF_4 D) SF_6

6. Soluzione



Il momento dipolare dipende dalla geometria molecolare.

Le molecole con momento dipolare nullo hanno i dipoli dei vari legami che si annullano vettorialmente tra loro. Questo accade con CF_4 (tetraedrica), C_2F_4 (planare a 120°) e SF_6 (ottaedrica) che sono molecole simmetriche. In SF_4 (a cavalletto) c'è una coppia di non

legame che rompe la simmetria e la molecola ha un momento dipolare permanente. Infatti, lo zolfo ha 6 elettroni di valenza, 4 li usa per legare i 4 atomi di fluoro, gli restano due elettroni che formano una coppia di non legame. Le coppie da alloggiare attorno allo zolfo sono 5 (4 di legame e 1 di non legame). Queste si dispongono a bipyramide trigonale. La coppia di non legame (ingombrante) va posta in uno dei vertici di base (120°) nelle altre 4 posizioni si legano i 4 atomi di fluoro. (Risposta C)

7. 1,00 L di metano (misurato a 120°C e ad 1 atm,) reagisce completamente con ossigeno; stabilire il volume dei due prodotti che si ottengono dalla combustione, misurati nelle stesse condizioni di temperatura e pressione.

- A) 2,00 L CO_2 e 4,00 L H_2O
 B) 2,00 L CO_2 e 2,00 L H_2O
 C) 1,00 L CO_2 e 4,00 L H_2O
 D) 1,00 L CO_2 e 2,00 L H_2O

7. Soluzione

La reazione è: $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ Il rapporto stechiometrico CH_4/CO_2 è 1:1 quindi le moli di CO_2 devono essere uguali a quelle di CH_4 . Dato, che nelle stesse condizioni di T e P, volumi uguali contengono lo stesso numero di moli, da 1 L di CH_4 si deve ottenere 1 L di CO_2 (A e B errate).

Il rapporto stechiometrico $\text{CH}_4/\text{H}_2\text{O}$ è 1:2 e quindi da 1 L di CH_4 si devono ottenere 2 L di H_2O . (Risposta D)

8. 2,50 L di butano (C_4H_{10}) gassoso, misurati a $22,0^\circ\text{C}$ e a 1,20 atm, reagiscono completamente con ossigeno. Stabilire il volume di diossido di carbonio che si ottiene, misurato nelle stesse condizioni di T e P.

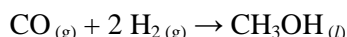
- A) 22,5 L B) 10,0 L C) 2,50 L D) 9,00 L

8. Soluzione

La reazione è: $\text{C}_4\text{H}_{10} + 13/2 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O}$ Il rapporto stechiometrico $\text{C}_4\text{H}_{10}/\text{CO}_2$ è 1:4.

Dato che, nelle stesse condizioni di T e P, volumi uguali contengono lo stesso numero di moli, il volume di CO_2 sarà quattro volte maggiore di quello del butano: $2,5 \cdot 4 = 10 \text{ L}$. (Risposta B)

9. Il metanolo è ottenuto industrialmente per idrogenazione catalitica del monossido di carbonio in base alla seguente equazione chimica:



Calcolare il volume di CO, misurato in condizioni standard, necessario per produrre $1,0 \cdot 10^6 \text{ kg}$ di metanolo, sapendo che la reazione procede con una resa del 40%.

- A) $1,7 \cdot 10^9 \text{ L}$ B) $2,8 \cdot 10^8 \text{ L}$ C) $7,0 \cdot 10^8 \text{ L}$ D) $2,1 \cdot 10^9 \text{ L}$

9. Soluzione

La massa molare del metanolo CH_3OH è: $12 + 4 + 16 = 32 \text{ g/mol}$. Le moli sono: $1,0 \cdot 10^9 / 32 = 3,125 \cdot 10^7 \text{ mol}$.

Dato che la resa è del 40%, le moli di CO devono essere: $3,125 \cdot 10^7 (100/40) = 7,81 \cdot 10^7 \text{ mol}$.

Il volume di CO, dalla legge dei gas, è: $V = nRT/P = (7,81 \cdot 10^7 \cdot 0,0821 \cdot 273) / 1 = 1,7 \cdot 10^9 \text{ L}$. (Risposta A)

10. Sapendo che un recipiente contiene 66 g di CO_2 e 16 g di O_2 alla pressione di 10,0 atm, stabilire la pressione parziale del diossido di carbonio.

- A) 8,0 atm B) 7,5 atm C) 5,0 atm D) 6,0 atm

10. Soluzione

La massa molare di CO_2 è: $12 + 32 = 44 \text{ g/mol}$. Le moli di CO_2 sono: $66/44 = 1,5 \text{ mol}$.

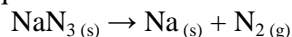
Le moli di O_2 sono: $16/32 = 0,5 \text{ mol}$.

Le moli totali sono: $1,5 + 0,5 = 2 \text{ mol}$. La frazione molare di CO_2 è: $x_{\text{CO}_2} = 1,5/2 = 0,75$.

La pressione parziale di CO_2 è: $p_{\text{CO}_2} = x_{\text{CO}_2} P_{\text{tot}} = 0,75 \cdot 10 = 7,5 \text{ atm}$.

