

Giochi della Chimica 2018

Problemi risolti – Fase Nazionale – Classi A e B

I primi 40 quesiti sono comuni alle classi A e B.

1. Indicare quale, tra i seguenti, è il composto di coordinazione:

- A) TiO_2
- B) XeF_2
- C) $\text{Ni}(\text{CO})_4$
- D) $\text{Ca}(\text{OH})_2$

1. Soluzione

In un composto di coordinazione, un atomo o un catione metallico (che dispone anche di orbitali d) ospita, sui suoi orbitali vuoti, gli elettroni di un numero di legandi (ioni negativi o molecole neutre) maggiore del suo numero di ossidazione. Il legame che si realizza, chiamato di coordinazione, è più labile dei normali legami covalenti.

In TiO_2 , Ti^{4+} lega solo due atomi di ossigeno. In XeF_2 , Xe non è un metallo. In $\text{Ca}(\text{OH})_2$, Ca^{2+} lega due ioni idrossido in un composto ionico. Resta $\text{Ni}(\text{CO})_4$ nel quale il nichel metallico coordina 4 molecole di monossido di carbonio: questo è un composto di coordinazione. (Risposta C)

2. In una scatola sono conservati 100 gessetti che pesano in totale 1,00 kg. Assumendo che il gessetto sia costituito interamente da solfato di calcio diidrato, calcolare il numero di atomi di ossigeno contenuti in un gessetto:

- A) $2,07 \cdot 10^{23}$
- B) $6,02 \cdot 10^{23}$
- C) $1,38 \cdot 10^{23}$
- D) $3,46 \cdot 10^{22}$

2. Soluzione

Ogni gessetto pesa $1000/100 = 10$ g. La MM di $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ è: $40,08 + 32,06 + 64 + 2 \cdot 18 = 172,14$ g/mol
Le moli di $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ in un gessetto sono: $n = 10/172,14 = 0,05809$ mol. Dato che ogni molecola contiene 6 atomi di O, le moli di O sono: $6 \cdot 0,05809 = 0,34855$ mol
Gli atomi di O sono: $N \cdot n = 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 0,34855 = 2,10 \cdot 10^{23}$. (Risposta A)

3. Lo ione Fe^{2+} è isoelettronico con:

- A) Mn^{2+}
- B) Co^{3+}
- C) Ni^{2+}
- D) Cu^{2+}

3. Soluzione

${}_{26}\text{Fe}^{2+}$ ha 24 elettroni (26-2). Anche ${}_{27}\text{Co}^{3+}$ ha 24 elettroni (27-3). (Risposta B)

4. Lasciando una soluzione acquosa di NaOH esposta all'aria, dopo qualche tempo la concentrazione dell'idrossido di sodio diminuisce. Come si può spiegare questo fenomeno?

- A) l'idrossido di sodio reagisce con l'acqua
- B) l'idrossido di sodio evapora
- C) evapora l'acqua cambiando la concentrazione della base
- D) l'idrossido di sodio reagisce con l'anidride carbonica sciolta in acqua

4. Soluzione

La CO_2 che si scioglie in acqua reagisce con NaOH formando carbonato: $2 \text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
Per la legge dell'equilibrio mobile, questo porta altra CO_2 a sciogliersi nella soluzione e la concentrazione di NaOH diminuisce. (Risposta D)

5. Indicare il tipo di interazione principale che si instaura tra H₂O e D₂O.

- A) legame a idrogeno
- B) dipolo permanente – dipolo indotto
- C) carica – carica
- D) nessuna delle precedenti

5. Soluzione

D₂O (acqua pesante) è del tutto simile all'acqua dato che il deuterio (²H) è un isotopo dell'idrogeno (¹H).

Quindi, il legame intermolecolare principale è quello a idrogeno. (Risposta A)

6. Quanto piombo si deve pesare per avere sulla bilancia un numero di atomi uguale a quello che costituisce 5,00 kg di ferro?

- A) 1,85 g
- B) 18,5 g
- C) 1,85 kg
- D) 18,5 kg

6. Soluzione

Un atomo di Pb pesa 3,7 volte un atomo di Fe: $5,0 \cdot (\text{Pb/Fe}) = 5,0 \cdot (207,2/55,85) = 18,5 \text{ kg}$. (Risposta D)

7. Porre i seguenti elementi in ordine di elettronegatività decrescente:

- A) Cl > Si > S > P
- B) Cl > P > Si > S
- C) Cl > S > P > Si
- D) Cl > S > Si > P

7. Soluzione

L'EN aumenta lungo i periodi, quindi deve essere: ${}_{14}\text{Si} < {}_{15}\text{P} < {}_{16}\text{S} < {}_{17}\text{Cl}$. (Risposta C)

8. Indicare l'affermazione ERRATA:

- A) il legame singolo Si-Cl è più polare del legame singolo P-Cl
- B) il legame singolo C-S è meno polare del legame singolo S-O
- C) il legame singolo Si-O è più polare del legame singolo P-O
- D) il legame singolo Si-O è meno polare del legame singolo P-O

8. Soluzione

La polarità di un legame è legata alla differenza di elettronegatività tra i due atomi. Anche qui dobbiamo valutare le elettronegatività con la logica.

${}_{14}\text{Si}-{}_{17}\text{Cl}$ è più polare di ${}_{15}\text{P}-{}_{17}\text{Cl}$ dato che ${}_{14}\text{Si} < {}_{15}\text{P}$ (ok);

${}_{8}\text{O}-{}_{16}\text{S}$ è più polare di ${}_{6}\text{C}-{}_{16}\text{S}$ dato che ${}_{6}\text{C} < {}_{8}\text{O}$ (ok);

La C e la D sono due affermazioni opposte, una delle due è per forza errata.

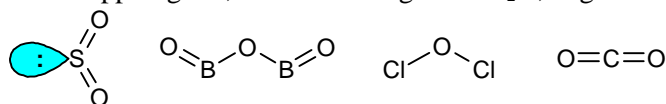
${}_{14}\text{Si}-\text{O}$ è più polare di ${}_{15}\text{P}-\text{O}$ dato che ${}_{14}\text{Si} < {}_{15}\text{P} < \text{O}$, quindi D è errata. (Risposta D)

9. Indicare la molecola che non presenta legami doppi, secondo la teoria VSEPR:

- A) SO₂
- B) B₂O₃
- C) Cl₂O
- D) CO₂

9. Soluzione

Salta all'occhio che Cl₂O non ha doppi legami, infatti assomiglia ad H₂O, angolata con due legami singoli.



(Risposta C)

10. In Texas è stato rinvenuto un meteorite di forma approssimativamente sferica, di raggio 0,300 m e densità 4500 kg/m^3 . Esso è costituito da ferro e nichel ed il primo è presente al 35% in massa. Calcolare la quantità in moli di nichel presente nel campione.

- A) 5,63 mol
 B) $5,63 \cdot 10^3$ mol
 C) 3,03 mol
 D) $3,03 \cdot 10^3$ mol

10. Soluzione

Se il raggio della sfera è 30 cm, il suo volume è: $\frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi 30^3 = 113097 \text{ cm}^3$.

Se la densità è $4,5 \text{ g/cm}^3$, la massa è: $d \cdot V = 4,5 \cdot 113097 = 508938 \text{ g}$. La % di Ni è: $100 - 35 = 65\%$.

La massa di Ni è: $0,65 \cdot 508938 = 330810 \text{ g}$. Le moli di Ni sono: $330810/58,69 = 5637 \text{ mol}$. (Risposta B)

11. Indicare la configurazione elettronica dello ione S^{2-}

- A) $[\text{Ne}] 3s^2 3p^8$
 B) $[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$
 C) $[\text{Ne}] 3s^1 3p^6$
 D) $[\text{Ar}]$

11. Soluzione

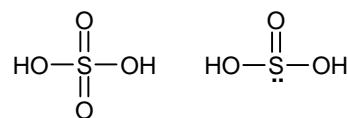
${}_{16}\text{S}^{2-}$ ha la configurazione elettronica di ${}_{18}\text{Ar}$ (oppure di $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6$).

(Risposta D)

12. La formula di Lewis di H_2SO_3 :

- A) ha tre legami doppi
 B) ha un legame zolfo-idrogeno
 C) ha un legame triplo
 D) ha un solo legame doppio tra ossigeno e zolfo

12. Soluzione

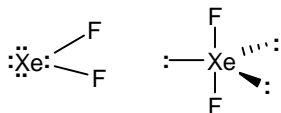
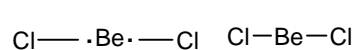


H_2SO_3 (a differenza di H_2SO_4) ha un solo legame doppio S=O. (Risposta D)

13. Indicare quale coppia di molecole ha la stessa geometria molecolare, secondo la teoria VSEPR:

- A) BeCl_2 H_2O
 B) BeCl_2 XeF_2
 C) BeCl_2 SO_2
 D) BeCl_2 NO_2

13. Soluzione



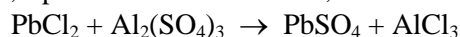
BeCl_2 è una molecola lineare, infatti il berillio ha solo due elettroni di valenza e quindi deve ospitare due coppie di legame attorno a sé, e le dispone linearmente a 180° .

