

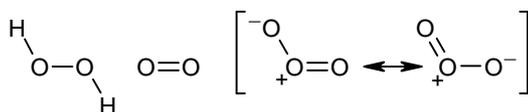
## Giochi della Chimica 2024

### Problemi risolti – Fase regionale – Classe B

1. In quale delle seguenti molecole prevedete che il legame O-O (ossigeno-ossigeno) sia più corto?  
 A) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>      B) O<sub>2</sub>      C) O<sub>3</sub>      D) nelle tre molecole ha la stessa lunghezza

#### 1. Soluzione

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



H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ha un singolo legame O-O: questo è il legame più lungo.

In O<sub>3</sub> il legame O-O è singolo in una forma limite mentre è doppio nell'altra, quindi l'ordine di legame è 1,5.

O<sub>2</sub> ha un doppio legame O=O: è il legame più corto. (Risposta B)

2. La densità dell'acqua a 20 °C è di 0,9982 g/mL. Quale valore esprime correttamente la densità dell'acqua a 20 °C espressa in kg/m<sup>3</sup>?

- A) 0,9982      B) 0,9982 · 10<sup>-3</sup>      C) 998,2      D) 998,2 · 10<sup>3</sup>

#### 2. Soluzione

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

g/mL = (10<sup>-3</sup> kg)/(10<sup>-6</sup> m<sup>3</sup>)      g/mL = 10<sup>3</sup> (kg/m<sup>3</sup>)      quindi: d = 0,9982 · 10<sup>3</sup> = 998,2 kg/m<sup>3</sup>. (Risposta C)

3. Immaginando di far avvenire la combustione completa di 1,0 g dei seguenti composti:



Stabilire quale genera la maggior quantità di CO<sub>2</sub>.

- A) CH<sub>4</sub>      B) C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>      C) C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>      D) C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>

#### 3. Soluzione

Nella combustione ogni atomo di carbonio diventa CO<sub>2</sub>, quindi bisogna trovare il campione con la maggior % di carbonio (rapporto C/H): in CH<sub>4</sub> è 1/4 = 0,25; in C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> è 3/6 = 0,5; in C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> è 6/14 = 0,43; in C<sub>8</sub>H<sub>18</sub> è 8/18 = 0,44. Il rapporto C/H più alto è quello di C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> (0,5) che ha due idrogeni in meno di un alcano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) e quindi potrebbe essere un alchene. (Risposta B)

4. In un campione di H<sub>2</sub> gassoso ad 1 atm e a 298 K:

1. tutte le molecole di H<sub>2</sub> si muovono alla stessa velocità;
2. le molecole di H<sub>2</sub> 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

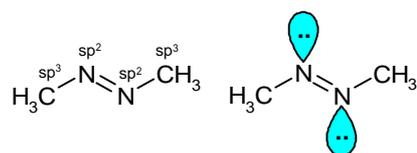
#### 4. Soluzione

In un gas, l'energia cinetica media delle molecole è legata alla temperatura ( $E_c = \frac{3}{2} kT$ ), ma le singole molecole possono avere velocità (e quindi energia cinetica) molto diverse secondo la distribuzione di Boltzman (1 errata). A 298 K la temperatura è minore che a 398 K e quindi sono minori l'energia cinetica media e la velocità media. Le molecole urtano le pareti con meno frequenza e producono una pressione minore (2 errata). (Risposta A)

5. Per la molecola H<sub>3</sub>CNNCH<sub>3</sub> 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



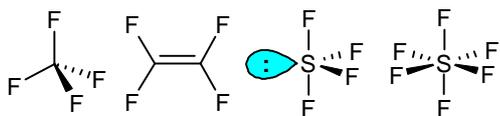
In questa molecola i due atomi di azoto formano un doppio legame e quindi sono ibridati sp<sup>2</sup>, formano angoli di 120° e hanno una geometria angolata.