(Risposta B)

11. Il funzionamento dei primi airbag montati sulle automobili era basato sulla reazione di decomposizione dell'azide di sodio descritta dalla seguente equazione chimica non bilanciata:



Stabilire quanto reagente è necessario per produrre 16,0 L di azoto misurati alla temperatura di 17 °C e alla pressione di 1,20 atm.

- A) 52,4 g
B) 78,6 g
C) 35,0 g
D) 157 g

11. Soluzione

La reazione si bilancia direttamente:

$2 \text{NaN}_3(\text{s})$	\rightarrow	$2 \text{Na}(\text{s})$	$+$	$3 \text{N}_2(\text{g})$
moli (mol)		0,5376		0,806
MM (g/mol)		65		
massa (g)		35,0		

Le moli di azoto si ottengono dalla legge dei gas: $n = PV/RT$ $n = (1,2 \cdot 16,0)/(0,0821 \cdot 290) = 0,806$ mol.

Le moli di NaN_3 sono: $n = 0,806 \cdot (2/3) = 0,5376$ mol. La massa molare di NaN_3 è: $23 + 14 \cdot 3 = 65$ g/mol.

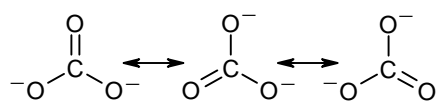
La massa di NaN_3 è: $65 \cdot 0,5376 = 35,0$ g. (Risposta C)

12. Per lo ione carbonato, CO_3^{2-} , stabilire quali delle seguenti affermazioni sono corrette:

1. i tre legami carbonio-ossigeno hanno tutti la stessa lunghezza
2. un atomo di ossigeno non ha carica, mentre gli altri due atomi di ossigeno hanno una carica negativa ciascuno
3. tutti e tre gli angoli di legame sono di 120°

- A) 1 e 3
B) 2 e 3
C) 1 e 2
D) nessuna delle affermazioni è corretta

12. Soluzione



Lo ione CO_3^{2-} è descritto dalle tre forme limite di risonanza mostrate qui a lato. La sua struttura è trigonale planare con angoli identici di 120°.

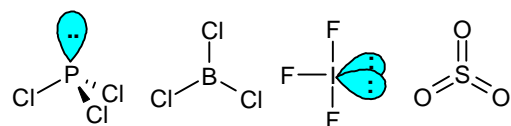
I tre legami C-O, a causa della risonanza, sono equivalenti e hanno la stessa lunghezza. La carica negativa, per risonanza, è distribuita uniformemente sui tre ossigeni che hanno, quindi, la stessa carica (2 errata).

(Risposta A)

13. Indicare la molecola che ha una geometria piramidale.

- A) PCl_3
B) BCl_3
C) IF_3
D) SO_3

13. Soluzione



Dato che il fosforo ha gli stessi elettroni di valenza dell'azoto, PCl_3 ha la stessa geometria di NH_3 , piramidale. (Risposta A)

14. Calcolare la pressione esercitata da $1,00 \cdot 10^{21}$ molecole di un gas in un recipiente di 3900 mL a 15,0 °C.

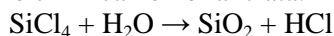
- A) $6,1 \cdot 10^{21}$ atm
B) $5,2 \cdot 10^{-4}$ atm
C) $1,0 \cdot 10^{-5}$ atm
D) 0,01 atm

14. Soluzione

Le moli di gas sono: $n = \text{molecole}/N_A = 1,00 \cdot 10^{21}/6,022 \cdot 10^{23} = 1,66 \cdot 10^{-3}$ mol. La T è: $15 + 273 = 288$ K.

La pressione è: $P = nRT/V = (1,66 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0821 \cdot 288)/3,9 = 0,01$ atm. (Risposta D)

15. Facendo reagire 10,0 L di SiCl_4 gassoso, misurati a 127 °C e a 2,00 atm, calcolare la massa in grammi di HCl che si ottiene in base alla seguente equazione chimica non bilanciata:



- A) 88,8 g
B) 22,2 g
C) 44,4 g
D) 280,0 g

15. Soluzione

La reazione si bilancia direttamente: $\text{SiCl}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2 + 4 \text{HCl}$ La temperatura è: $273 + 127 = 400 \text{ K}$.
Le moli di SiCl_4 si ottengono dalla legge dei gas: $n = PV/RT = (2 \cdot 10)/(0,0821 \cdot 400) \quad n = 0,609 \text{ mol}$.
Le moli di HCl sono il quadruplo: $4 \cdot 0,609 = 2,436 \text{ mol}$. La massa molare di HCl è: $35,45 + 1 = 36,45 \text{ g/mol}$.
La massa di HCl è: $2,436 \cdot 36,45 = 88,8 \text{ g}$. (Risposta A)

16. Per la reazione fra il composto A e il composto B sono stati raccolti i dati riportati in tabella; in base ad essi stabilire l'ordine parziale di reazione rispetto al reagente A e al reagente B

[A] _{iniziale} (mol L ⁻¹)	[B] _{iniziale} (mol L ⁻¹)	vel. iniziale (mol L ⁻¹ s ⁻¹)
0,20	0,20	600
0,60	0,20	1800
0,60	0,80	28800

- A) secondo ordine rispetto ad A e secondo ordine rispetto a B
B) primo ordine rispetto ad A e primo ordine rispetto a B
C) primo ordine rispetto ad A e secondo ordine rispetto a B
D) ordine zero rispetto ad A e secondo ordine rispetto a B

16. Soluzione

Se [B] è costante (0,2) e [A] triplica (0,2→0,6), la velocità triplica (600→1800), quindi la reazione è del primo ordine rispetto ad A.