Ora si nota che H_2O , SO_2 e NO_2 non sono lineari, ma angolate.

Resta quindi da esaminare solo la molecola XeF_2 . Lo Xe è un gas nobile con 8 elettroni di valenza. Due elettroni sono utilizzati per legare i due atomi di fluoro,

restano tre coppie di non legame. Due coppie di legame e tre coppie di non legame sono 5 coppie in totale che si dispongono come una bipiramide a base triangolare. Le tre coppie di non legame occupano le tre posizioni sulla base (dove c'è più spazio: angoli di 120°). I due atomi di fluoro si dispongono verticalmente verso i due vertici rimasti. La molecola XeF_2 è lineare. (Risposta B)

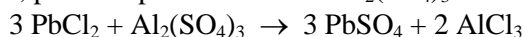
14. Indicare il gruppo di coefficienti, riportati in ordine casuale, che bilancia la seguente reazione:



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

14. Soluzione

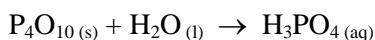
La reazione si bilancia direttamente, per esempio iniziando da $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Si ottiene:



I coefficienti sono: 1, 2, 3, 3.

(Risposta C)

15. In un beaker si mettono a reagire 2,50 g di P_4O_{10} con 2,50 g di H_2O secondo la reazione (da bilanciare):



Calcolare quanti grammi di H_3PO_4 si formano e quanti grammi del reagente in eccesso rimangono inalterati alla fine della reazione.

- A) H_3PO_4 : 3,45 g; reagente in eccesso: 1,55 g
 B) H_3PO_4 : 8,82 g; reagente in eccesso: 2,08 g
 C) H_3PO_4 : 3,92 g; reagente in eccesso: 2,34 g
 D) H_3PO_4 : 13,62 g; reagente in eccesso: 2,08 g

15. Soluzione

La reazione bilanciata è: $\text{P}_4\text{O}_{10} + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{H}_3\text{PO}_4$

Coefficienti	1	6	4
Moli (mol)	0,0088	(0,139)	0,0352
MM (g/mol)	284	18	98
Massa (g)	2,5	(2,5)	3,45

Le masse molari sono: P_4O_{10} ($4 \cdot 31 + 10 \cdot 16 = 284$ g/mol); H_2O (18); H_3PO_4 ($3 + 31 + 64 = 98$)

Le moli di P_2O_{10} sono: $2,5/284 = 0,0088$ mol. Queste reagirebbero con $0,0088 \cdot 6 = 0,0528$ mol di H_2O .

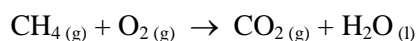
Le moli di acqua sono: $2,5/18 = 0,139$ mol (eccesso!) L'eccesso è: $0,139 - 0,0528 = 0,0862$ mol.

L' H_2O in eccesso è $0,0862 \cdot 18 = 1,55$ g.

(Risposta A)

Le moli di H_3PO_4 che si formano sono: $0,0088 \cdot 4 = 0,0352$ mol. Hanno una massa di $0,0352 \cdot 98 = 3,45$ g.

16. Data la reazione (da bilanciare):



calcolare il volume di ossigeno necessario per la combustione di $5,0 \text{ dm}^3$ di CH_4 . I volumi siano misurati alla temperatura di 25°C e alla pressione di 101 kPa.

- A) $2,5 \text{ dm}^3$
 B) $5,0 \text{ dm}^3$
 C) $7,5 \text{ dm}^3$
 D) 10 dm^3

16. Soluzione

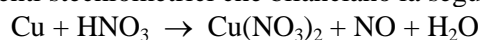
La reazione bilanciata è: $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Le moli di CH_4 si ricavano dalla legge dei gas ($PV = nRT$): $n = PV/RT = 1 \cdot 5/0,0821 \cdot 298 = 0,2044$ mol.

Le moli di O_2 necessarie sono il doppio: $2 \cdot 0,2044 = 0,4087$ mol, quindi, nelle stesse condizioni, occupano un volume doppio: $2 \cdot 5,0 = 10$ L.

(Risposta D)

17. Indicare, nell'ordine, i coefficienti stechiometrici che bilanciano la seguente reazione:



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

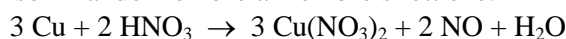
17. Soluzione

Le due semireazioni sono:

$\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^-$ va moltiplicata per 3 per scambiare 6 elettroni

$\text{N}^{5+} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{N}^{2+}$ va moltiplicata per 2 per scambiare 6 elettroni

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

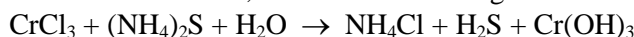


Completando il bilanciamento si ha: $3 \text{Cu} + 8 \text{HNO}_3 \rightarrow 3 \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NO} + 4 \text{H}_2\text{O}$

I coefficienti sono: 3, 8, 3, 2, 4.

(Risposta B)

18. Indicare i coefficienti, posti in ordine casuale, che bilanciano la seguente reazione:



- A) 1, 1, 2, 2, 3, 3
 B) 1, 2, 3, 3, 6, 6
 C) 2, 2, 3, 3, 6, 6
 D) 1, 2, 3, 4, 6, 6

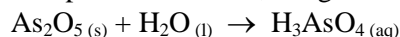
18. Soluzione

La reazione bilanciata è: $2 \text{CrCl}_3 + 3 (\text{NH}_4)_2\text{S} + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 6 \text{NH}_4\text{Cl} + 3 \text{H}_2\text{S} + 2 \text{Cr}(\text{OH})_3$

I coefficienti sono: 2, 2, 3, 3, 6, 6.

(Risposta C)

19. Calcolare la quantità di H_2O necessaria per consumare 0,460 g di As_2O_5 secondo la reazione (da bilanciare):



- A) 0,0360 g
 B) 0,108 g
 C) 0,144 g
 D) 0,460 g

19. Soluzione

La reazione bilanciata è: $\text{As}_2\text{O}_5 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_3\text{AsO}_4$

Coefficienti	1	3
Moli (mol)	0,002	0,006
MM (g/mol)	229,84	18
Massa (g)	0,460	0,108

Le masse molari sono: As_2O_5 ($2 \cdot 74,92 + 5 \cdot 16 = 229,84$ g/mol); H_2O (18 g/mol)

Le moli di As_2O_5 sono: $0,460/229,84 = 0,002$ mol. Le moli di H_2O sono il triplo: $0,002 \cdot 3 = 0,006$ mol

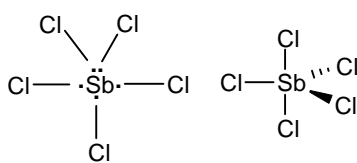
La massa di acqua è $0,006 \cdot 18 = 0,108$ g.

(Risposta B)

20. Indicare, secondo la teoria VSEPR, la geometria molecolare di SbCl_5

- A) tetraedrica
 B) piramidale quadrata
 C) bipiramidale trigonale
 D) ottaedrica

20. Soluzione



SbCl_5 ha la stessa struttura di PCl_5 (bipiramide a base triangolare).

Sb ha cinque elettroni di valenza (come N) e può andare oltre l'ottetto usando anche orbitali d.

Con i 5 elettroni, Sb lega i 5 atomi di Cl, non restano coppie di non legame.

Le 5 coppie di elettroni si pongono lungo i vertici di una bipiramide trigonale e legano Cl. La molecola ha la struttura di una bipiramide trigonale. (Risposta C)

21. Un camino industriale emette fumi nei quali la concentrazione di $\text{NO}_{(\text{g})}$ è pari a $25 \mu\text{g m}^{-3}$, misurata a 298,15 K e $1,01 \cdot 10^5$ Pa, con una portata di $120 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ (misurata nelle stesse condizioni). Calcolare i milligrammi di NO emessi in 24 ore.

- A) 72 mg
 B) 45 mg
 C) 98 mg
 D) 24 mg

21. Soluzione

I mg emessi ogni ora sono: $25 \cdot 10^{-3} \cdot 120 = 3$ mg. Ogni giorno sono emessi: $3 \cdot 24 = 72$ mg.

(Risposta A)

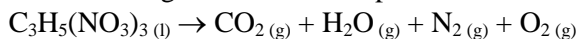
22. Calcolare la % (m/m) di NaOH in una sua soluzione acquosa 4 M la cui densità è 1,15 g/mL.

- A) 10,4%
 B) 22,7%
 C) 18,1%
 D) 13,9%

22. Soluzione

La massa molare di NaOH è: $23 + 17 = 40$ g/mol. La massa di NaOH su litro è: $4 \cdot 40 = 160$ g
 La massa di un litro è: $d \cdot V = 1,15 \cdot 1000 = 1150$ g. La % m/m è: $100 \cdot 160/1150 = 13,9\%$. (Risposta D)

23. La nitroglicerina si decompone secondo la reazione (da bilanciare):



Quante moli di $\text{N}_2 (\text{g})$ si ottengono decomponendo 2 mol di nitroglicerina?