Gli atomi di carbonio sono tetraedrici (sp<sup>3</sup>) come in CH<sub>4</sub>. (Risposta B)

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

- A)  $\text{CF}_4$                       B)  $\text{C}_2\text{F}_4$                       C)  $\text{SF}_4$                       D)  $\text{SF}_6$

### 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  $\text{CF}_4$  (tetraedrica), con  $\text{C}_2\text{F}_4$  (planare a  $120^\circ$ ) e con  $\text{SF}_6$  (ottaedrica) che sono molecole simmetriche. In  $\text{SF}_4$  (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 bipiramide trigonale. La coppia di non legame (ingombrante) va posta in uno dei vertici di base ( $120^\circ$ ) nelle altre 4 posizioni si legano i 4 atomi di fluoro. (Risposta C)

7. 1,00 L di metano (misurato a  $120^\circ\text{C}$  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  $\text{CO}_2$  e 4,00 L  $\text{H}_2\text{O}$   
 B) 2,00 L  $\text{CO}_2$  e 2,00 L  $\text{H}_2\text{O}$   
 C) 1,00 L  $\text{CO}_2$  e 4,00 L  $\text{H}_2\text{O}$   
 D) 1,00 L  $\text{CO}_2$  e 2,00 L  $\text{H}_2\text{O}$

### 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  $\text{CH}_4/\text{CO}_2$  è 1:1 quindi le moli di  $\text{CO}_2$  devono essere uguali a quelle di  $\text{CH}_4$ . Dato, che nelle stesse condizioni di T e P, volumi uguali contengono lo stesso numero di moli, da 1 L di  $\text{CH}_4$  si deve ottenere 1 L di  $\text{CO}_2$  (A e B errate).

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

8. 2,50 L di butano ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) 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.

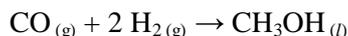
- A) 22,5 L                      B) 10,0 L                      C) 2,50 L                      D) 9,00 L

### 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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CH}_3\text{OH}$  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  $\text{CO}_2$  e 16 g di  $\text{O}_2$  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  $\text{CO}_2$  è:  $12 + 32 = 44 \text{ g/mol}$ . Le moli di  $\text{CO}_2$  sono:  $66/44 = 1,5 \text{ mol}$ .

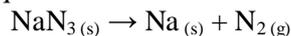
Le moli di  $\text{O}_2$  sono:  $16/32 = 0,5 \text{ mol}$ .

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

La pressione parziale di  $\text{CO}_2$  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  $\text{NaN}_3$  sono:  $n = 0,806 \cdot (2/3) = 0,5376$  mol. La massa molare di  $\text{NaN}_3$  è:  $23 + 14 \cdot 3 = 65$  g/mol.

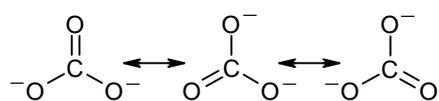
La massa di  $\text{NaN}_3$  è:  $65 \cdot 0,5376 = 35,0$  g. (Risposta C)

12. Per lo ione carbonato,  $\text{CO}_3^{2-}$ , 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  $\text{CO}_3^{2-}$  è descritto dalle tre forme limite di risonanza mostrate qui a lato. La sua struttura è trigonale planare con angoli identici di 120°.

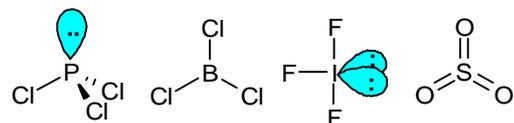
I tre legami C-O, a causa della risonanza, sono equivalenti e hanno la stessa lunghezza. La carica negativa, per risonanza, è distribuita uniformemente sui tre ossigeni che hanno, quindi, la stessa carica (affermazione 2 errata).

(Risposta A)

13. Indicare la molecola che ha una geometria piramidale.

- A)  $\text{PCl}_3$   
B)  $\text{BCl}_3$   
C)  $\text{IF}_3$   
D)  $\text{SO}_3$

### 13. Soluzione



Dato che il fosforo ha gli stessi elettroni di valenza dell'azoto,  $\text{PCl}_3$  ha la stessa geometria di  $\text{NH}_3$ , 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.