Se [A] è costante (0,6) e [B] quadruplica (0,2→0,8), la velocità diventa: $28800/1800 = 16$ volte maggiore, quindi la reazione è del secondo ordine rispetto a B. (Risposta C)

17. Dopo avere calcolato il rapporto ponderale tra alluminio (MM = 26,98 g/mol), zolfo (MM = 32,07 g/mol) e ossigeno (MM = 16,00 g/mol), indicare la percentuale in peso di ciascuno di essi nel solfato di alluminio (MM $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 342,17 \text{ g/mol}$).

- A) Al = 15,77%; S = 44,18%; O = 40,05%
B) Al = 15,77%; S = 28,12%; O = 56,11%
C) Al = 31,54%; S = 13,69%; O = 23,08%
D) Al = 7,85%; S = 23,55%; O = 68,60%

17. Soluzione

In $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ci sono 2 atomi di Al ($26,98 \cdot 2 = 53,96 \text{ g/mol}$) quindi la % di Al è $53,96/342,17 = 15,77\%$.

Ci sono poi 3 atomi di S ($32,07 \cdot 3 = 96,21 \text{ g/mol}$) quindi la % di S è $96,21/342,17 = 28,12\%$.

Infine ci sono 12 atomi di O ($16 \cdot 12 = 192 \text{ g/mol}$) quindi la % di O è $192/342,17 = 56,11\%$. (Risposta B)

18. Calcolare il prodotto di solubilità di MgF_2 (MM = 62,32 g/mol) sapendo che questo composto ha una solubilità in acqua di 74,78 mg/L.

- A) $1,72 \cdot 10^{-9} (\text{mol/L})^3$
B) $6,91 \cdot 10^{-9} (\text{mol/L})^3$
C) $6,91 \cdot 10^{-5} (\text{mol/L})^3$
D) $1,72 \cdot 10^{-6} (\text{mol/L})^3$

18. Soluzione

La reazione di dissociazione è: $\text{MgF}_2 \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2 \text{F}^-$ con $K_{ps} = [\text{Mg}^{2+}][\text{F}^-]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4s^3$

La massa molare di MgF_2 è: $24,3 + 2 \cdot 19 = 62,3 \text{ g/mol}$. La solubilità è: $74,78 \cdot 10^{-3}/62,3 = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

Quindi: $K_{ps} = 4s^3 = 4(1,2 \cdot 10^{-3})^3 = 6,92 \cdot 10^{-9} \text{ M}^3$. (Risposta B)

19. Indicare la formula minima di un composto che ha dato all'analisi i seguenti risultati:

$$C = 76,93\%; H = 5,12\%; N = 17,95\%$$

- A) C_5H_4N
 B) C_5H_3N
 C) C_4H_3N
 D) C_2H_2N

19. Soluzione

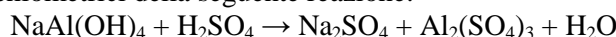
In 100 g di composto, le moli sono: C ($76,93/12 = 6,4$ mol), H ($5,12/1,008 = 5,08$ mol), N ($17,95/14 = 1,28$ mol).

Dividendo per il valore più basso si ottiene: C ($6,4/1,28 = 5$), H ($5,08/1,28 = 4$), N ($1,28/1,28 = 1$)

La formula minima è: C_5H_4N .

(Risposta A)

20. Stabilire i coefficienti stechiometrici della seguente reazione:



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

20. Soluzione

La reazione si bilancia direttamente: $2 NaAl(OH)_4 + 4 H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + Al_2(SO_4)_3 + 8 H_2O$ (Risposta C)

21. Indicare il pH di una soluzione di idrossido di bario $3,0 \cdot 10^{-3}$ mol/L.

- A) 11,78
 B) 10,03
 C) 9,80
 D) 3,50

21. Soluzione

La reazione di dissociazione è: $Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{2+} + 2 OH^-$ quindi $[OH^-] = 2C = 2 \cdot 3,0 \cdot 10^{-3} = 6,0 \cdot 10^{-3}$ M

$pOH = -\log[OH^-] = -\log(6,0 \cdot 10^{-3}) = 2,22$ quindi: $pH = 14 - pOH = 14 - 2,22 = 11,78$. (Risposta A)

22. Indicare la concentrazione molare di una soluzione di perossido di idrogeno (MM = 34,02 g/mol) al 30% m/m ($d = 1,11$ g/mL).

- A) 4,90 mol/L
 B) 0,979 mol/L
 C) 3,26 mol/L
 D) 9,79 mol/L

22. Soluzione

Le moli in 100 g di soluzione sono: $30/34,02 = 0,8818$ mol. Le moli in 100 mL sono: $0,8818 \cdot 1,11 = 0,979$ mol.

In 1 L le moli sono $0,979 \cdot 10 = 9,79$ mol/L.