- A) 2 mol
 B) 3 mol
 C) 4 mol
 D) 6 mol

23. Soluzione

La reazione bilanciata è: $2 \text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{N}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2$

Da 2 mol di nitroglicerina, si ottengono 3 moli di N_2 . (Risposta B)

24. Quale volume di acqua occorre aggiungere a 150 mL di una soluzione di NaCl 0,10 M affinché la concentrazione finale del sale sia 0,030 M (considerare i volumi additivi).

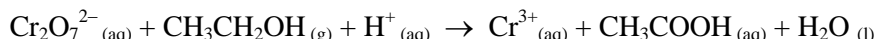
- A) 185 mL
 B) 350 mL
 C) 224 mL
 D) 188 mL

24. Soluzione

Le moli di NaCl sono: $n = M \cdot V = 0,10 \cdot 0,150 = 0,015$ mol. Il volume in cui avere $M = 0,03$ è $V = n/M$

$V = 0,015/0,03 = 0,5$ L. Si devono aggiungere $500 - 150 = 350$ mL. (Risposta B)

25. L'etilometro misura la concentrazione di alcol etilico presente nell'aria espirata. Si utilizza la reazione (da bilanciare):



Calcolare quante moli di alcol reagiscono con 1 mol di dicromato di potassio.

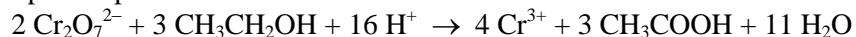
- A) 2,5 mol
 B) 1,5 mol
 C) 3,0 mol
 D) 2,0 mol

25. Soluzione

$\text{C}^{1-} \rightarrow \text{C}^{3+} + 4 \text{e}^-$ va moltiplicata per 3 per scambiare 12 elettroni

$2 \text{Cr}^{6+} + 6 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+}$ va moltiplicata per 2 per scambiare 12 elettroni

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



Con una mole di bicromato reagiscono 3/2 moli (1,5 mol) di etanolo. (Risposta B)

26. Nell'oceano sono presenti le seguenti concentrazioni di ioni:

$[\text{Ca}^{2+}] = 10^{-2,0}$ M, $[\text{F}^-] = 3,4 \cdot 10^{-5,0}$ M, $[\text{SO}_4^{2-}] = 10^{-1,5}$ M Quali solidi possono essere presenti come precipitati nei sedimenti dell'oceano?

- A) $\text{CaF}_2 (\text{s})$
 B) $\text{CaSO}_4 (\text{s})$
 C) nessun solido
 D) $\text{CaF}_2 (\text{s})$ e $\text{CaSO}_4 (\text{s})$

26. Soluzione

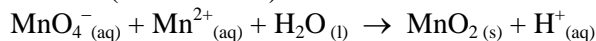
Le Kps sono: CaF_2 ($3,9 \cdot 10^{-11}$); CaSO_4 ($2,4 \cdot 10^{-5}$);

Dalla reazione $\text{CaF}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{F}^-$ si ha: $[\text{Ca}^{2+}] [\text{F}^-]^2 = 10^{-2} (3,4 \cdot 10^{-5})^2 = 1,156 \cdot 10^{-11} < \text{Kps}$.

Dalla reazione $\text{CaSO}_4 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ si ha: $[\text{Ca}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}] = 10^{-2} 10^{-1,5} = 10^{-3,5} > \text{Kps}$!

Dato che il prodotto $[\text{Ca}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}]$ è maggiore della Kps, CaSO_4 (s) precipita sul fondo. (Risposta B)

27. Calcolare le moli di MnO_2 (s) che si ottengono mettendo a reagire 2 mol di KMnO_4 (aq) con una quantità di Mn^{2+} (aq) in eccesso, secondo la reazione (da bilanciare):



- A) 6 mol
- B) 8 mol
- C) 4 mol
- D) 5 mol

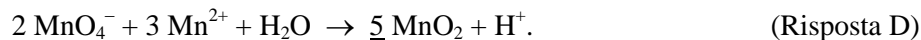
27. Soluzione

Le due semireazioni sono:

$\text{Mn}^{7+} \rightarrow \text{Mn}^{4+} + 3 \text{e}^-$ va moltiplicata per 2 per scambiare 6 elettroni

$\text{Mn}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{4+}$ va moltiplicata per 3 per scambiare 6 elettroni

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



Completando il bilanciamento si ha: $2 \text{MnO}_4^- + 3 \text{Mn}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 5 \text{MnO}_2 + 4 \text{H}^+$

28. La densità di un gas Y_2 è 1,64 g/L. Nelle stesse condizioni di temperatura e di pressione, la densità di O_2 (g) è 1,45 g/L. Calcolare il peso molecolare del gas Y_2 .

- A) 58,4 u
- B) 65,1 u
- C) 36,2 u
- D) 24,9 u

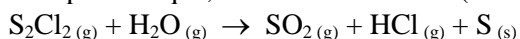
28. Soluzione

Nelle stesse condizioni di T, P e V (1 L), i due gas contengono lo stesso numero di moli.

Il rapporto tra le densità ci dà il rapporto tra le masse molecolari $1,64/1,45 = 1,131$.

La massa molecolare di Y_2 è: $32 \cdot 1,131 = 36,2$ u. (Risposta C)

29. Calcolare le moli di SO_2 (g) che si ottengono quando si mettono a reagire 0,5 mol di S_2Cl_2 (g) con un eccesso di vapor d'acqua, secondo la reazione (da bilanciare):



- A) 1,24 mol
- B) 0,37 mol
- C) 0,25 mol
- D) 0,78 mol

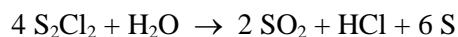
29. Soluzione

Le due semireazioni sono:

$2 \text{S}^+ \rightarrow 2 \text{S}^{4+} + 6 \text{e}^-$

$2 \text{S}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{S}$ va moltiplicata per 3 per scambiare 6 elettroni

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



Completando il bilanciamento si ha: $4 \text{S}_2\text{Cl}_2 + 4 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{SO}_2 + 8 \text{HCl} + 6 \text{S}$

Le moli di SO_2 sono metà di quelle di S_2Cl_2 , quindi si ottengono: $0,5/2 = 0,25$ mol di SO_2 . (Risposta C)

30. In quale dei seguenti sistemi, il solido $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ (s) mostra la solubilità più alta?

- A) acqua
- B) soluzione 0,05 M di Na_2SO_4
- C) soluzione 0,05 M di CaCl_2
- D) soluzione 0,01 M di Na_2SO_4

30. Soluzione

In B, C e D vi è già uno dei due ioni del CaSO_4 che quindi ne limitano la solubilità.

In acqua, invece, possono essere ospitate le massime quantità sia di Ca^{2+} che di SO_4^{2-} . (Risposta A)

31. A 1,00 L di soluzione contenente MgCl_2 e FeCl_3 , entrambi in concentrazione 0,025 M, viene aggiunta goccia a goccia una soluzione di NaOH 0,010 M. Calcolare la concentrazione di Fe^{3+} in soluzione quando inizia la precipitazione di $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$

- A) $7,5 \cdot 10^{-20}$ M
 B) $4,3 \cdot 10^{-24}$ M
 C) $1,8 \cdot 10^{-16}$ M
 D) $9,3 \cdot 10^{-18}$ M

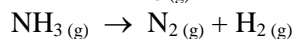
31. Soluzione

Le Kps sono: $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ($1,5 \cdot 10^{-11}$); $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ($6,3 \cdot 10^{-38}$);

Calcoliamo $[\text{OH}^-]$ quando inizia a precipitare $\text{Mg}(\text{OH})_2$: $\text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2 \text{OH}^-$ $K_{ps} = [\text{Mg}^{2+}] [\text{OH}^-]^2$
 $[\text{OH}^-] = (K_{ps}/[\text{Mg}^{2+}])^{1/2} = (1,5 \cdot 10^{-11}/0,025)^{1/2} = 2,45 \cdot 10^{-5}$.

In quel momento $[\text{Fe}^{3+}]$ è data da: $\text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}^{3+} + 3 \text{OH}^-$ $K_{ps} = [\text{Fe}^{3+}] [\text{OH}^-]^3$ $[\text{Fe}^{3+}] = K_{ps}/[\text{OH}^-]^3$
 $[\text{Fe}^{3+}] = 6,3 \cdot 10^{-38}/(2,45 \cdot 10^{-5})^3 = 4,28 \cdot 10^{-24}$. (Risposta B)

32. In un recipiente di 2,00 L sono inserite 3 mol di $\text{NH}_3(\text{g})$. A 723 K si stabilisce l'equilibrio (da bilanciare):



La pressione nel recipiente, ad equilibrio raggiunto, diventa $1,41 \cdot 10^7$ Pa. Calcolare la costante K_c (espressa in molarità) alla temperatura di 723 K.