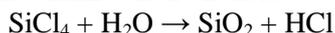
- A)  $6,1 \cdot 10^{21}$  atm  
B)  $5,2 \cdot 10^{-4}$  atm  
C)  $1,0 \cdot 10^{-5}$  atm  
D) 0,01 atm

### 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  $\text{SiCl}_4$  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  $\text{SiCl}_4$  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:  $m = n \text{ MM} = 2,436 \cdot 36,45 = 88,8 \text{ g}$ . (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] <sub>iniziale</sub> (mol L <sup>-1</sup> )	[B] <sub>iniziale</sub> (mol L <sup>-1</sup> )	vel. iniziale (mol L <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )
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 [A] triplica (0,2→0,6), mentre [B] è costante (0,2), la velocità triplica (600→1800), quindi la reazione è del primo ordine rispetto ad A ( $v = k [A]$ ).

Se [B] quadruplica (0,2→0,8), mentre [A] è costante (0,6), la velocità diventa 16 volte maggiore (28800/1800 = 16), quindi la reazione è del secondo ordine rispetto a B ( $v = k [B]^2$ ). (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  $53,96/342,17 = 15,77\%$ .

In  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  ci sono 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  $\text{MgF}_2$  (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:  $\text{MgF}_2 \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2 \text{F}^-$  quindi:  $K_{ps} = [\text{Mg}^{2+}][\text{F}^-]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4s^3$

La massa molare di  $\text{MgF}_2$  è:  $24,3 + 2 \cdot 19 = 62,3 \text{ g/mol}$ . La solubilità è:  $s = 74,78 \cdot 10^{-3}/62,3 = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

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<sub>5</sub>H<sub>4</sub>N
- B) C<sub>5</sub>H<sub>3</sub>N
- C) C<sub>4</sub>H<sub>3</sub>N
- D) C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>N

**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 piccolo 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<sub>5</sub>H<sub>4</sub>N.

(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:  $2 \text{NaAl(OH)}_4 + 4 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 8 \text{H}_2\text{O}$  (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:  $\text{Ba(OH)}_2 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2 \text{OH}^-$  quindi  $[\text{OH}^-] = 2C = 2 \cdot 3,0 \cdot 10^{-3} = 6,0 \cdot 10^{-3}$  M

$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(6,0 \cdot 10^{-3}) = 2,22$  quindi:  $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2,22 = 11,78$ . (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  $\Delta_{\text{solv}}G^\circ_{298} > 0$  grazie al carattere esotermico della sua reazione di idratazione in soluzione
- B) il cloruro di calcio si solvata facilmente perché il  $\Delta_{\text{solv}}G^\circ_{298} < 0$ , reazione sostenuta dalla esotermia del processo di idratazione
- C) il cloruro di calcio si solvata facilmente perché il  $\Delta_{\text{solv}}G^\circ_{298} < 0$  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  $\Delta_{\text{solv}}H^\circ_{298} < 0$

**23. Soluzione**

Il cloruro di calcio CaCl<sub>2</sub> si solvata facilmente perché  $\Delta_{\text{solv}}G^\circ_{298} < 0$ . Sappiamo che vale:  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ .

Il  $\Delta G$  negativo è dovuto all'entalpia di solvatazione negativa ( $\Delta H < 0$ ) perchè il  $\Delta S$  di solvatazione, anche con i sali poco solubili, è sempre favorevole ( $\Delta S > 0$ ) perchè in soluzione il disordine aumenta. (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 ( $d_{\text{Ne}}$ ) con la densità media dell'aria ( $d_{\text{air}}$ ) in condizioni standard (1 bar a 25 °C) è possibile valutare come si stratifica il neon nell'atmosfera terrestre.

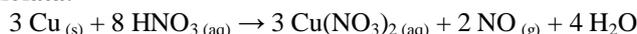
- A)  $d_{\text{Ne}} > d_{\text{air}}$  e quindi il neon si accumula negli strati più interni dell'atmosfera  
 B)  $d_{\text{Ne}} < d_{\text{air}}$  e quindi il neon si accumula negli strati più esterni dell'atmosfera  
 C)  $d_{\text{Ne}} > d_{\text{air}}$  e quindi il neon si accumula negli strati 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  $\text{O}_2$  (32 g/mol) e anche dell'azoto  $\text{N}_2$  (28 g/mol), quindi è meno denso dell'aria ( $d_{\text{Ne}} < d_{\text{air}}$ ) 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  $\text{HNO}_3$ , 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  $\text{HNO}_3$  e  $\text{Cu}$  è 8:3, con 0,8 mol di  $\text{HNO}_3$  reagiscono solo 0,3 mol di  $\text{Cu}_{(s)}$  e quindi si possono ottenere solo 0,3 mol di  $\text{Cu}^{2+}$ . (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 può diventare  $\text{Na}^+$  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 altri elettroni nel suo guscio di valenza. (Risposta X?)

**27.** Sapendo che dalla reazione del metano con ossigeno molecolare si ottengono acqua e  $\text{CO}_2$ , 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:  $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Il rapporto stechiometrico tra metano e ossigeno è 1:2, quindi 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  $-239 \text{ kJ/mol}$ , 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  $\Delta G < 0$  e infatti ha  $\Delta G < 0$  dato che la combustione del metanolo è spontanea, ma questo non discende dai soli dati 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, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, 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 sono il tipo più intenso di legami dipolo-dipolo. (Risposta C)

**32.** Un litro di N<sub>2</sub> e un litro di O<sub>2</sub>, 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 <sup>16</sup>O e <sup>17</sup>O.

- 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 <sup>16</sup>O ha 8 neutroni (8p + 8n = 16), mentre <sup>17</sup>O ha 9 neutroni (8p + 9n = 17). (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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$ , consumano altrettante moli di  $\text{O}_2$ . 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  $\text{OH}^-$  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  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 mol/L è 2,87. Per aggiunta di 0,1 mol di  $\text{CH}_3\text{COONa}$  a 1 L di tale soluzione, il pH diventa:

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

### 38. Soluzione

La  $K_a$  dell'acido acetico è:  $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$  quindi  $\text{p}K_a = -\log K_a = 4,74$ .

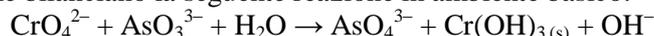
Nella soluzione finale, vi sono uguali quantità di acido acetico  $\text{CH}_3\text{COOH}$  e della sua base coniugata  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , quindi si è formata una soluzione tampone il cui pH è dato da:  $\text{pH} = \text{p}K_a - \log \text{HA}/\text{A}^-$ .

Dato che  $[\text{HA}] = [\text{A}^-]$ , il pH diventa:  $\text{pH} = \text{p}K_a - \log 1$   $\text{pH} = \text{p}K_a = 4,74$ . (Risposta A)

Se non si conosce la  $K_a$  dell'acido acetico, si può ricavarla dalla formula:  $[\text{H}^+] = (K_a C)^{1/2}$  da cui:  $K_a = [\text{H}^+]^2/C$

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

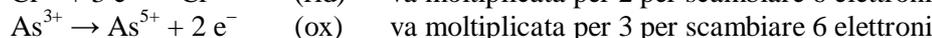
39. Indicare i coefficienti che bilanciano la seguente reazione in ambiente basico:



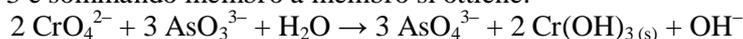
- A) 1, 3, 5, 3, 1, 4  
 B) 2, 3, 5, 3, 2, 4  
 C) 2, 3, 4, 2, 2, 3  
 D) 2, 3, 5, 3, 3, 4

### 39. Soluzione

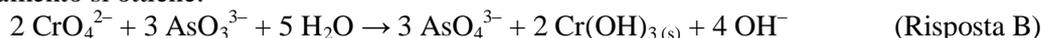
Le due semireazioni sono:



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 sono:  $6,0 \cdot 20 = 120$  g/L che è una quantità inferiore alla massima (125 g/L). (Risposta C)

41. Il benzene ha  $MM = 78,06$  g/mol e  $d = 0,884$  g/cm<sup>3</sup>; il toluene ha  $MM = 93,07$  g/mol e  $d = 0,867$  g/cm<sup>3</sup>. 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  $\Delta H$  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

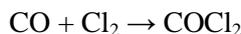
#### 41. Soluzione

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

La legge di Raoult vale solo per le soluzioni ideali nelle quali le forze attrattive tra le molecole di componenti diversi (b-t) sono uguali a quelle tra molecole dello stesso componente (b-b e t-t).

In queste condizioni, 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:  $\Delta G^\circ_{reaz} = \sum \Delta G^\circ_{for}(\text{prodotti}) - \sum \Delta G^\circ_{for}(\text{reagenti})$

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

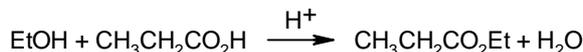
Sostituendo i dati:  $\Delta G^\circ_{reaz} = -288,7 - (-164,1 + 0) \quad \Delta G^\circ_{reaz} = -124,6$  kJ/mol

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:  $p_{COCl_2} = 7,1 \cdot 10^{21} (10^{-5} \cdot 10^{-5}) = 7,1 \cdot 10^{11}$

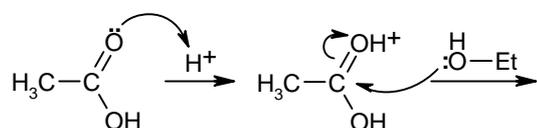
La reazione è favorevole se  $Q < K$  cioè se:  $p_{COCl_2} < 7,1 \cdot 10^{11}$  atm. (Risposta B)

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

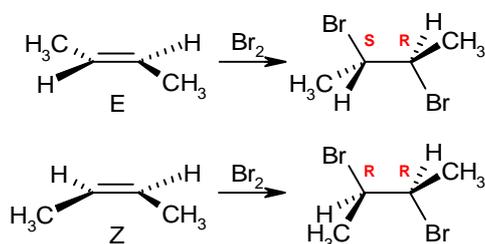


La catalisi acida nella sintesi di Fischer degli esteri serve a protonare l'ossigeno del carbonile per rendere il carbonile più reattivo verso il nucleofilo, cioè verso l'etanolo. (Risposta B)

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

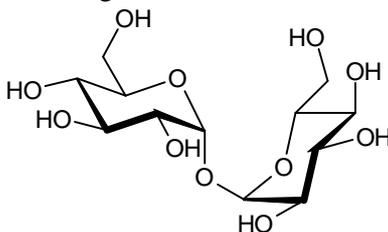


Dato che i due atomi di bromo si legano da parti opposte (anti) rispetto al piano dell'alchene, dall'isomero *E* (trans) si ottiene una molecola con stereocentri simmetrici (*S,R* o *R,S*).

Dall'isomero *Z* (cis) si ottiene una molecola con stereocentri non simmetrici (*R,R* o *S,S*).

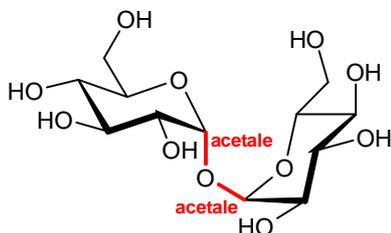
I due prodotti sono stereoisomeri (termine generico). Dato che non sono speculari (enantiomeri), sono diastereoisomeri. (Risposta B?)

45. Di seguito è riportata la struttura del trealosio (1- $\alpha$ -glucopiranosil-1- $\alpha$ -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

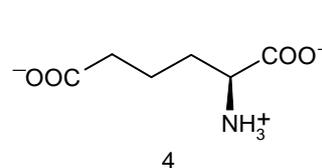
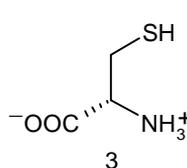
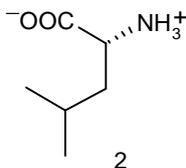
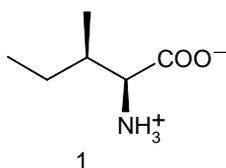


Sono positivi al saggio di Fehling gli zuccheri che hanno il gruppo aldeidico libero o al più trasformato in semiacetale perchè i semiacetali non sono stabili e sono in equilibrio con una certa percentuale di aldeide libera.

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) 3  
B) 2, 4  
C) 1, 3  
D) tutti i composti sono amminoacidi naturali

#### 46. Soluzione

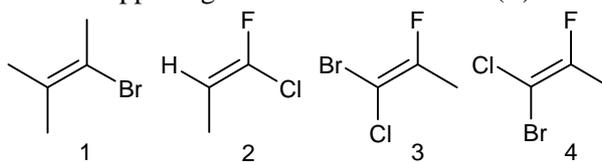
La molecola (1) sembra essere L-isoleucina, infatti la rotazione sul carbonio alfa è verso sinistra (ok), ma la rotazione sul C-3 dovrebbe essere a sinistra (*S*), mentre qui è a destra (*R*) (errata?).

La molecola (2) non è L-leucina, ma è D-leucina, infatti la rotazione sul carbonio alfa è verso destra (errata)

La molecola (3) è L-cisteina, infatti la rotazione sul carbonio alfa è verso sinistra (ok)

La molecola (4) non è acido L-glutammico: la rotazione sul carbonio alfa è corretta (verso sinistra), ma non è acido glutammico perchè ha un carbonio di troppo in catena laterale (errata). (Risposta A o C?)

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



A) 3

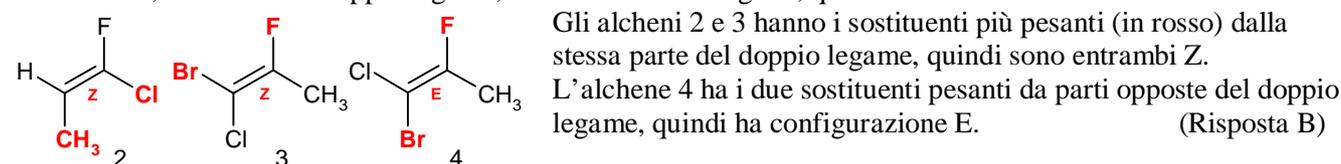
B) 4

C) 1, 3

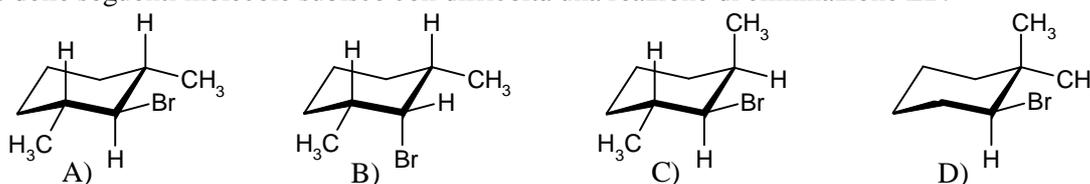
D) 2, 4

#### 47. Soluzione

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



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



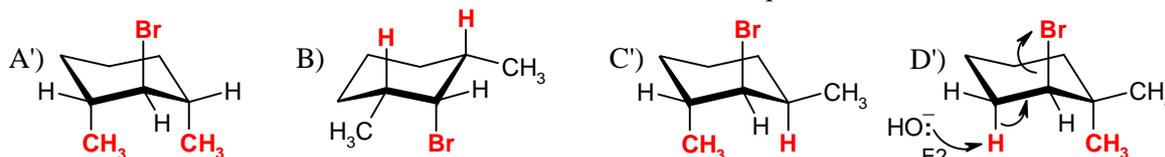
#### 48. Soluzione

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 nelle molecole A', C', D' mostrate qui sotto.



Le molecole C' e D' hanno un idrogeno assiale accanto al Br assiale e possono dare eliminazione E2 con questo. La molecola A', invece, non ha idrogeni assiali accanto al Br assiale, ma ha due metili CH<sub>3</sub>, quindi non può dare eliminazione E2 con facilità. (Risposta A)