(Risposta D)

23. Il cloruro di calcio è un sale estremamente solubile in acqua. Sapendo che la sua entalpia di solvatazione in acqua è pari a $-81,3$ kJ/mol a 25 °C indicare l'affermazione che razionalizza questo fenomeno:

- A) il cloruro di calcio si solvata facilmente perché il $\Delta_{solv}G^\circ_{298} > 0$ grazie al carattere esotermico della sua reazione di idratazione in soluzione
 B) il cloruro di calcio si solvata facilmente perché il $\Delta_{solv}G^\circ_{298} < 0$, reazione sostenuta dalla esotermia del processo di idratazione
 C) il cloruro di calcio si solvata facilmente perché il $\Delta_{solv}G^\circ_{298} < 0$ giacché l'entropia del processo di idratazione in soluzione è negativa e compensa l'endotermia della reazione
 D) il cloruro di calcio non si solvata facilmente in soluzione perché il $\Delta_{solv}H^\circ_{298} < 0$

23. Soluzione

Il cloruro di calcio $CaCl_2$ si solvata facilmente perché $\Delta_{solv}G^\circ_{298} < 0$. Sappiamo che vale: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$.

Il ΔG negativo è dovuto all'entalpia di solvatazione (ΔH) negativa perchè il ΔS di solvatazione, anche con i sali poco solubili, è sempre favorevole, cioè positivo, perchè in soluzione aumenta il disordine. (Risposta B)

24. Il neon è un gas nobile monoatomico raro nell'atmosfera (è presente in 1 parte per 65000). La sua massa molare atomica è 20,179 g/mol mentre la massa molare media dei componenti dell'aria è 28,96 g/mol. Dal confronto della densità del neon (d_{Ne}) con la densità media dell'aria (d_{air}) in condizioni standard (1 bar a 25 °C) è possibile valutare come si stratifica il neon nell'atmosfera terrestre.

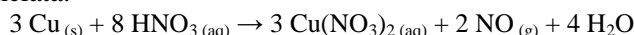
- A) $d_{\text{Ne}} > d_{\text{air}}$ e quindi il neon si accumula negli strati più interni dell'atmosfera
 B) $d_{\text{Ne}} < d_{\text{air}}$ e quindi il neon si accumula negli strati più esterni dell'atmosfera
 C) $d_{\text{Ne}} > d_{\text{air}}$ e quindi il neon si accumula negli strati più esterni dell'atmosfera
 D) $d_{\text{Ne}} < d_{\text{air}}$ e quindi il neon si accumula negli strati più interni dell'atmosfera

24. Soluzione

Il neon (20,2 g/mol) è più leggero dell'ossigeno O_2 (32 g/mol) e anche dell'azoto N_2 (28 g/mol), quindi è meno denso e tende a galleggiare nell'atmosfera per la spinta di Archimede, quindi, il neon si accumula negli strati più esterni dell'atmosfera. (Risposta B)

25. Il rame metallico si può sciogliere utilizzando un acido ossidante come l'acido nitrico.

Con la seguente reazione bilanciata:



se si hanno 1,2 moli di $\text{Cu}_{(s)}$ che vengono mescolate con 0,8 moli di HNO_3 , quante moli di ioni $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ si possono ottenere ammettendo una resa del 100%?

- A) 0,3 B) 0,4 C) 3 D) 0,1

25. Soluzione

Dato che il rapporto stechiometrico tra HNO_3 e Cu è 8:3, con 0,8 mol di HNO_3 reagiscono solo 0,3 mol di Cu e quindi si possono ottenere solo 0,3 mol di Cu^{2+} . (Risposta A)

26. Secondo la regola dell'ottetto, un elemento chimico tende a raggiungere la configurazione elettronica:

- A) del gas nobile che lo precede B) del gas nobile che lo segue
 C) di un gas nobile cedendo elettroni D) del gas nobile a maggiore elettronegatività

26. Soluzione

Un elemento chimico tende a raggiungere la configurazione elettronica del gas nobile che lo precede se è un metallo come il sodio Na che diventa Na^+ assumendo la configurazione elettronica del Neon.

Se l'elemento, invece, forma legami covalenti, tende ad assumere la configurazione elettronica del gas nobile che lo segue perchè, nel formare legami, interagisce con più elettroni nel suo guscio di valenza. (Risposta X?)

27. Sapendo che dalla reazione del metano con ossigeno molecolare si ottengono acqua e CO_2 , stabilire quante moli di acqua si formano mescolando 8 moli di ossigeno molecolare e 3 moli di metano.

- A) 11 mol B) 6 mol C) 4 mol D) 3 mol

27. Soluzione

La reazione è: $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Dato che il rapporto stechiometrico tra metano e ossigeno è 1:2, 3 moli di metano possono reagire solo con 6 moli di ossigeno e formano solo 6 moli di acqua. (Risposta B)

28. L'entalpia di combustione del metanolo è pari a -239 kJ/mol , questo significa che la reazione è:

- A) esotermica B) endotermica C) esoergonica D) endoergonica

28. Soluzione

A pressione costante l'entalpia di reazione coincide col calore assorbito ($\Delta H = Q$), quindi se l'entalpia è negativa, la reazione svolge calore ed è esotermica. Per essere esoergonica deve avere $\Delta G < 0$. Dato che la combustione del metanolo è spontanea ha $\Delta G < 0$, ma il problema parla solo di entalpia. (Risposta A)