- A) 6,5
 B) 8,9
 C) 1,9
 D) 3,2

32. Soluzione

La reazione bilanciata è: $2 \text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2$

Moli iniziali (in 1 L) 1,5

Moli finali 1,5 - 2x x 3x Moli su litro finali totali: $1,5 - 2x + x + 3x = 1,5 + 2x$

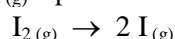
$P = 1,41 \cdot 10^7/1,013 \cdot 10^5 = 139$ atm. Dalla legge dei gas $PV = nRT$ si ottengono le moli finali $n = PV/RT$

$n = 139 \cdot 1/0,0821 \cdot 723 = 2,34$ mol. Posso ricavare x: $1,5 + 2x = 2,34$ $x = (2,34 - 1,5)/2 = 0,42$ mol.

Le moli finali in 1 L sono: NH_3 ($1,5 - 2 \cdot 0,42 = 0,66$ mol); N_2 (0,42 mol); H_2 ($3 \cdot 0,42 = 1,26$ mol).

$K_c = [\text{N}_2] [\text{H}_2]^3/[\text{NH}_3]^2 = 0,42 \cdot 1,26^3/0,66^2 = 1,93$. (Risposta C)

33. A 1170 K e $1,01 \cdot 10^5$ Pa, lo iodio gassoso $\text{I}_2(\text{g})$ è parzialmente dissociato secondo la reazione:



Sapendo che all'equilibrio la pressione parziale di $\text{I}(\text{g})$ monoatomico è $0,21 \cdot 10^5$ Pa, calcolare il grado di dissociazione di $\text{I}_2(\text{g})$ a 1170 K.

- A) 41%
 B) 12%
 C) 32%
 D) 27%

33. Soluzione

Nella reazione: $\text{I}_2 \rightarrow 2 \text{I}$

Moli iniziali q 0

Moli finali q - x 2x Moli totali finali: $q - x + 2x = q + x$

Dalla legge dei gas $PV = nRT$ si ricavano le moli totali finali in un litro ($P_{\text{totale}} = 1$ atm):

$n = PV/RT = 1 \cdot 1/0,0821 \cdot 1170 = 0,0104$ mol = 10,4 mmol ($q + x$)

Le moli di I monoatomico all'equilibrio in un litro ($P_{\text{parziale}} = 0,21 \cdot 10^5/1,013 \cdot 10^5 = 0,208$ atm) sono:

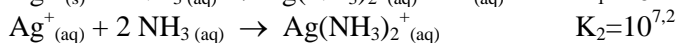
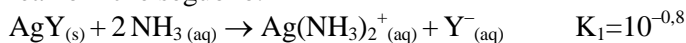
$n = PV/RT = 0,208 \cdot 1/0,0821 \cdot 1170 = 0,002165$ mol = 2,165 mmol (2x)

Da cui si ricava x (mmoli di I_2 dissociate): $x = 2,165/2 = 1,083$ mmol

Ora si ricava q (mmoli di I_2 iniziali): $q + x = 10,4$ $q = 10,4 - x = 10,4 - 1,083 = 8,235$ mmol

Il grado di dissociazione è: $100 \cdot x/q = 100 \cdot 1,083/8,235 = 11,6\%$. (Risposta B)

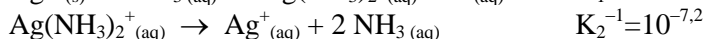
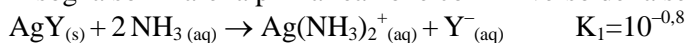
34. Determinare il prodotto di solubilità di un composto $\text{AgY}_{(s)}$ conoscendo le costanti di equilibrio delle due reazioni che seguono:



- A) $10^{-10,2}$
 B) 10^{-80}
 C) $10^{-6,4}$
 D) $10^{-14,7}$

34. Soluzione

Bisogna sommare la prima reazione con l'inverso della seconda:



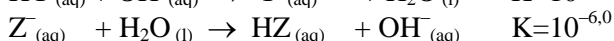
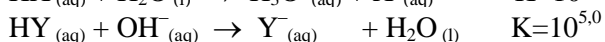
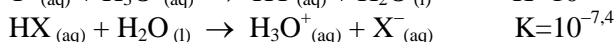
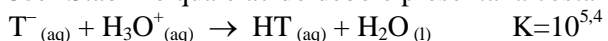
----- sommando membro a membro si ottiene:



Questa è la reazione di dissociazione di AgY quindi $K = K_{ps} = 10^{-8,0}$.

(Risposta B)

35. Stabilire quale acido debole presenta la costante acida maggiore tra HT, HX, HY, HZ:

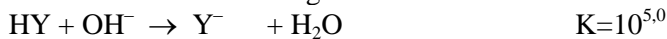


- A) HX
 B) HZ
 C) HY
 D) HT

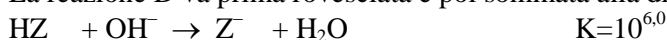
35. Soluzione

Le costanti delle reazioni inverse sono K^{-1} : HT ($K_a = K^{-1} = 10^{-5,4}$); HX ($K_a = K = 10^{-7,4}$).

Nelle reazioni C e D bisogna eliminare OH^- :



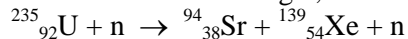
La reazione D va prima rovesciata e poi sommata alla dissociazione dell'acqua:



La K_a maggiore è quella di HT ($10^{-5,4}$).

(Risposta D)

36. La fissione dell'uranio avviene con neutroni di bassa energia, secondo la reazione (da bilanciare):



Per ogni neutrone assorbito dall'uranio, quanti neutroni si formano?

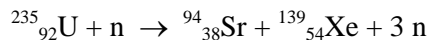
- A) 3
 B) 2
 C) 4
 D) 1

36. Soluzione

La somma dei numeri atomici dei prodotti $38 + 54 = 92$ ci dice che i protoni si conservano.

La somma dei numeri di massa dei prodotti $94 + 139 = 233$ ci dice che si perdono $235 - 233 = 2$ neutroni.

La reazione bilanciata è quindi:



Per ogni neutrone assorbito dall'uranio si liberano 3 neutroni.

(Risposta A)

37. In un contenitore rigido è inizialmente contenuta una miscela dei gas A e B.

I gas reagiscono secondo la reazione:



Assumendo che i gas siano ideali, cosa si può fare per mantenere la pressione finale uguale a quella iniziale?

- A) immettere un gas inerte nel contenitore
- B) inserire un catalizzatore
- C) diminuire la temperatura
- D) nessuna delle risposte precedenti

37. Soluzione

Dato che il numero di moli formate è maggiore di quello iniziale, la pressione (a parità di temperatura) aumenta. Se si vuole abbassare la pressione (per riportarla al livello iniziale) si può diminuire la temperatura dato che pressione e temperatura sono direttamente proporzionali: $P = (nR/V) T$. (Risposta C)

38. A 4 mol d'acqua alla temperatura di 25 °C viene fornito calore per 5,10 kJ. Calcolare la temperatura del sistema quando avrà raggiunto l'equilibrio termico. Si trascuri il contributo delle dispersioni e della capacità termica del contenitore. La capacità termica specifica dell'acqua è 4,184 J K⁻¹ g⁻¹.

- A) circa 345 K
- B) circa 315 K
- C) circa 335 K
- D) circa 325 K

38. Soluzione

La massa di 4 moli di H₂O è: $4 \cdot 18 = 72$ g. Dalla relazione tra calore fornito e aumento di temperatura:

$Q = m c \Delta T$ si ricava $\Delta T = Q/m c = 5100/72 \cdot 4,184 = 17$ °C. La temperatura finale è $25 + 17 = 42$ °C

Questi corrispondono a $273 + 42 = 315$ K.

(Risposta B)

39. Il cloruro di berillio ha una geometria (posizione media relativa degli atomi)

- A) lineare
- B) angolare, con angolo di legame pari a circa 120°
- C) angolare, con angolo di legame pari a circa 109°
- D) angolare, con angolo di legame pari a circa 90°

39. Soluzione

Cl—Be· —Cl Il berillio ha solo 2 elettroni di valenza.

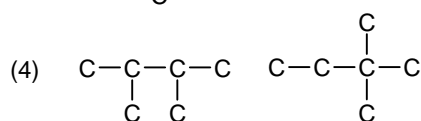
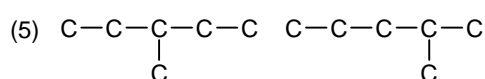
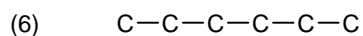
Cl—Be—Cl Le due coppie di elettroni di legame si dispongono a 180°.

(Risposta A)

40. Quanti sono gli isomeri costituzionali che hanno formula molecolare C₆H₁₄?

- A) 3
- B) 4
- C) 5
- D) 6

40. Soluzione



La molecola C₆H₁₄ è un alcano dato che gli idrogeni sono $2n + 2$:
 $(2 \cdot 6) + 2 = 14$.

Per individuare gli isomeri di struttura scriviamo prima la catena lineare di 6 carboni, poi quella di 5 e troviamo dove legare 1 carbonio in modo da creare catene nuove, poi disegniamo la catena di 4 carboni e troviamo dove legare 2 carboni e così via.

Si trovano 5 isomeri di struttura.