29. I pittogrammi indicati nella scheda di sicurezza di una sostanza chimica NON ci segnalano se tale sostanza è:

- A) corrosiva B) tossica C) maleodorante D) infiammabile

29. Soluzione

L'opzione maleodorante è un dato soggettivo e non è contemplato nella sicurezza. (Risposta C)

30. Mettere in ordine di elettronegatività DECRESCENTE i seguenti elementi: Fe, Mg, Cs e Au.

- A) Au, Mg, Cs, Fe
- B) Au, Fe, Mg, Cs
- C) Cs, Fe, Mg, Au
- D) Fe, Mg, Au, Cs

30. Soluzione

In generale l'elettronegatività diminuisce scendendo lungo i gruppi e andando verso sinistra nei periodi.

L'elemento con la più bassa elettronegatività è il cesio Cs un metallo alcalino che si trova in basso a sinistra nella tavola periodica (A e C errate). Il successivo è il magnesio Mg, un metallo alcalino-terroso (D errata).

Stranamente, con i metalli di transizione, l'elettronegatività aumenta scendendo lungo i gruppi per cui Pt e Au sono più elettronegativi di Ni e Cu. Non sorprende, quindi che Au sia più elettronegativo di Fe. (Risposta B)

31. Le forze di van der Waals:

- A) interessano solo molecole fortemente polari
- B) interessano ioni monovalenti
- C) sono più deboli dei legami a idrogeno
- D) interessano solo composti ionici

31. Soluzione

Le più deboli forze di van der Waals, le attrazioni di London tra dipoli oscillanti, sono universali e si realizzano tra tutti i tipi di molecole. Con le molecole apolari, come He, H₂, CH₄, sono le sole forze presenti e giustificano l'esistenza dello stato liquido e solido di questi composti. Con le molecole polari, ci sono forze più intense tra le molecole, in particolare i legami a idrogeno solo il tipo più intenso di legami dipolo-dipolo. (Risposta C)

32. Un litro di N₂ e un litro di O₂, nelle stesse condizioni di temperatura e pressione:

- A) hanno masse che stanno nel rapporto 3:1
- B) hanno la stessa massa
- C) contengono 1 mole di gas a 298 K e 1 atm
- D) contengono lo stesso numero di molecole

32. Soluzione

Nelle stesse condizioni di T e P, un litro di un qualsiasi gas contiene lo stesso numero di moli: $n = PV/RT$ e quindi contiene lo stesso numero di molecole. (Risposta D)

33. Indicare in cosa differiscono i nuclidi ¹⁶O e ¹⁷O.

- A) il secondo ha un neutrone e un protone in più
- B) il primo ha un protone in meno
- C) il primo ha un neutrone in meno
- D) il primo ha un elettrone in meno

33. Soluzione

Due nuclidi isotopi hanno lo stesso numero di protoni (qui sono 8) e diverso numero di neutroni.

Quindi ¹⁶O ha 8 neutroni, mentre ¹⁷O ha 9 neutroni.

(Risposta C)

34. Due recipienti di uguale volume si trovano alla stessa temperatura. In essi si introducono masse uguali di due gas diversi, entrambi a comportamento ideale:

- A) il gas con massa molare maggiore ha maggiore pressione
- B) il rapporto fra le pressioni dei due gas non può essere definito a priori ma deve essere misurato
- C) il rapporto fra le pressioni dei due gas dipende dal rapporto fra le loro masse molari
- D) i due gas hanno la stessa pressione

34. Soluzione

Il gas con massa molare maggiore contiene meno molecole, quindi ha pressione minore (A e D errate).

$PV = (m/MM)RT$ da cui: $P MM = mRT/V$ Dato che massa, T e V sono uguali si ottiene: $P_1 MM_1 = P_2 MM_2$ cioè $P_1/P_2 = MM_2/MM_1$. Il rapporto tra le pressioni è il reciproco di quello tra le masse molari. (Risposta C)

35. Indicare l'affermazione corretta sulla costante di velocità di una reazione.

- A) non cambia con la temperatura perché è una caratteristica costante di ogni reazione
 B) aumenta all'aumentare della temperatura perché aumentando la temperatura aumenta il numero degli urti efficaci
 C) diminuisce all'aumentare della velocità perché meno molecole sono in grado di assumere l'orientazione richiesta per reagire
 D) aumenta all'aumentare della temperatura perché la maggior parte delle reazioni è favorita da un aumento di temperatura

35. Soluzione

La costante di velocità è governata dall'equazione di Arrhenius: $k = A e^{(-E/RT)}$ dove si vede che k aumenta con T . Questo dipende dal fatto che a temperature maggiori vi è un numero maggiore di molecole che hanno energia maggiore dell'energia di attivazione (vedi distribuzione di Boltzmann delle energie) e quindi è maggiore il numero di urti efficaci tra le molecole. (Risposta B)

36. Calcolare quanti grammi di ossigeno gassoso occorrono per bruciare fino a CO_2 tutto il carbonio contenuto in 107 kg di ghisa, sapendo che nella ghisa questo elemento è presente per l'1,7%.

- A) 4,85 g B) 9702 g C) 4851 g D) 9,70 g

36. Soluzione

La massa di carbonio totale è: $0,017 \cdot 107000 = 1819$ g. Le moli di C sono: $1819/12 = 151,58$ mol. Queste, per formare CO_2 , consumano altrettante moli di O_2 . La sua massa è: $151,58 \cdot 32 = 4851$ g. (Risposta C)

37. Una miscela viene preparata aggiungendo 75,0 mL di NaOH 0,100 M a 50,0 mL di NaOH 0,200 M. Quale concentrazione di OH^- si otterrà nella miscela?

- A) 0,0175 M B) 0,0800 M C) 0,2330 M D) 0,1400 M

37. Soluzione

Le prime moli sono: $n = MV = 0,1 \cdot 75 = 7,5$ mmol. Le seconde moli sono: $n = MV = 0,2 \cdot 50 = 10$ mmol. Le moli totali sono: $7,5 + 10 = 17,5$ mmol. La concentrazione è: $C = n/V = 17,5/125 = 0,140$ M. (Risposta D)

38. Il pH di una soluzione acquosa di CH_3COOH 0,1 mol/L è 2,87. Per aggiunta di 0,1 mol di CH_3COONa a 1 L di tale soluzione, il pH diventa:

- A) 4,74 B) 1,43 C) 11,13 D) resta invariato

38. Soluzione

Vi sono uguali quantità di acido acetico e della sua base coniugata, quindi si è formata una soluzione tampone.

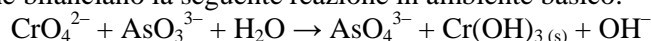
Il pH è: $\text{pH} = \text{pK}_a - \log \text{HA}/\text{A}^-$. L'acido acetico ha: $\text{K}_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$ $\text{pK}_a = -\log \text{K}_a = 4,74$.

Se non si conosce la K_a la si può ricavare dalla formula: $[\text{H}^+] = (\text{K}_a \text{C})^{1/2}$ da cui: $\text{K}_a = [\text{H}^+]^2/\text{C}$

Dato che $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,87} = 1,35 \cdot 10^{-3}$ M. si ottiene: $\text{K}_a = [1,35 \cdot 10^{-3}]^2/0,1 = 1,82 \cdot 10^{-5}$ (come da tabella)

Acido e base coniugata sono presenti in uguale quantità: $\text{pH} = \text{pK}_a - \log 1 = \text{pK}_a = 4,74$. (Risposta A)

39. Indicare i coefficienti che bilanciano la seguente reazione in ambiente basico:



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

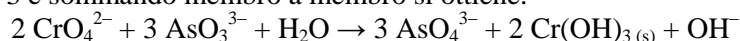
39. Soluzione

Le due semireazioni sono:

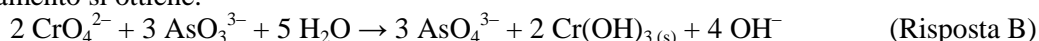
$\text{Cr}^{6+} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Cr}^{3+}$ (rid) va moltiplicata per 2 per scambiare 6 elettroni

$\text{As}^{3+} \rightarrow \text{As}^{5+} + 2 \text{e}^-$ (ox) va moltiplicata per 3 per scambiare 6 elettroni

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



Completando il bilanciamento si ottiene:



40. La solubilità di $K_2Cr_2O_7$ in acqua è 125 g/L a 20 °C. Una soluzione contenente 6,0 g $K_2Cr_2O_7$ in 50 mL di acqua è stata preparata a 20 °C. La soluzione risulta:

- A) satura
B) supersatura
C) non satura
D) diluita

40. Soluzione

6,0 g in 50 mL corrispondono a $6,0 \cdot 20 = 120$ g/L. Una quantità inferiore alla massima (125 g/L). (Risposta C)

41. Il benzene ha $MM = 78,06$ g/mol e $d = 0,884$ g/cm³; il toluene ha $MM = 93,07$ g/mol e $d = 0,867$ g/cm³. Se mescolati formano una soluzione che soddisfa la legge di Raoult. Supponendo di mescolare 1 L di benzene con 0,5 L di toluene a 300 K, calcolare il ΔH di mescolamento e il volume totale della soluzione.

- A) $\Delta H = 0$, $V = 1,5$ L
B) $\Delta H = 1$, $V = 1,5$ L
C) $\Delta H < 0$, $V = 2,5$ L
D) $\Delta H > 0$, $V = 1,5$ L

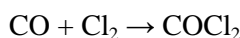
41. Soluzione

La legge di Raoult sulle soluzioni mostra che la pressione parziale di un componente (per esempio benzene) è proporzionale alla sua tensione di vapore attraverso la sua frazione molare: $p_b = x_b P_b$

La legge di Raoult vale solo per le soluzioni ideali nelle quali le forze attrattive tra molecole dei componenti A e B sono uguali a quelle tra molecole dello stesso componente.

In questo modo non ci sono variazioni di volume dopo il mescolamento e $\Delta H_{mix} = 0$. (Risposta A)

42. Un uomo sta fumando al bordo di una piscina ed inala sia ossido di carbonio che cloro. Assumiamo che $p_{CO} = p_{Cl_2} = 10^{-5}$ atm e che le energie libere di formazione valgano per l'ossido di carbonio $-164,1$ kJ/mol e per il fosgene $-288,7$ kJ/mol. All'interno dei suoi polmoni è possibile che avvenga la reazione che porta alla formazione di fosgene?