(Risposta C)

Qui continuano i quesiti 41-60 della classe A

41. Indicare la formula bruta dell'idrogenosolfito di magnesio.

- A) $\text{Mg}(\text{HSO}_3)_2$
- B) Mg_2HSO_3
- C) MgHSO_3
- D) $\text{Mg}(\text{HSO}_4)_2$

41. Soluzione

Il solfito è SO_3^{2-} , l'idrogeno solfito è HSO_3^- , il magnesio è Mg^{2+} . Il sale deve essere $\text{Mg}(\text{HSO}_3)_2$ in modo che le due cariche + neutralizzino le due cariche -.
(Risposta A)

42. Indicare gli elementi in ordine crescente di raggio atomico:

- A) Cs, K, Cl, F
- B) F, K, Cl, Cs
- C) F, Cl, Cs, K
- D) F, Cl, K, Cs

42. Soluzione

Il raggio atomico diminuisce lungo i periodi, mentre aumenta scendendo lungo i gruppi. Il cesio, quindi, è tra gli atomi più grandi e questo limita la scelta a B e C.

Il cloro non può essere più grande del potassio che pone un elettrone nel guscio successivo al cloro, questo esclude la B e quindi resta l'opzione D: $F < Cl < K < Cs$.
(Risposta D)

43. Calcolare il numero di atomi di idrogeno presenti in 50,0 g di ammonio solfato.

- A) $1,82 \cdot 10^{23}$ atomi
- B) $1,82 \cdot 10^{24}$ atomi
- C) $9,10 \cdot 10^{23}$ atomi
- D) $9,10 \cdot 10^{24}$ atomi

43. Soluzione

Il solfato di ammonio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ha massa molare: $2 \cdot 14 + 8 + 32,06 + 64 = 132,06$ g/mol.

Le moli del sale sono $50/132,06 = 0,379$ mol. Le moli di idrogeno sono $8 \cdot 0,379 = 3,02$ mol.

Gli atomi di idrogeno sono: $N \cdot n = 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 3,02 = 1,81 \cdot 10^{24}$.

(Risposta B)

44. Indicare la formula bruta del fluoruro stannoso:

- A) SnF
- B) SnF_2
- C) SnF_3
- D) SnF_4

44. Soluzione

Lo stagno somiglia al piombo e ha due stati di ossidazione caratteristici 2+ e 4+. Quindi il fluoruro stannoso è quello con la valenza minore 2+: SnF_2 .
(Risposta B)

45. Indicare l'affermazione ERRATA tra le seguenti:

- A) il raggio atomico in un gruppo aumenta andando dall'alto verso il basso
- B) il raggio atomico in un periodo diminuisce andando da sinistra verso destra
- C) il raggio ionico dei cationi isoelettronici in un periodo diminuisce da sinistra a destra
- D) il raggio ionico degli anioni isoelettronici in un periodo aumenta da sinistra a destra

45. Soluzione

Il raggio atomico diminuisce lungo i periodi da sinistra verso destra a causa dell'aumento della carica nucleare. Questo accade, a maggior ragione, con gli anioni isoelettronici (come S^{2-} e Cl^-) dove l'atomo precedente (S^{2-}), oltre ad avere una più bassa carica positiva nel nucleo, ha anche una maggior carica negativa assoluta che fa ulteriormente gonfiare la nuvola elettronica.
(Risposta D)

46. Indicare la coppia nella quale entrambe le specie hanno la stessa configurazione elettronica:

- A) Cl^- , N^{3-}
 B) Cl^- , Na^+
 C) O^{2-} , Al^{3+}
 D) O^{2-} , Cl^-

46. Soluzione

A, B e D hanno configurazioni diverse: $\text{Cl}^- = [\text{Ar}]$, $\text{N}^{3-} = [\text{Ne}]$. $\text{Cl}^- = [\text{Ar}]$, $\text{Na}^+ = [\text{Ne}]$. $\text{O}^{2-} = [\text{Ne}]$, $\text{Cl}^- = [\text{Ar}]$.
 Resta C in cui abbiamo: $\text{O}^{2-} = \text{Al}^{3+} = [\text{Ne}]$. (Risposta C)

47. Indicare l'affermazione ERRATA tra le seguenti:

- A) lo stato di ossidazione dello iodio nell'acido periodico è maggiore di quello che ha nell'acido ipiodoso.
 B) lo stato di ossidazione del boro nell'acido borico è maggiore di quello del fosforo nell'acido fosforoso.
 C) lo stato di ossidazione dello zolfo nell'acido solforoso è uguale a quello del carbonio nell'acido carbonico.
 D) lo stato di ossidazione dello zolfo nel solfuro di calcio è uguale a quello dell'ossigeno nell'ossido di litio.

47. Soluzione

In acido periodico HIO_4 e in acido ipiodoso HIO : I^{7+} ha stato di ossidazione maggiore di I^+ (ok).

In acido borico B(OH)_3 e in acido fosforoso H_3PO_3 : B^{3+} e P^{3+} hanno stato di ossidazione uguale: errata!

In acido solforoso H_2SO_3 e in acido carbonico H_2CO_3 : S^{4+} e C^{4+} hanno stato di ossidazione uguale (ok)

In solfuro di calcio CaS e in ossido di litio Li_2O : S^{2-} e O^{2-} hanno stato di ossidazione uguale (ok)

(Risposta B)

48. Indicare l'affermazione ERRATA tra le seguenti:

- A) gli idruri ionici sono composti binari formati da idrogeno e non metalli.
 B) generalmente i composti ionici hanno un punto di fusione più alto di quello dei composti covalenti.
 C) generalmente i composti covalenti sono più solubili di quelli ionici in solventi apolari.
 D) generalmente i composti ionici sono più solubili di quelli covalenti in acqua.

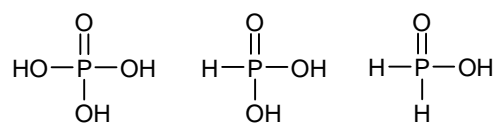
48. Soluzione

Gli idruri ionici contengono lo ione idruro H^- , che deve essere legato al catione di un metallo come in LiH , NaH , KH ecc (quindi è errato dire che contengono non metalli). (Risposta A)

49. Indicare la formula bruta dell'acido ipofosforoso.

- A) H_3PO_2
 B) H_3PO_3
 C) H_3PO_4
 D) $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$

49. Soluzione



fosforo. Ha caratteristiche riducenti.

H_3PO_4 è l'acido fosforico (ha tre idrogeni acidi)

H_3PO_3 è l'acido fosforoso (ha due idrogeni acidi)

H_3PO_2 è l'acido ipofosforoso (ha un idrogeno acido) e contiene un doppio legame $\text{P}=\text{O}$ e due atomi di idrogeno legati dimettente al

(Risposta A)

50. Quale specie non presenta legami covalenti.

- A) BCl_3
 B) XeF_2
 C) SbCl_5
 D) SrO

50. Soluzione

Il legame ionico è presente in SrO che è l'ossido di un metallo alcalino terroso.

(Risposta D)

51. I fulmini promuovono la formazione di monossido di azoto nell'atmosfera. Un campione di questo gas viene raccolto in un volume di $1,00 \text{ dm}^3$ misurato a STP ($T = 273,15 \text{ K}$, $P = 101,3 \text{ kPa}$). Quante moli e quanti grammi di monossido di azoto sono presenti nel campione?

- A) $0,0446 \text{ mol}$; $59,94 \text{ g}$
 B) $0,0223 \text{ mol}$; $1,34 \text{ g}$
 C) $0,0446 \text{ mol}$; $2,05 \text{ g}$
 D) nessuna delle precedenti

51. Soluzione

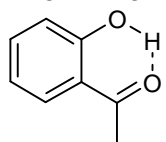
Dalla legge dei gas $PV = nRT$ si ricavano le moli di NO: $n = PV/RT = 1 \cdot 1/0,0821 \cdot 273 = 0,0446 \text{ mol}$. (A o C)
 La massa molare di NO è $14 + 16 = 30 \text{ g/mol}$. La massa è $30 \cdot 0,0446 = 1,34 \text{ g}$. (né A, né C). (Risposta D)

52. Indicare l'affermazione ERRATA tra le seguenti:

- A) i legami a idrogeno non si possono instaurare all'interno della stessa molecola
 B) la presenza di legami a idrogeno può comportare un aumento dei punti di fusione
 C) la presenza di legami a idrogeno può comportare un aumento dei punti di ebollizione
 D) una molecola d'acqua può formare un massimo di quattro legami a idrogeno

52. Soluzione

B, C, D sono senz'altro vere, mentre l'affermazione A è errata. Il legame a idrogeno si instaura tra un atomo di idrogeno legato ad un atomo molto elettronegativo (N, O, F) e un altro atomo molto elettronegativo (N, O, F).