- A) è impossibile
B) è possibile perchè $\Delta_{reaz}G < 0$ a 25 °C fino a pressioni elevatissime di fosgene
C) è possibile perchè il $\Delta_{reaz}G > 0$ a 25 °C fino a pressioni elevatissime di fosgene
D) non è possibile perchè $\Delta_{reaz}G > 0$ a 25 °C

42. Soluzione

Per la legge di Hess vale: $\Delta G^\circ_{reaz} = \Sigma \Delta G^\circ_{for}(\text{prodotti}) - \Sigma \Delta G^\circ_{for}(\text{reagenti})$

Quindi: $\Delta G^\circ_{reaz} = \Delta G^\circ_{for}(COCl_2) - (\Delta G^\circ_{for}(CO) + \Delta G^\circ_{for}(Cl_2))$

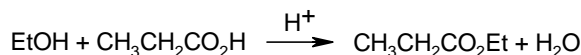
Sostituendo i dati: $\Delta G^\circ_{reaz} = -288,7 - (-164,1 + 0)$ $\Delta G^\circ_{reaz} = -124,6$ kJ/mol

Dalla relazione: $\Delta G^\circ = -RT \ln K$ si ottiene: $\ln K = -\Delta G^\circ/RT = 124600/(8,314 \cdot 298) = 50,3$

da cui: $K = 7,1 \cdot 10^{21}$ $K = p_{COCl_2}/(p_{CO} \cdot p_{Cl_2}) = 7,1 \cdot 10^{21}$ da cui: $p_{COCl_2} = 7,1 \cdot 10^{21} \cdot (10^{-5} \cdot 10^{-5}) = 7,1 \cdot 10^{11}$

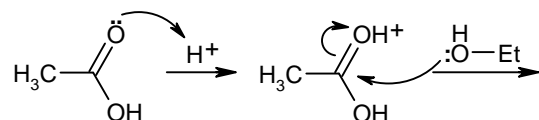
La reazione è favorevole se $Q < K$ cioè se: $p_{COCl_2} < 7,1 \cdot 10^{11}$ atm. (Risposta B)

43. Qual è il ruolo del catalizzatore acido nella reazione di esterificazione di Fischer riportata di seguito?



- A) sposta l'equilibrio verso destra
B) converte l'acido propanoico in un elettrofilo più reattivo
C) neutralizza la base formata come prodotto collaterale nella reazione
D) converte l'etanolo in un nucleofilo più reattivo

43. Soluzione

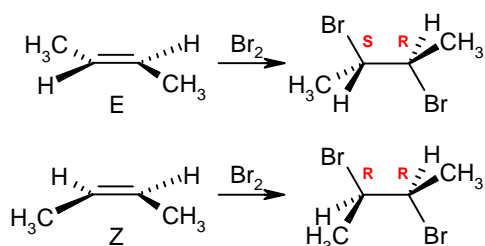


La catalisi acida nella sintesi di Fischer degli esteri serve a protonare l'ossigeno del carbonile per rendere il carbonile più reattivo verso il nucleofilo, cioè verso l'etanolo. (Risposta B)

44. (*E*)-2-butene e (*Z*)-2-butene reagiscono ciascuno con bromo molecolare per formare composti con formula $C_4H_8Br_2$. Che relazione esiste fra i prodotti di reazione del (*E*)-2-butene e quelli del (*Z*)-2-butene?

- A) sono isomeri di struttura B) sono stereoisomeri
C) sono solo enantiomeri D) in entrambi i casi si forma lo stesso composto

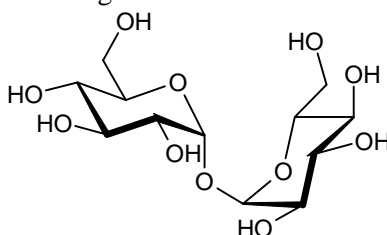
44. Soluzione



Dato che i due atomi di bromo si legano da parti opposte (trans), dall'isomero *E* (trans) si ottiene una molecola con stereocentri simmetrici (S,R o R,S), dall'isomero *Z* (cis) si ottiene una molecola con stereocentri non simmetrici (R,R o S,S).

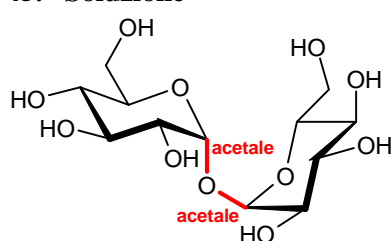
I due prodotti sono stereoisomeri, ma non sono speculari, quindi non sono enantiomeri, ma diastereoisomeri. (Risposta B?)

45. Di seguito è riportata la struttura del trealosio (1- α -glucopiranosil-1- α -glucopiranoside). Prevedere il comportamento del trealosio al reattivo di Fehling.