Se questi due atomi si trovano alla giusta distanza in una stessa molecola, il legame idrogeno si può realizzare. L'esempio più famoso è quello dei legami idrogeno intracatena che stabilizzano la struttura ad alfa elica delle proteine, ma il legame idrogeno si può realizzare anche in molecole molto più piccole come quella mostrata qui. (Risposta A)

53. Indicare l'affermazione ERRATA tra le seguenti:

- A) i legami presenti in CO_2 sono più polari di quello presente in O_2
 B) il legame presente in HF è più polare di quello presente in HBr
 C) il legame presente in BrF è più polare di quello presente in ClF
 D) il legame presente in F_2 è più polare di quello presente in Br_2

53. Soluzione

Nelle molecole biatomiche formate dallo stesso atomo, come O_2 , F_2 , Br_2 , il legame non può essere polare dato che atomi identici hanno la stessa elettronegatività. L'affermazione D è errata perché attribuisce polarità a molecole apolari come F_2 e Br_2 . (Risposta D)

54. Il dottor McCoy analizza un nuovo elemento scoperto sul pianeta Vogon IV. Analizza $1,00 \text{ kg}$ di campione che scopre essere costituito da $1,4989 \cdot 10^{24}$ atomi. Qual è il peso atomico del nuovo elemento?

- A) circa 40 u
 B) circa 250 u
 C) circa 402 u
 D) nessuno dei precedenti

54. Soluzione

Dato che una mole contiene N atomi, il campione contiene $1,4989 \cdot 10^{24} / 6,023 \cdot 10^{23} = 2,489 \text{ moli}$.

La massa molare è: $1000/1,489 = 402 \text{ g/mol}$. La massa atomica è 402 u . (Risposta C)

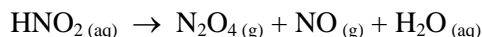
55. Il dottor McCoy scopre che il nuovo elemento ha una configurazione elettronica del tipo $ns^2(n-1)d^6$. A quale gruppo della tavola periodica appartiene tale elemento?

- A) ai metalli di transizione, nel gruppo 6
 B) ai metalli di transizione, nel gruppo 8
 C) ai gas nobili, nel gruppo 18
 D) nessuno dei precedenti

55. Soluzione

2 elettroni in s + 6 elettroni in d : appartiene ai metalli di transizione, nel gruppo 8. (Risposta B)

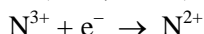
56. Quante moli di $\text{NO}_{(g)}$ si ottengono dalla decomposizione di 6,0 mol di HNO_2 , secondo la reazione (da bilanciare):



- A) 1,0 mol
- B) 1,5 mol
- C) 4,3 mol
- D) 3,0 mol

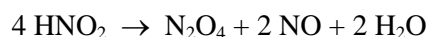
56. Soluzione

Le due semireazioni sono:



va moltiplicata per 2 per scambiare 2 elettroni

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



Le moli di NO sono la metà di quelle di HNO_2 , quindi $6,0/2 = 3,0$ mol.

(Risposta D)

57. Un carbone fossile contiene il 2,2% (m/m) di zolfo. Determinare il volume di $\text{SO}_{2(g)}$ misurato a 273,15 K e $1,01 \cdot 10^5$ Pa che si forma dalla combustione di una tonnellata di carbone.

- A) 22,7 m^3
- B) 10,5 m^3
- C) 15,4 m^3
- D) 34,8 m^3

57. Soluzione

In 1000 kg di carbone lo zolfo è $1000 \cdot 0,022 = 22$ kg. Le moli di zolfo sono $22000/32,06 = 686,2$ mol.

Nella combustione si formano 686,2 mol di SO_2 . Il volume si ricava dalla legge dei gas $PV = nRT$:

$$V = nRT/P = 686,2 \cdot 0,0821 \cdot 273/1 = 15380 \text{ L} = 15,4 \text{ m}^3.$$

(Risposta C)

58. Calcolare la % m/m di CsCl in una sua soluzione 1,0 molale.

- A) 32,7%
- B) 28,4%
- C) 19,3%
- D) 14,4%

58. Soluzione

La massa molare di CsCl è: $132,91 + 35,45 = 168,36$ g/mol. In una soluzione 1 molale vi è una mole per kg di solvente, quindi la % di CsCl è: $100 \cdot 168,36/(1000 + 168,36) = 14,4\%$.

(Risposta D)

59. Qual è il volume di un recipiente che contiene 5 kg di idrogeno molecolare, se la pressione all'interno del recipiente è $6,3 \cdot 10^6$ Pa e la temperatura è 30°C ? Supporre che il sistema gassoso sia ideale.

- A) 50 dm^3
- B) 5 m^3
- C) 1 m^3
- D) 5 dm^3

59. Soluzione

La pressione è $6,3 \cdot 10^6/1,013 \cdot 10^5 = 62,19$ atm. Le moli di H_2 sono: $5000/2 = 2500$ mol. Dalla legge dei gas

$$PV = nRT \text{ si ricava il volume } V = nRT/P = 2500 \cdot 0,0821 \cdot 303/62,19 = 1000 \text{ L (1 m}^3\text{).}$$

(Risposta C)

60. Un recipiente chiuso, con una parete scorrevole, immerso in un termostato a 39°C , contiene 14 mol di un gas ideale. Quale volume assume il recipiente se sulla parete è esercitata una pressione di $3,0 \cdot 10^6$ Pa?

- A) 1,2 m^3
- B) 4 m^3
- C) 4 dm^3
- D) 12 dm^3

60. Soluzione

La pressione è $P = 3,0 \cdot 10^6 / 1,013 \cdot 10^5 = 29,6$ atm. La temperatura è $T = 273 + 39 = 312$ K.

Dalla legge dei gas $PV = nRT$ si ricava il volume $V = nRT/P = 14 \cdot 0,0821 \cdot 312 / 29,6 = 12,1$ L. (Risposta D)

Qui continuano i quesiti 41-60 della classe B

41. Un giorno, il dottor McCoy ritrova nel suo laboratorio un vecchio campione, dalla cui etichetta sbiadita riesce solo a capire che si tratta di un cloruro di un metallo alcalino. Decide quindi di sciogliere in acqua il campione e di precipitare il cloruro sotto forma di sale di argento. Da 0,500 g di campione incognito ottiene 0,961 g di AgCl. Di quale sale si tratta?

- A) LiCl
- B) NaCl
- C) KCl
- D) RbCl

41. Soluzione

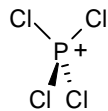
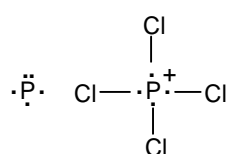
La massa molare di AgCl è $107,87 + 35,45 = 143,3$ g/mol. Le moli di AgCl sono: $0,961 / 143,3 = 6,7 \cdot 10^{-3}$ mol.
La massa di cloro è $6,7 \cdot 10^{-3} \cdot 35,35 = 0,238$ g.

La massa restante è del metallo incognito: $0,500 - 0,238 = 0,262$ g.

La massa molare del metallo è: $0,262 / 6,7 \cdot 10^{-3} = 39,1$ g/mol (K). Il sale era KCl. (Risposta C)

42. Indicare quale geometria ha lo ione PCl_4^+ secondo la teoria VSEPR:

- A) a sella
- B) tetraedrica
- C) planare quadrata
- D) nessuna delle precedenti

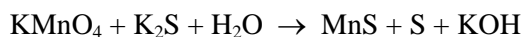
42. Soluzione

Togliendo un elettrone dal guscio di valenza del fosforo restano 4 elettroni. Con questi, P realizza i 4 legami con i 4 atomi di cloro. Le quattro coppie di elettroni di legame vengono disposte verso i vertici di un tetraedro.

La geometria della molecola è tetraedrica.

(Risposta B)

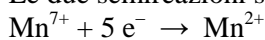
43. Indicare il gruppo di coefficienti, riportati in ordine casuale, che bilancia la seguente reazione di ossidoriduzione:



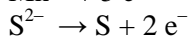
- A) 1, 1, 2, 2, 5, 5
- B) 1, 2, 5, 7, 7, 8
- C) 2, 2, 5, 7, 8, 8
- D) 2, 2, 5, 7, 8, 16

43. Soluzione

Le due semireazioni sono:

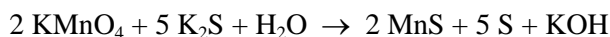


va moltiplicata per 2 per bilanciare gli elettroni

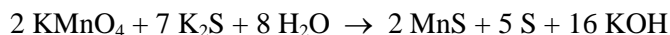


va moltiplicata per 5 per bilanciare gli elettroni

Moltiplicando per 2 e per 5 e sommando membro a membro si ottiene:



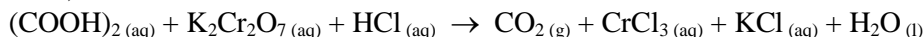
Completando il bilanciamento si ha:



I coefficienti sono quindi: 2, 2, 5, 7, 8, 16.