- A) si osserva un precipitato rosso mattone
B) la soluzione rimane blu limpida
C) si forma uno specchio metallico
D) la soluzione diventa incolore

45. Soluzione

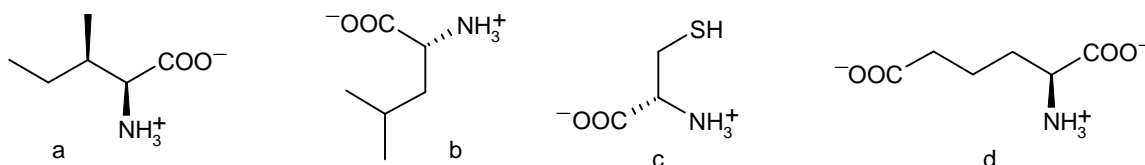


Sono positivi al saggio di Fehling gli zuccheri che hanno il gruppo aldeidico libero o al più trasformato in semiacetale perchè i semiacetali non sono stabili e sono in equilibrio con una certa percentuale di aldeide libera.

Nel trealosio entrambi i carboni aldeidici sono trasformati in acetali, questi sono derivati stabili e quindi non reagiscono col saggio di Fehling.

La soluzione rimane blu limpida anche dopo riscaldamento. (Risposta B)

46. Indicare tra i seguenti amminoacidi quelli di origine naturale.



- A) c
B) b, d
C) a, c
D) tutti i composti sono amminoacidi naturali

46. Soluzione

La molecola (a) è L-isoleucina: la rotazione sul carbonio alfa è verso sinistra (ok).

In realtà anche la rotazione sul carbonio tre dovrebbe essere a sinistra (S), mentre qui è a destra (R)(?).

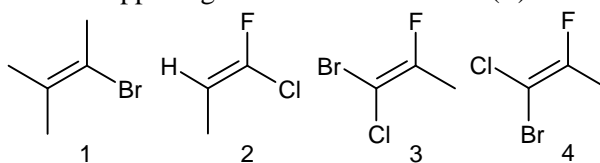
La molecola (b) è D-leucina: la rotazione sul carbonio alfa è verso destra (errato)

La molecola (c) è L-cisteina: la rotazione sul carbonio alfa è verso sinistra (ok)

La molecola (d) è un L-amminoacido: la rotazione sul carbonio alfa è verso sinistra (ok), ma non è acido glutammico perchè ha un carbonio di troppa in catena laterale (errato).

(Risposta A o C)

47. Indicare i composti che hanno un doppio legame con stereochimica (E).



A) 3

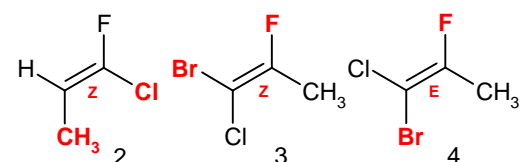
B) 4

C) 1, 3

D) 2, 4

47. Soluzione

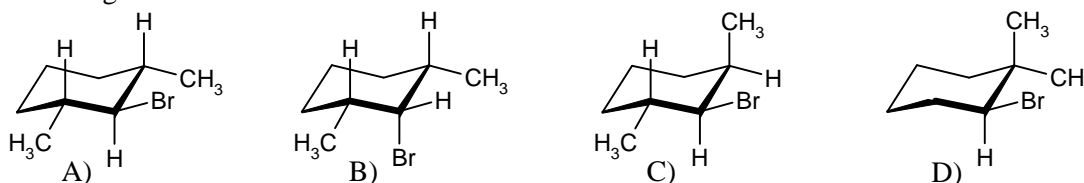
L'alchene 1, a sinistra del doppio legame, ha due sostituenti uguali, quindi non ha isomeria cis-trans o E/Z.



Gli alcheni 2 e 3 hanno i sostituenti più pesanti (in rosso) dalla stessa parte del doppio legame, quindi sono entrambi Z.

L'alchene 4 ha i due sostituenti pesanti da parti opposte del doppio legame, quindi ha configurazione E. (Risposta B)

48. Quale delle seguenti molecole subisce con difficoltà una reazione di eliminazione E2?



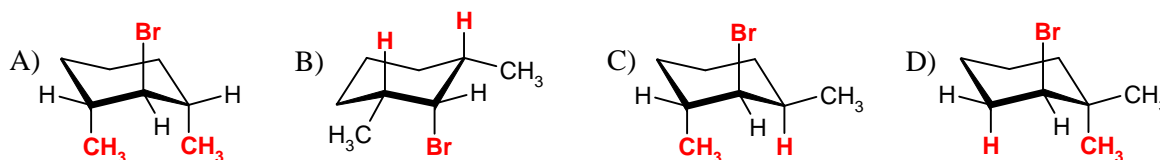
48. Soluzione

L'eliminazione E2 avviene più facilmente se i due atomi coinvolti (H e Br) si trovano in posizione anti.

Nel cicloesano si possono trovare in anti solo i sostituenti assiali.

Nella molecola B, il gruppo uscente, Br, è già in posizione assiale e, sui carboni adiacenti, ha due idrogeni in anti, quindi può dare eliminazione E2 in entrambe le direzioni.

Nelle molecole A, C e D, il gruppo uscente, Br, è in posizione equatoriale, ma può diventare assiale invertendo la conformazione a barca come si vede nella figura qui sotto.



Le molecole C e D, su uno dei due carboni adiacenti al Br assiale, hanno un idrogeno assiale e possono dare eliminazione E2 in quella direzione. La molecola A non ha idrogeni assiali accanto al bromo assiale, quindi non può dare eliminazione E2 con facilità. (Risposta A)