(Risposta D)

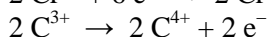
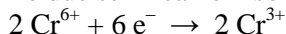
44. Calcolare la quantità di HCl necessaria a consumare 0,270 g di acido ossalico $(\text{COOH})_2$, secondo la reazione (da bilanciare):



- A) 0,292 g
 B) 0,109 g
 C) 0,328 g
 D) 0,766 g

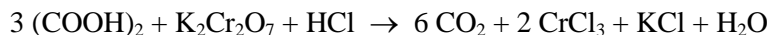
44. Soluzione

Le due semireazioni sono:

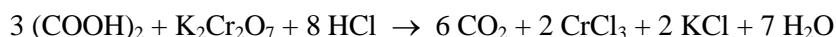


va moltiplicata per 3 per bilanciare gli elettroni

Moltiplicando per 3 e sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento si ha:



Coefficienti	3	8
Moli (mol)	$3 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$
Massa molare (g/mol)	90	36,45
Massa (g)	0,27	

Massa molare dell'acido ossalico $\text{C}_2\text{O}_4\text{H}_2$: $24 + 64 + 2 = 90$ g/mol. Le moli sono $0,27/90 = 3 \cdot 10^{-3}$ mol

Le moli di HCl stanno in rapporto 8:3 cioè sono $8 \cdot 10^{-3}$ mol. MM di HCl: $1 + 35,45 = 36,45$ g/mol.

Massa di HCl: $36,45 \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 0,292$ g.

(Risposta A)

45. Indicare, tra le seguenti molecole, quella NON planare, secondo la teoria VSEPR:

- A) AlCl_3
 B) XeF_4
 C) H_2O
 D) nessuna delle precedenti

45. Soluzione

AlCl_3 è planare trigonale. Al ha solo 3 elettroni di valenza e deve alloggiare nel piano le 3 coppie di legame.

XeF_4 è planare quadrata. Xe ha 8 elettroni di valenza, 4 li usa per legare i 4 atomi di fluoro, gli altri 4 formano 2 coppie di non legame. In totale ha $4 + 2 = 6$ coppie da sistemare e quindi usa una struttura ottaedrica. Le due coppie di non legame occupano i vertici in alto e in basso, mentre i 4 atomi di fluoro sono legati nella base quadrata.

H_2O è angolata, ma tre atomi si possono appoggiare sul piano e quindi anche questa molecola è planare.

Nessuna delle tre molecole è non planare.

(Risposta D)

46. Qual è la formula minima di un composto costituito dal 23,965% in peso di ossigeno e la restante parte da iodio?

- A) I_9O_4
 B) I_2O_5
 C) IO
 D) IO_2

46. Soluzione

Le moli di ossigeno su 100 g sono $23,965/16 = 1,498$; Le moli di iodio: $(100 - 23,965)/126,9 = 0,599$.

Per avere numeri piccoli e interi dividiamo per il valore più piccolo:

O ($1,498/0,599 = 2,5$); I ($0,599/0,599 = 1$): $\text{IO}_{2,5}$. Moltiplicando per 2 si ottiene: I_2O_5 .

(Risposta B)

47. Calcolare il pH di una soluzione ottenuta aggiungendo 4,0 g di $\text{NaOH}_{(s)}$ a 1,0 L di soluzione di HF 0,1 M (trascurare le variazioni di volume).

- A) 13,0
 B) 9,8
 C) 8,1
 D) 7,5

47. Soluzione

4 g di NaOH (MM = 40 g/mol) sono 0,1 mol, quindi questa aggiunta completa la titolazione di HF e otteniamo una soluzione 0,1 M di NaF. Questo si dissocia secondo la reazione: $\text{NaF} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HF} + \text{OH}^-$ dalla K_a di HF ($7,2 \cdot 10^{-4}$) si ottiene la $K_b = K_w/K_a = 10^{-14}/7,2 \cdot 10^{-4} = 1,39 \cdot 10^{-11}$.
 La K_b vale: $K_b = [\text{HF}][\text{OH}^-]/[\text{NaF}] = [\text{OH}^-]^2/C$ da cui si ottiene $[\text{OH}^-] = (K_b C)^{1/2} = (1,39 \cdot 10^{-11} \cdot 0,1)^{1/2}$
 $[\text{OH}^-] = 1,18 \cdot 10^{-6}$ $\text{pOH} = 5,9$ $\text{pH} = 8,1$. (Risposta C)

48. Una compressa di Maalox (farmaco antiacido) contiene 200 mg di $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (s) e 200 mg di $\text{Al}(\text{OH})_3$ (s). Considerando, per semplicità, entrambi gli idrossidi come basi forti, quante compresse occorrono per neutralizzare 72,0 mL di una soluzione di HCl 0,5 M?

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

48. Soluzione

Le masse molari sono: $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (24,3 + 34 = 58,3 g/mol); $\text{Al}(\text{OH})_3$ (27 + 51 = 78 g/mol).
 Le moli sono: $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ($0,2/58,3 = 3,43 \cdot 10^{-3}$ mol); $\text{Al}(\text{OH})_3$ ($0,2/78 = 2,56 \cdot 10^{-3}$ mol).
 Le moli di OH^- in una compressa sono: $(2 \cdot 3,43 \cdot 10^{-3}) + (3 \cdot 2,56 \cdot 10^{-3}) = 14,54 \cdot 10^{-3}$ mol
 Le moli di HCl sono: $0,5 \cdot 72 \cdot 10^{-3} = 36 \cdot 10^{-3}$ mol
 Le compresse necessarie per neutralizzare l'HCl sono: $36 \cdot 10^{-3}/14,54 \cdot 10^{-3} = 2,5$ quindi 3. (Risposta B)

49. Un alogenuro di bario, BaX_2 , contiene il 46,21% (m/m) di bario. Stabilire quale alogeno è X.

- A) cloro
 B) bromo
 C) fluoro
 D) iodio

49. Soluzione

Le moli di bario in 100 g sono $46,21/137,33 = 0,3364$ mol; le moli di alogeno sono il doppio: 0,673 mol.
 La massa molare dell'alogeno è $(100 - 46,21)/0,673 = 79,9$ g/mol (Br). (Risposta B)

50. Un gas Y occupa il volume di un litro alla temperatura di 273,15 K e alla pressione di $1,01 \cdot 10^5$ Pa. In queste condizioni il suo peso è 1,293g. A quale temperatura un litro dello stesso gas pesa 1,000 g, se la pressione è diventata $0,917 \cdot 10^5$ Pa?

- A) 365 K
 B) 388 K
 C) 321 K
 D) 305K

50. Soluzione

Dalla legge dei gas $PV = nRT$ si possono ottenere le moli $n = PV/RT = 1 \cdot 1/0,0821 \cdot 273 = 0,0446$ mol.
 La massa molare del gas è $MM = m/n = 1,293/0,0446 = 29$ g/mol.
 Le moli in 1 g sono $n = 1/29 = 0,03448$ mol. La pressione è $P = 0,917/1,013 = 0,905$ atm.
 Possiamo calcolare la temperatura $T = PV/nR = 0,905 \cdot 1/0,03448 \cdot 0,0821 = 320$ K. (Risposta C)

51. Alla temperatura di 291,15 K e alla pressione di $1,01 \cdot 10^5$ Pa, la solubilità (espressa come frazione molare) dell'ammoniaca in metanolo è 0,35. Calcolare la solubilità in % m/m.

- A) 34%
 B) 17%
 C) 13%
 D) 22%

51. Soluzione

Su 100 moli totali, le moli di NH_3 sono 35 e quelle di CH_3OH sono $100 - 35 = 65$
 La massa molare di NH_3 è $14 + 3 = 17$ g/mol; La massa molare di CH_3OH è $12 + 4 + 16 = 32$ g/mol;
 La massa di NH_3 è $35 \cdot 17 = 595$ g; La massa di CH_3OH è $65 \cdot 32 = 2080$ g;
 La % m/m di NH_3 è $595/(595+2080) = 22,2$ %. (Risposta D)

52. Determinare la percentuale (v/v) di $H_2(g)$ e di $Ar(g)$ in una miscela che presenta una densità di 1102 g/m^3 misurata alla temperatura di $303,15 \text{ K}$ e alla pressione di $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

- A) $H_2(g)$: 33% $Ar(g)$: 67%
 B) $H_2(g)$: 61% $Ar(g)$: 39%
 C) $H_2(g)$: 14% $Ar(g)$: 86%
 D) $H_2(g)$: 38% $Ar(g)$: 62%

52. Soluzione

La densità di 1102 g/m^3 corrisponde a $1,102 \text{ g/L}$.

Dalla legge dei gas $PV = nRT$ si ricavano le moli $n = PV/RT = 1 \cdot 1/0,0821 \cdot 303 = 0,0402 \text{ mol}$.

Le moli siano: moli di $H_2 = x$; moli di $Ar = 0,0402 - x$. La MM di Ar è 40 g/mol .

La somma delle due masse deve essere $1,102 \text{ g}$: $2x + 40(0,0402 - x) = 1,102$

$2x + 1,608 - 40x = 1,102$ $38x = 0,506$ $x = 0,0133 \text{ mol } (H_2)$ (moli Ar : $0,0402 - 0,0133 = 0,0269 \text{ mol}$)

La % v/v = % mol/mol: $H_2 = 0,0133/0,0402 = 33\%$. (Ar : $0,0269/0,0402 = 67\%$). (Risposta A)

53. Un ossido di uranio U_xO_y è costituito dal 89,9% di uranio. Determinare la formula minima del composto.

- A) UO_2
 B) U_3O_5
 C) U_2O_3
 D) UO_4

53. Soluzione

In 100 g di ossido le moli di U sono: $89,9/238 = 0,3777 \text{ mol}$; le moli di O sono: $(100 - 89,9)/16 = 0,6313 \text{ mol}$

Dividendo per il valore minore si ottiene: U ($0,3777/0,3777 = 1$); O ($0,6313/0,3777 = 1,67$): $UO_{1,67}$.

La molecola $UO_{1,67}$ non ha gli atomi in rapporto come numeri piccoli e interi

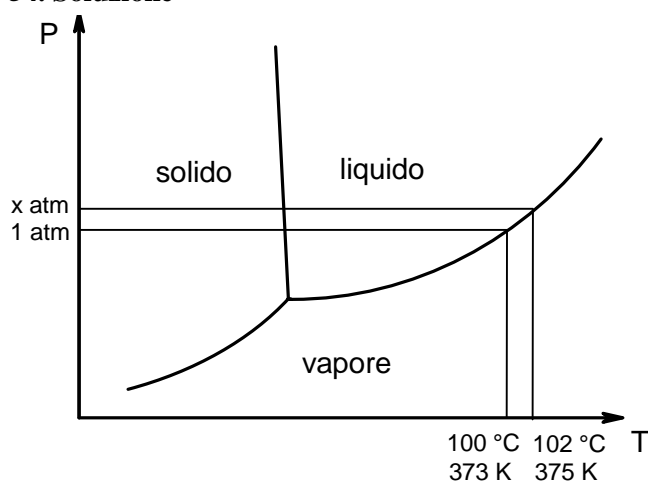
Moltiplicando per 2 si ha $U_2O_{3,34}$. Moltiplicando per 3 si ha U_3O_5 . (ok).

(Risposta B)

54. Un recipiente chiuso e termostato a 375 K è occupato in parte da acqua liquida. Qual è la pressione nel recipiente misurabile con un manometro?

- A) maggiore di quella atmosferica
 B) minore di quella atmosferica
 C) uguale a quella atmosferica
 D) non è possibile rispondere alla domanda in mancanza di dati aggiuntivi

54. Soluzione



375 K sono 102 °C . A questa temperatura l'equilibrio liquido vapore (acqua che bolle) si realizza ad una pressione leggermente maggiore di 1 atmosfera.

(Risposta A)

55. Un sistema chiuso, in cui non avvengono reazioni chimiche, subisce una serie di processi reversibili che lo riportano allo stato iniziale. Il sistema ha svolto un lavoro di 500 kJ sull'ambiente circostante.

Quale delle seguenti affermazioni è vera?

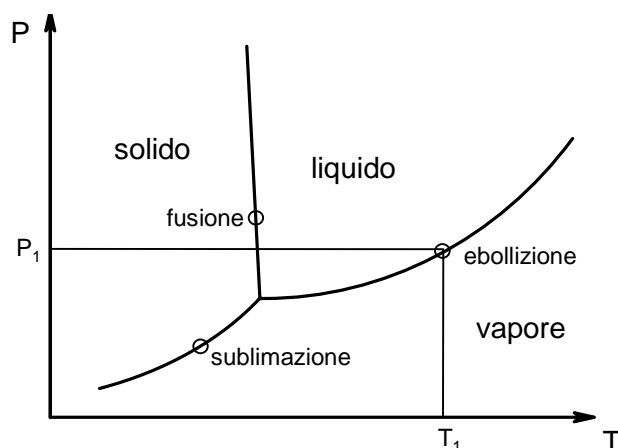
- A) dall'ambiente circostante è entrato nel sistema un calore maggiore di 500 kJ
 B) dall'ambiente circostante è entrato nel sistema un calore minore di 500 kJ
 C) dall'ambiente circostante è entrato nel sistema un calore uguale a 500 kJ
 D) nessuna delle precedenti

55. Soluzione

Per la prima legge della termodinamica $\Delta U = Q - W$ se il sistema torna nello stato iniziale $\Delta U = Q - W = 0$. Quindi $W = Q$ cioè il lavoro svolto W deve essere uguale al calore assorbito Q . Dall'ambiente entra nel sistema un calore Q uguale a 500 kJ. (Risposta C)

56. In un sistema chiuso, costituito da un solo componente, le transizioni di fase avvengono:

- A) a temperatura e volume costanti
- B) a temperatura costante e pressione variabile
- C) a temperatura e pressione costanti
- D) a volume e pressione costanti

56. Soluzione

In figura sono mostrate tre transizioni di fase nel diagramma di stato P/T: fusione, ebollizione, sublimazione.

Le transizioni mostrate avvengono fornendo calore al sistema mentre pressione e temperatura rimangono costanti. (Risposta C)

57. Una sostanza si decompone seguendo una cinetica del primo ordine, con un tempo di dimezzamento di 37 s. Quanto tempo è necessario per ridurre la concentrazione del reagente ad un quinto del suo valore iniziale?

- A) circa 96 s
- B) circa 66 s
- C) circa 56 s
- D) circa 86 s

57. Soluzione

Senza fare calcoli si può osservare che, con un primo $t_{1/2}$, la concentrazione diventa metà, con due $t_{1/2}$, la concentrazione diventa un quarto, per diventare un quinto serve un altro 25% in più. Quindi $37 + 37 + 9 = 83$ s (che si avvicina a 86 s: risposta D).

Per calcolare con esattezza si usa l'equazione della cinetica del I ordine: $\ln A_0/A = kt$ quindi $k = \ln(A_0/A)/t$. Quando $t = t_{1/2}$ la concentrazione è dimezzata $A_0/A = 2$ quindi $k = \ln 2/t_{1/2}$. Quindi possiamo scrivere: $\ln 2/t_{1/2} = \ln(A_0/A)/t$ $t = \ln 5/\ln 2 \cdot t_{1/2}$ $t = 2,32 \cdot 37 = 85,8$ s. (Risposta D)

58. In un reattore aperto avviene la combustione della grafite. Scegliere, tra le seguenti azioni, quella utile a spostare l'equilibrio verso la formazione dei prodotti.

- A) alimentare anidride carbonica
- B) diminuire la temperatura a pressione costante
- C) aggiungere un catalizzatore
- D) nessuna delle precedenti

58. Soluzione

Per la legge dell'equilibrio mobile, una reazione esotermica può essere spostata a destra sottraendo calore. Quindi, diminuire la temperatura è la scelta corretta. (Risposta B)

59. La costante di equilibrio tra i conformeri equatoriale/assiale nel bromocicloesano è $K_1 = 2.2$, mentre nel clorocicloesano è $K_2 = 2.4$, sebbene il bromo sia un atomo più grande del cloro. Si deduce, quindi, che il cloro ha una preferenza maggiore per la posizione equatoriale rispetto al bromo.

Scegliere la spiegazione più plausibile tra le seguenti:

- A) la lunghezza del legame C-Br è maggiore di quella C-Cl, per cui, nella conformazione assiale, si ha una diminuzione della tensione sterica 1,3 diassiale per il bromo.
 B) il bromo stabilizza maggiormente il conformero assiale per un fenomeno di iperconiugazione
 C) il conformero equatoriale del clorocicloesano ha una maggiore simmetria del corrispondente bromoderivato
 D) il bromo stabilizza maggiormente il conformero assiale per un fenomeno di polarizzabilità

59. Soluzione

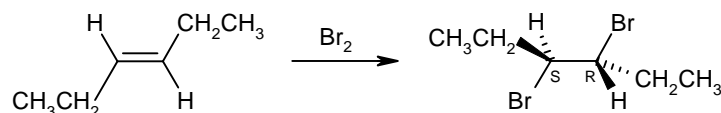
L'ingombro sterico dei sostituenti assiali nel cicloesano porta ad una tensione sterica con gli idrogeni assiali vicini (tensione 1,3 diassiale). In realtà $K_1 = 2,2$ si riferisce all'equilibrio opposto del bromocicloesano, cioè assiale \rightarrow equatoriale con $K = \text{equatoriale/assiale}$. Dato che il bromo ha un legame più lungo (C-Br 1,98 Å), si allontana un po' di più dai due idrogeni assiali rispetto al cloro (C-Cl 1,83 Å) e questo giustifica il fatto che il conformero assiale sia un po' meno sfavorito ($K = 2,2$) rispetto al cloro ($K = 2,4$). (Risposta A)



60. Predire quali sono gli stereoisomeri che si ottengono dalla reazione di addizione elettrofila di bromo al trans-3-esene.

- A) una miscela racemica degli enantiomeri treo del 3,4-dibromoesano
 B) la forma meso del 3,4-dibromoesano
 C) una coppia di diastereoisomeri
 D) tutti i possibili stereoisomeri

60. Soluzione



Si ottiene il prodotto mostrato in figura (3S,4R)-3,4-dibromoesano che contiene due centri stereogenici speculari uno S e l'altro R, quindi non è chirale ed è chiamato meso. (Risposta B)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato