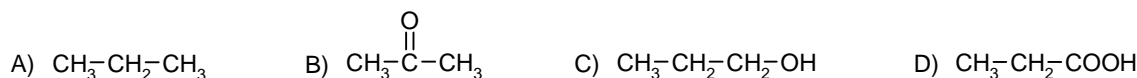


## Giochi della Chimica 2017

### Problemi risolti – Fase Regionale – Classi A e B

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

1. Osservando le strutture dei seguenti composti organici, indicare quale di essi ha lo stato di ossidazione medio più alto.



#### 1. Soluzione

La domanda probabilmente si riferisce allo stato di ossidazione degli atomi di carbonio. Il composto D è quello che contiene più atomi di ossigeno (2), quindi è il più ossidato. (Risposta D)

2. Un recipiente chiuso contiene n moli di un gas ideale. Se la pressione viene triplicata e il volume viene ridotto a due noni di quello iniziale, la temperatura:

- A) rimane costante  
 B) diminuisce  
 C) aumenta  
 D) non si può dare una risposta a questa domanda, in mancanza di informazioni aggiuntive

#### 2. Soluzione

Dalla legge dei gas  $PV = nRT$  si ricava la temperatura  $T = PV/nR$  dato che n e R sono costanti:  $T = k PV$   
 Se P diventa 3P e V diventa 2/9 V si ha:  $T_1 = k 3P 2/9 V = 2/3 k PV$        $T_1 = 2/3 T$ . (Risposta B)

3. Per aumentare la temperatura di X moli d'acqua da 25,0 °C fino a 37,0 °C è necessario fornire al sistema 905,0 J sotto forma di calore. Determinare X. Si trascuri il contributo delle dispersioni e della capacità termica del contenitore. La capacità termica specifica dell'acqua è 4,184 J K<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>.

- A) 2,0 mol      B) 3,0 mol      C) 4,0 mol      D) 1,0 mol

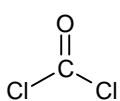
#### 3. Soluzione

Il calore necessario per scaldare un corpo è:  $Q = m c \Delta T$ . Si ricava la massa:  $m = Q/(c \Delta T) = 905/4,184 \cdot 12$   
 $m = 18$  g. Dato che la  $MM_{\text{H}_2\text{O}}$  è 18 g/mol, abbiamo una mole di acqua. (Risposta D)

4. La molecola di fosgene ( $\text{COCl}_2$ ) ha geometria (posizione media relativa degli atomi):

- A) trigonale piramidale e l'angolo Cl-C-Cl è 104,4°  
 B) trigonale planare e l'angolo Cl-C-Cl è 111,8°  
 C) trigonale piramidale e l'angolo Cl-C-Cl è 114,4°  
 D) trigonale planare e l'angolo Cl-C-Cl è 121,8°

#### 4. Soluzione

 Nel fosgene il carbonio è ibridato sp<sup>2</sup> e forma un doppio legame con l'ossigeno con l'orbitale 2p<sub>z</sub>. La molecola, quindi, è planare trigonale (B e D). L'angolo di legame Cl-C-Cl sarebbe di 120° se i tre atomi legati al carbonio fossero uguali. Dato che il doppio legame occupa più spazio, l'angolo Cl-C-Cl deve essere più stretto di 120°: 121,8° va scartato, resta solo 111,8°. (Risposta B)

5. L'unità di massa atomica, u, è equivalente a:

- A)  $1,66 \cdot 10^{-27}$  g  
 B)  $1,66 \cdot 10^{-24}$  g  
 C)  $1,66 \cdot 10^{-24}$  kg  
 D) 1/1836 della massa di un protone

#### 5. Soluzione

Il numero di Avogadro è dato dal rapporto tra le due unità di misura g e u:  $N = g/u$   
 quindi  $u = g/N = 1/6,023 \cdot 10^{23} \text{ g} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$ . (Risposta B)

6. Lo ione  $^{39}\text{K}^+$  è costituito da:

- A) 20 protoni, 20 neutroni e 19 elettroni
- B) 20 protoni, 39 neutroni e 19 elettroni
- C) 19 protoni, 20 neutroni e 18 elettroni
- D) 18 protoni, 20 neutroni e 19 elettroni

**6. Soluzione**

$^{39}\text{K}^+$  ha numero atomico 19 quindi ha 19 protoni, 20 neutroni e un elettrone in meno (18). (Risposta C)

7. Indicare quale serie di numeri quantici è incompatibile:

- A)  $n = 4 \quad \ell = 3 \quad m_l = -1 \quad m_s = +1/2$
- B)  $n = 1 \quad \ell = 0 \quad m_l = 0 \quad m_s = +1/2$
- C)  $n = 3 \quad \ell = 3 \quad m_l = -2 \quad m_s = -1/2$
- D)  $n = 5 \quad \ell = 2 \quad m_l = -2 \quad m_s = +1/2$

**7. Soluzione**

Il numero quantico  $\ell$  può andare da zero a  $n-1$ , quindi in C) il valore di  $\ell$  non può essere 3. (Risposta C)

8. Quale delle seguenti molecole è polare?

- A)  $\text{CO}_2$
- B)  $\text{BeCl}_2$
- C)  $\text{NH}_3$
- D)  $\text{CCl}_4$

**8. Soluzione**

Anche se i singoli legami sono polari, una molecola simmetrica non è polare perché i dipoli si annullano tra loro. Tre molecole sono simmetriche  $\text{CO}_2$ ,  $\text{BeCl}_2$ ,  $\text{CCl}_4$ . Le prime due sono lineari, la terza è tetraedrica.

La sola molecola non simmetrica e polare è  $\text{NH}_3$  piramidale a base trigonale. (Risposta C)

9. Indicare la formula ERRATA:

- A)  $\text{Mg}(\text{HSO}_4)_2$
- B)  $\text{CaHPO}_4$
- C)  $\text{K}_2\text{H}_2\text{PO}_4$
- D)  $\text{NaClO}$

**9. Soluzione**

Nei sali le cariche negative dell'anione e quelle positive dei cationi devono compensarsi.

In A)  $\text{HSO}_4^-$  ha una carica negativa che, presa due volte, è compensata dalle due positive di  $\text{Mg}^{2+}$ .

In B)  $\text{PO}_4^{3-}$  ha tre cariche negative che sono compensate da  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{H}^+$ .

In D)  $\text{ClO}^-$  ha una carica negativa compensata da  $\text{Na}^+$ .

Resta C) in cui vi sono 4 cariche positive, 2  $\text{K}^+$  e 2  $\text{H}^+$ , per le tre negative del fosfato  $\text{PO}_4^{3-}$ . (Risposta C)

10. 14,0 g di azoto puro ( $\text{N}_2$ ) sono costituiti da un numero di molecole uguale a:

- A)  $6,02 \cdot 10^{23}$
- B)  $3,01 \cdot 10^{23}$
- C)  $1,20 \cdot 10^{24}$
- D) lo stesso numero di particelle contenute in 12,0 g di  $^{12}\text{C}$

**10. Soluzione**

La massa molare di  $\text{N}_2$  è  $14 + 14 = 28$  g/mol, quindi 14 g contengono mezza mole,  $\text{N}/2$  molecole. (Risposta B)

11. Quanti grammi di  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  è necessario decomporre per ottenere  $2,56 \cdot 10^{25}$  atomi di potassio?

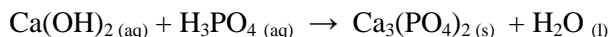
- A)  $6,25 \cdot 10^3$  g
- B)  $13,18 \cdot 10^3$  g
- C)  $39,5 \cdot 10^3$  g
- D)  $26,4 \cdot 10^3$  g

**11. Soluzione**

Le moli di potassio sono:  $2,56 \cdot 10^{25} / N = 2,56 \cdot 10^{25} / 6,023 \cdot 10^{23} = 42,5$  mol che sono contenute in metà moli di sale  $K_2Cr_2O_7$ :  $42,5/2 = 21,25$  mol. La massa molare del sale è:  $2 \cdot 39,10 + 2 \cdot 52 + 7 \cdot 16 = 294,2$  g/mol.

La massa di sale necessaria è:  $m = n \cdot MM = 21,25 \cdot 294,2 = 6252$  g ( $6,25 \cdot 10^3$  g). (Risposta A)

**12.** Calcolare la massa di  $Ca_3(PO_4)_2$  che si ottiene quando si consumano 0,150 mol di  $Ca(OH)_2$  nel corso della reazione (da bilanciare):



- A) 6,75 g  
B) 46,5 g  
C) 139,5 g  
D) 15,5 g

**12. Soluzione**

La reazione bilanciata è:  $3 Ca(OH)_2 + 2 H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 6 H_2O$

Coefficienti	3	1
Moli (mol)	0,15	0,05
Massa molare (g/mol)		310,24
Massa (g)		15,5

Le moli di  $Ca_3(PO_4)_2$  sono  $0,15/3 = 0,05$  mol. La massa molare è:  $3 \cdot 40,08 + 2 \cdot 31 + 8 \cdot 16 = 310,24$  g/mol.

La massa di  $Ca_3(PO_4)_2$  è:  $m = n \cdot MM = 0,05 \cdot 310,24 = 15,5$  g. (Risposta D)

**13.** Determinare la formula minima di una sostanza che all'analisi elementare ha dato i seguenti valori di composizione percentuale:

sodio: 18,85%; cloro: 28,69%; ossigeno: 52,46%.

- A) NaClO  
B) NaClO<sub>2</sub>  
C) NaClO<sub>3</sub>  
D) NaClO<sub>4</sub>

**13. Soluzione**

Le moli su 100 g sono: Na ( $18,85/23 = 0,82$  mol); Cl ( $28,69/35,45 = 0,81$  mol); O ( $52,46/16 = 3,28$  mol).

Dividendo per il valore minore si ottiene la formula minima:

Na ( $0,82/0,81 = 1$ ); Cl ( $0,81/0,81 = 1$ ); O ( $3,28/0,81 = 4$ ): NaClO<sub>4</sub>. (Risposta D)

**14.** L'antimonio ha massa atomica 121,760 u ed esiste in natura come miscela dei due isotopi <sup>121</sup>Sb e <sup>122</sup>Sb. L'isotopo <sup>121</sup>Sb ha massa 120,904 u e abbondanza naturale del 57,21%. Determinare la massa e l'abbondanza naturale dell'isotopo <sup>122</sup>Sb:

- A) 119,103 u, 42,79%  
B) 123,401 u, 42,79%  
C) 122,904 u, 53,24%  
D) 122,904 u, 42,79%

**14. Soluzione**

L'abbondanza naturale del secondo isotopo (<sup>122</sup>Sb) è la differenza a 100 di 57,21% cioè 42,79% (C è esclusa).

La massa atomica è la massa pesata dei due isotopi puri (120,904 e x), quindi si può scrivere:

$0,5721 \cdot 120,904 + 0,4279 x = 121,760$       $0,4279 x = 121,760 - 69,169$       $x = 122,904$ . (Risposta D)

**15.** L'ozono è una forma allotropica dell'ossigeno e ha formula O<sub>3</sub>. Calcolare quanti atomi di ossigeno costituiscono una mole di ozono.

- A)  $18,066 \cdot 10^{24}$  atomi  
B)  $6,022 \cdot 10^{23}$  atomi  
C)  $8,414 \cdot 10^{23}$  atomi  
D)  $18,066 \cdot 10^{23}$  atomi

**15. Soluzione**

Una mole di O<sub>3</sub> contiene 3 moli di O cioè 3N atomi:  $3 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 18,066 \cdot 10^{23}$  atomi. (Risposta D)

16. Indicare i valori di  $m_l$  compatibili con  $l = 3$ :

- A)  $-1/2; +1/2$   
 B)  $-2; -1; 0; +1; +2$   
 C)  $-3; -2; -1; 0; +1; +2; +3$   
 D)  $-3; +3$

**16. Soluzione**

$l = 3$  è il numero quantico degli orbitali f (s, p, d, f :  $l = 0, 1, 2, 3$ ). Ricordiamo che gli orbitali f sono 7 e corrispondono ai numeri quantici  $m_l = -3; -2; -1; 0; +1; +2; +3$  (da  $-l$  a  $+l$ ). (Risposta C)

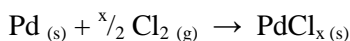
17. Indicare la configurazione elettronica di  $\text{Cl}^-$ .

- A)  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$   
 B)  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6$   
 C)  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$   
 D)  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^8$

**17. Soluzione**

$\text{Cl}^-$  ha acquistato un elettrone per completare l'orbitale 3p e raggiungere la configurazione elettronica del gas nobile successivo, Ar. La sua configurazione è quindi:  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6$ . (Risposta B)

18. 3,00 g di palladio metallico reagiscono esattamente con 2,00 g di cloro molecolare secondo la seguente reazione:



Determinare la formula del cloruro  $\text{PdCl}_x$ .

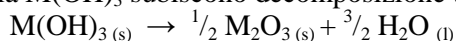
- A)  $\text{PdCl}_5$   
 B)  $\text{PdCl}_4$   
 C)  $\text{PdCl}_3$   
 D)  $\text{PdCl}_2$

**18. Soluzione**

3,00 g di palladio sono  $3/106,42 = 0,0282$  mol di Pd. 2,00 g di cloro sono  $2/35,45 = 0,0564$  mol di Cl.

Dividendo le moli di Cl per quelle di Pd si ottiene:  $0,0564/0,0282 = 2$  quindi  $\text{PdCl}_2$ . (Risposta D)

19. 1,51 g di un idrossido di formula  $\text{M}(\text{OH})_3$  subiscono decomposizione termica secondo la reazione:



Se la perdita in peso della fase solida è di 0,400 g, di quale idrossido si tratta?

- A)  $\text{Al}(\text{OH})_3$   
 B)  $\text{B}(\text{OH})_3$   
 C)  $\text{V}(\text{OH})_3$   
 D)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$

**19. Soluzione**

Le moli di  $\text{H}_2\text{O}$  perdute sono  $0,400/18 = 0,0222$  mol. Le moli di  $\text{M}(\text{OH})_3$  reagite sono in rapporto 1:1,5

Moli di  $\text{M}(\text{OH})_3$  :  $0,0222/1,5 = 0,0148$  mol. La massa molare di  $\text{M}(\text{OH})_3$  è:  $m/n = 1,51/0,0148 = 102$  g/mol

Dato che MM di  $(\text{OH})_3$  è 51 g/mol, la massa molare di M è  $102 - 51 = 51$  g/mol (Vanadio). (Risposta C)

20. Facendo reagire quantità equimolari di  $\text{NH}_3$  e  $\text{HBr}$  il prodotto della reazione sarà:

- A) un sale  
 B) un'anidride  
 C) un ossido  
 D) nessuno dei precedenti

**20. Soluzione**

$\text{NH}_3 + \text{HBr} \rightarrow \text{NH}_4\text{Br}$  dalla reazione si forma il sale bromuro di ammonio. (Risposta A)

21. Indicare le formule dei sali che si formano quando l'anione  $\text{HPO}_3^{2-}$  si lega con i cationi  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  e  $\text{Co}^{3+}$ .

- A)  $\text{NH}_4\text{HPO}_3$ ,  $\text{BaHPO}_3$ ,  $\text{Co}_2(\text{HPO}_3)_3$   
 B)  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_3$ ,  $\text{Ba}(\text{HPO}_3)_3$ ,  $\text{Co}(\text{HPO}_3)_3$   
 C)  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_3$ ,  $\text{BaHPO}_3$ ,  $\text{Co}_2(\text{HPO}_3)_3$   
 D)  $\text{NH}_4\text{HPO}_3$ ,  $\text{BaHPO}_3$ ,  $\text{Co}_3(\text{HPO}_3)_3$

**21. Soluzione**

$$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{H}-\text{P}-\text{O}^- \\ | \\ \text{O}^- \end{array}$$
 Dato che  $\text{HPO}_3^{2-}$  ha carica  $2-$ , si deve legare con due ioni  $\text{NH}_4^+$ :  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_3$   
 o con un  $\text{Ba}^{2+}$ :  $\text{BaHPO}_3$  (risposta C).  
 Anche  $\text{Co}_2(\text{HPO}_3)_3$  è corretta: le cariche sono  $6+$  e  $6-$ . (Risposta C)

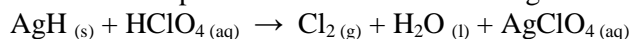
22. Quale dei seguenti composti ha maggiore carattere ionico?

- A)  $\text{Fe}_2\text{S}_3$   
 B)  $\text{PF}_5$   
 C)  $\text{KBr}$   
 D)  $\text{TiCl}_4$

**22. Soluzione**

Il composto più ionico è  $\text{KBr}$  formato da un metallo alcalino e un alogeno che hanno una grande differenza di elettronegatività e possono esistere come  $\text{K}^+$  e  $\text{Br}^-$ . (Risposta C)

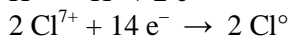
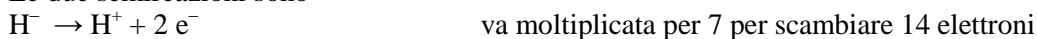
23. Indicare, nell'ordine, i coefficienti che permettono di bilanciare la seguente reazione:



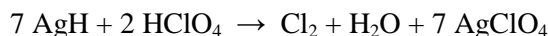
- A) 6; 9; 3; 7; 6  
 B) 7; 9; 1; 8; 7  
 C) 9; 7; 2; 8; 9  
 D) 8; 4; 2; 7; 8

**23. Soluzione**

Le due semireazioni sono



Moltiplicando per 7 e poi sommando membro a membro si ottiene:



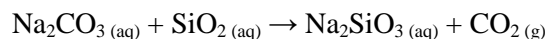
Completando il bilanciamento si ha:



I coefficienti sono: 7, 9, 1, 8, 7.

(Risposta B)

24. Facendo reagire 5,66 g di  $\text{SiO}_2$  con un eccesso di  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , la reazione che segue (da bilanciare) procede con una resa del 70,0%.



Calcolare la quantità di  $\text{CO}_2$  che ottiene.

- A) 1,63 g  
 B) 2,90 g  
 C) 5,80 g  
 D) 1,45 g

**24. Soluzione**

La reazione è già bilanciata:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2$

Coefficienti

1

1

Moli (mol)

0,0942

(0,0942), 70% = 0,0659

Massa molare (g/mol)

60,09

44

Massa (g)

5,66

2,90

Le masse molari sono:  $\text{SiO}_2$  (28,09 + 32 = 60,09 g/mol);  $\text{CO}_2$  (12 + 32 = 44 g/mol)

Le moli di  $\text{SiO}_2$  sono:  $5,66/60,09 = 0,0942$  mol. Le moli teoriche di  $\text{CO}_2$  sono le stesse, ma se ne ottengono solo il 70%:  $0,7 \cdot 0,0942 = 0,0659$  mol. La massa di  $\text{CO}_2$  è  $0,0659 \cdot 44 = 2,90$  g. (Risposta B)

25. Calcolare la densità di  $\text{SO}_2(\text{g})$  a 273 K e  $1,01 \cdot 10^5$  Pa.

- A) 1,88 g/L
- B) 1,35 g/L
- C) 1,21 g/L
- D) 2,86 g/L

**25. Soluzione**

Dalla legge dei gas  $PV = nRT$  si ricavano le moli in un litro:  $n/V = P/RT = 1/(0,0821 \cdot 273) = 0,0446$  mol/L. La MM di  $\text{SiO}_2$  è:  $28,09 + 32 = 60,09$  g/mol. La massa in un litro è  $0,0446 \cdot 60,09 = 2,68$  g/L. (Risposta D)

26. Per determinare la concentrazione di una soluzione acquosa di HCl il cui titolo esatto è  $0,1005 \pm 0,0003$  M, uno studente esegue quattro titolazioni. Dalle misure effettuate ottiene i valori che seguono:

0,1151M; 0,1149 M; 0,1152 M; 0,1150 M. Le misure eseguite sono:

- A) accurate ma non precise;
- B) precise ma non accurate;
- C) precise e accurate;
- D) né precise né accurate

**26. Soluzione**

Accuratezza è il grado di corrispondenza alla misura teorica, mentre precisione e la riproducibilità della misura. Le misure sono precise (vicine tra loro) ma non accurate (si scostano dal titolo esatto). (Risposta B)

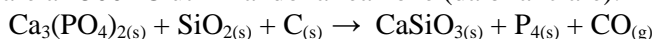
27. Un brandy ha una concentrazione di alcol etilico del 43,0% (v/v). Calcolare la concentrazione dell'alcol etilico in % (m/m), sapendo che la densità dell'alcol etilico è  $0,789$  g  $\text{mL}^{-1}$  e la densità del brandy è  $0,977$  g  $\text{mL}^{-1}$ .

- A) 21,5%
- B) 34,7%
- C) 45,7%
- D) 17,9%

**27. Soluzione**

Dalla definizione di densità  $d = m/v$  si ricava il volume che pesa 100 g:  $v = m/d = 100/0,977 = 102,35$  mL. Di questi il 43% è alcol, quindi:  $0,43 \cdot 102,35 = 44$  mL di alcol. La sua massa è:  $m = v d = 44 \cdot 0,789 = 34,7$  g. Abbiamo quindi 34,7 g di alcol in 100 g di brandy: 34,7% m/m. (Risposta B)

28. Il fosforo si può preparare a 1500 °C utilizzando la reazione (da bilanciare):

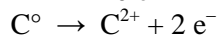
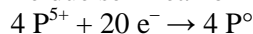


Quante moli di C occorrono per produrre 3,0 moli di  $\text{P}_4$ ?

- A) 62 mol
- B) 30 mol
- C) 48 mol
- D) 21 mol

**28. Soluzione**

Le due semireazioni sono:



va moltiplicata per 10 per scambiare 20 elettroni

Moltiplicando per 10 e sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento:  $2 \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6 \text{SiO}_2 + 10 \text{C} \rightarrow 6 \text{CaSiO}_3 + \text{P}_4 + 10 \text{CO}$

Il rapporto in moli C/ $\text{P}_4$  è 10:1 quindi servono 30 moli di C.

(Risposta B)

29. Quale composto contiene la più alta percentuale in peso di carbonio?

- A)  $\text{BaC}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
- B)  $\text{CdCO}_3$
- C)  $\text{Ni}(\text{CN})_2$
- D)  $\text{MnCO}_3$

**29. Soluzione**

In  $\text{BaC}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  ci sono 2 C per 6 O e un Ba

In  $\text{CdCO}_3$  c'è un C per 3 O e un Cd (quindi: 2 C per 6 O e 2 Cd)

In  $\text{Ni}(\text{CN})_2$  ci sono 2 C per 2 O e un Ni

In  $\text{MnCO}_3$  c'è un C per 3 O e un Mn (quindi: 2 C per 6 O e 2 Mn)

La % maggiore è in  $\text{Ni}(\text{CN})_2$ :  $24/(32 + 59) = 26\%$ .

(Risposta C)

**30.** Calcolare quanti L di una soluzione 0,058 M di glucosio contengono la stessa quantità di soluto presente in 0,25 L di una soluzione 0,080 M di glucosio.

A) 0,18 L

B) 0,24 L

C) 0,57 L

D) 0,34 L

**30. Soluzione**

Le moli nelle due soluzioni devono essere uguali quindi deve valere:  $M_1 V_1 = M_2 V_2$ .  $V_1 = (M_2 V_2)/M_1$

$V_1 = (0,080 \cdot 0,25)/0,058 = 0,34 \text{ L}$ .

(Risposta D)

**31.** La concentrazione di caffeina ( $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$ ) in una bevanda energetica è  $1,38 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ . Qual è la concentrazione di  $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$  in % (m/v) nella bevanda?

A) 0,027%

B) 0,053%

C) 0,015%

D) 0,087%

**31. Soluzione**

La massa molare della caffeina è:  $8 \cdot 12 + 10 + 4 \cdot 14 + 2 \cdot 16 = 194 \text{ g/mol}$ .

In 1L la massa è:  $194 \cdot 1,38 \cdot 10^{-3} = 0,268 \text{ g}$ . In 100 mL la massa è 0,0268 g: 0,027%.

(Risposta A)

**32.** Quanta acqua occorre aggiungere a 60 g di una soluzione di  $\text{NaNO}_3$  al 45% (m/m) per ottenere una soluzione al 18% (m/m) di  $\text{NaNO}_3$ ?

A) 10 g

B) 20 g

C) 90 g

D) 40 g

**32. Soluzione**

In 60 g di soluzione ci sono  $0,6 \cdot 45 = 27 \text{ g}$  di  $\text{NaNO}_3$ . La quantità x di acqua si ricava dalla seguente equazione:

$27/(60 + x) = 0,18$   $27 = 10,8 + 0,18 x$   $0,18 x = 16,2$   $x = 90 \text{ g}$ .

(Risposta C)

**33.** Calcolare il pH di una soluzione ottenuta mescolando 50,0 mL di una soluzione acquosa di HCl 0,020 M con 10,0 mL di una soluzione acquosa di NaOH 0,060 M.

A) 3,55

B) 4,70

C) 6,20

D) 2,17

**33. Soluzione**

Le moli di HCl sono  $0,020 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 10^{-3} \text{ mol}$ . Le moli di NaOH sono  $0,060 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ . Nella reazione HCl neutralizza NaOH e alla fine restano  $0,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  di HCl in 60 mL. La concentrazione di  $\text{H}^+$  è  $[\text{H}^+] = 0,4 \cdot 10^{-3}/60 \cdot 10^{-3} = 6,67 \cdot 10^{-3}$ .  $\text{pH} = -\log(6,67 \cdot 10^{-3}) = 2,18$ .

(Risposta D)

**34.** Indicare quale composto possiede la più alta percentuale di Si:

A)  $\text{SiO}_2$ 

B) SiC

C)  $\text{SiF}_4$ D)  $\text{Si}_3\text{N}_4$

**34. Soluzione**

Il composto è quello in cui il silicio è accompagnato dalla minor quantità di altri atomi: SiC.

La percentuale di silicio è:  $28,09/(28,09 + 12) = 70\%$ .

(Risposta B)

**35.** Calcolare le concentrazioni di ioni  $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$  e di ioni  $\text{Mg}^{2+}_{(aq)}$  in un'acqua minerale che contiene 120 mg/L di  $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$  e 25,0 mg/L di  $\text{Mg}^{2+}_{(aq)}$ :

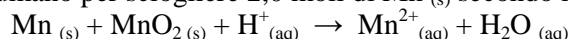
- A)  $9,71 \cdot 10^{-3}$  M;  $4,22 \cdot 10^{-3}$  M  
 B)  $7,55 \cdot 10^{-3}$  M;  $3,68 \cdot 10^{-3}$  M  
 C)  $2,99 \cdot 10^{-3}$  M;  $1,03 \cdot 10^{-3}$  M  
 D)  $5,74 \cdot 10^{-3}$  M;  $3,35 \cdot 10^{-3}$  M

**35. Soluzione**

La MA(Ca) è: 40,08 g/mol, le moli in un litro sono  $(120 \cdot 10^{-3})/40,08 = 2,99 \cdot 10^{-3}$  mol/L.

(Risposta C)

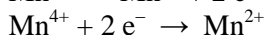
**36.** Quante moli di  $\text{H}^+$  si consumano per sciogliere 2,0 moli di  $\text{Mn}_{(s)}$  secondo la reazione (da bilanciare):



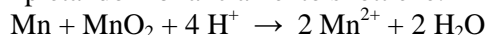
- A) 6,5 mol  
 B) 3,7 mol  
 C) 2,5 mol  
 D) 8,0 mol

**36. Soluzione**

Le due semireazioni sono:



Sommando membro a membro e completando il bilanciamento si ottiene:



Le moli di  $\text{H}^+$  sono il quadruplo di quelle di Mn, quindi ne servono  $4 \cdot 2,0 = 8,0$  mol.

(Risposta D)

**37.** Calcolare la molarità dell'ammoniaca in una soluzione di 100 mL ottenuta sciogliendo in  $\text{H}_2\text{O}$  653 mL di  $\text{NH}_3_{(g)}$  misurati a 293 K e  $9,56 \cdot 10^4$  Pa.

- A) 0,119 M  
 B) 0,327 M  
 C) 0,127 M  
 D) 0,256 M

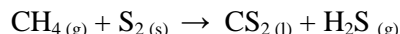
**37. Soluzione**

La pressione di  $\text{NH}_3$  è  $9,56 \cdot 10^4 / 1,013 \cdot 10^5 = 0,944$  atm. Dalla legge dei gas  $PV = nRT$  si ricavano le moli di  $\text{NH}_3$ :  $n = PV/RT = (0,944 \cdot 0,653) / (0,0821 \cdot 293) = 0,0256$  mol in 100 mL.

In un litro le moli sono 10 volte di più: 0,256 mol/L.

(Risposta D)

**38.** Calcolare quante moli di metano si consumano per produrre 8,0 mol di  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  secondo la reazione (da bilanciare):



- A) 2,7 mol  
 B) 4,0 mol  
 C) 8,3 mol  
 D) 7,4 mol

**38. Soluzione**

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

Le moli di metano sono la metà di quelle di  $\text{H}_2\text{S}$ , quindi sono:  $8,0/2 = 4,0$  mol.

(Risposta B)

**39.** Una soluzione contenente 0,74 g/L di un acido organico debole HY, con  $K_a = 1,0 \cdot 10^{-6}$ , ha  $\text{pH} = 4,0$ . Calcolare la massa molare dell'acido.

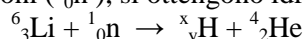
- A)  $74,0 \text{ g mol}^{-1}$       B)  $63,8 \text{ g mol}^{-1}$       C)  $95,4 \text{ g mol}^{-1}$       D)  $55,3 \text{ g mol}^{-1}$



**39. Soluzione**

Dissociazione di un acido debole:  $\text{HY} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Y}^-$   $K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{Y}^-]}{[\text{HY}]}$   $K_a = \frac{[\text{H}^+]^2}{C}$   $C = \frac{[\text{H}^+]^2}{K_a}$   
 $C = (10^{-4})^2 / 1,0 \cdot 10^{-6} = 10^{-2} \text{ mol/L}$ .  $MM_{\text{HY}} = m/n = 0,74/10^{-2} = 74 \text{ g/mol}$ . (Risposta A)

**40.** Bombardando atomi di litio con neutroni ( ${}^1_0\text{n}$ ), si ottengono idrogeno ed elio, secondo la reazione:



Determinare i valori di x e y.

- A) x = 3; y = 1
- B) x = 2; y = 3
- C) x = 1; y = 1
- D) x = 1; y = 2

**40. Soluzione**

Per la conservazione della massa:  $6 + 1 = x + 4$  da cui si ricava  $x = 3$  (risposta A)

Per la conservazione della carica:  $3 + 0 = y + 2$  da cui si ricava  $y = 1$  (trizio  ${}^3_1\text{H}$ ). (Risposta A)

**Seguono gli ultimi 20 quesiti della sola classe A**

**41.** Un recipiente dal volume di  $1,00 \text{ m}^3$  contiene  $10,0 \text{ kg}$  di ossigeno alla pressione di  $1,00 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ . Qual è la temperatura nel recipiente?

- A) 385 K
- B) 345 K
- C) 305 K
- D) 265 K

**41. Soluzione**

La pressione è:  $1,00 \cdot 10^6 / 1,013 \cdot 10^5 = 9,87 \text{ atm}$ . Le moli di  $\text{O}_2$  sono:  $10 \cdot 10^3 / 32 = 312,5 \text{ mol}$

Dalla legge dei gas  $PV = nRT$  si ricava  $T = PV/nR$

$T = (9,87 \cdot 1000) / (312,5 \cdot 0,0821) = 385 \text{ K}$ . (Risposta A)

**42.** Due sistemi sono in contatto attraverso una parete conduttrice di calore. Quando viene raggiunto uno stato di equilibrio essi hanno:

- A) uguale energia
- B) uguale temperatura
- C) uguale energia e uguale temperatura
- D) uguale capacità termica

**42. Soluzione**

Due corpi in equilibrio termico hanno la stessa temperatura. (Risposta B)

**43.** Se  $13,5 \text{ g}$  di un gas X occupano  $6,87 \text{ L}$  misurati a  $273 \text{ K}$  e a  $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ , qual è la sua massa molare?

- A)  $65,9 \text{ g mol}^{-1}$
- B)  $44,0 \text{ g mol}^{-1}$
- C)  $56,2 \text{ g mol}^{-1}$
- D)  $33,4 \text{ g mol}^{-1}$

**43. Soluzione**

Dalla legge dei gas  $PV = nRT$  si ricavano le moli:  $n = PV/RT = (1 \cdot 6,87) / (0,0821 \cdot 273) = 0,3065 \text{ mol}$

La massa molare è quindi:  $13,5 / 0,3065 = 44,0 \text{ g/mol}$ . (Risposta B)

**44.** Calcolare il pH di una soluzione ottenuta diluendo  $2,0 \text{ mL}$  di una soluzione acquosa di  $\text{HCl}$   $12,0 \text{ M}$  con  $0,65 \text{ L}$  di acqua (assumere i volumi additivi):

- A) 1,44
- B) 2,55
- C) 3,21
- D) 4,05

**44. Soluzione**

Le moli di HCl sono:  $n = V M = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 12 = 0,024 \text{ mol}$ .

La concentrazione  $[H^+]$  è:  $n/V = 0,024/0,652 = 3,681 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ .

Il pH è:  $-\log[H^+] = -\log(3,68 \cdot 10^{-2}) = 1,43$ .

(Risposta A)

**45.** La concentrazione di pentano nell'aria di ambienti industriali non può superare il valore di 810 ppm.

Indicare il valore limite di pentano in % (v/v):

- A) 0,027%
- B) 0,12%
- C) 0,081%
- D) 0,22%

**45. Soluzione**

ppm significa parti per milione, cioè molecole ogni milione di molecole. Se cerco le molecole su 100 molecole, considero un campione più piccolo di  $10^6/100 = 10^4$  volte. Quindi  $810/10^4 = 0,081$  (0,081%). (Risposta C)

**46.** Per preparare una soluzione acquosa 1 M di NaCl si è utilizzato un matraccio da 1 L. Nell'aggiungere acqua al sale, il menisco della soluzione ha superato il livello indicato dalla tacca. Si è deciso di eliminare parte della soluzione ottenuta in modo da riportare il livello a 1000 mL. La soluzione contenuta nel matraccio avrà una concentrazione:

- A)  $< 1 \text{ M}$
- B)  $> 1 \text{ M}$
- C)  $= 1 \text{ M}$
- D) non si può dire nulla sulla concentrazione

**46. Soluzione**

La soluzione è stata diluita un po' troppo, quindi la concentrazione sarà  $< 1 \text{ M}$ .

(Risposta A)

**47.** La solubilità di una sostanza in acqua indica:

- A) la quantità di sostanza che si scioglie in una determinata quantità di acqua
- B) la tendenza della sostanza a sciogliersi in acqua
- C) la quantità massima di sostanza che si scioglie in una determinata quantità di acqua
- D) la velocità con cui la sostanza si scioglie in acqua

**47. Soluzione**

La solubilità indica la quantità massima di sostanza che si scioglie in 1 L di soluzione.

(Risposta C)

**48.** Indicare la formula bruta del composto idrogenocarbonato di calcio.

- A)  $\text{CaCO}_3$
- B)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
- C)  $\text{CaCO}_2$
- D)  $\text{CaH}_2\text{CO}_3$

**48. Soluzione**

Il carbonato è  $\text{CO}_3^{2-}$ , lo ione idrogenocarbonato è  $\text{HCO}_3^-$ : ce ne vogliono due per compensare le due cariche positive del  $\text{Ca}^{2+}$ , quindi il sale è  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ .

(Risposta B)

**49.** Indicare in quale delle seguenti specie l'azoto ha numero di ossidazione +5.

- A)  $\text{N}_2$
- B)  $\text{HNO}_3$
- C)  $\text{NO}_2$
- D)  $\text{NO}_2^-$

**49. Soluzione**

In  $\text{HNO}_3$  lo stato di ossidazione dell'azoto è:  $3 \cdot 2 - 1 = 5+$ .

(Risposta B)

50. Completa la frase: gli isotopi  $^{12}\text{C}$  e  $^{14}\text{C}$  differiscono per

- A) due protoni
- B) due neutroni
- C) un protone e un neutrone
- D) due elettroni

**50. Soluzione**

Gli isotopi hanno lo stesso numero di protoni, infatti vanno nello *stesso posto (isos topos)* della tavola periodica. Differiscono per il numero di neutroni: in questo caso  $^{14}\text{C}$  ha due neutroni in più di  $^{12}\text{C}$ . (Risposta B)

51. Indicare quale delle seguenti quantità di sostanze elementari contiene il maggior numero di atomi:

- A) 56,0 g di ferro
- B) 46,0 g di sodio
- C) 100 g di platino
- D) 180 g di piombo

**51. Soluzione**

$M_{\text{Fe}} = 56 \text{ g/mol}$ ;  $M_{\text{Na}} = 23 \text{ g/mol}$ ;  $M_{\text{Pt}} = 195 \text{ g/mol}$ ;  $M_{\text{Pb}} = 207 \text{ g/mol}$

Il numero maggiore di moli (e quindi di atomi) è in 46 g di sodio ( $46/23 = 2 \text{ mol}$ ). (Risposta B)

52. Indicare quale delle seguenti coppie di specie chimiche ha la stessa configurazione elettronica.

- A) He,  $\text{I}^-$
- B)  $\text{H}^-$ ,  $\text{Al}^{3+}$
- C) Na,  $\text{Mg}^{2+}$
- D)  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{F}^-$

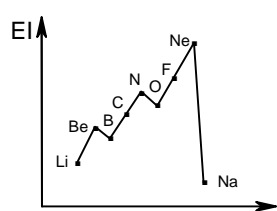
**52. Soluzione**

$\text{O}^{2-}$  ed  $\text{F}^-$  hanno acquistato elettroni per completare gli orbitali 2p ed assumere la configurazione elettronica del gas nobile successivo, Ne (ottetto elettronico). (Risposta D)

53. L'energia di prima ionizzazione è

- A) l'energia che si libera quando un atomo cede un elettrone di valenza
- B) maggiore se l'elettronegatività dell'elemento è maggiore
- C) maggiore nei metalli alcalini che negli alogeni
- D) zero nei gas nobili

**53. Soluzione**



A è errata perché l'energia non si libera, ma viene assorbita.

B è errata perché l'ossigeno (EN 3,5) ha energia di ionizzazione inferiore a quella dell'azoto (EN 3,1).

EI dipende anche dal riempimento degli orbitali, così l'ossigeno, che ha l'ultimo elettrone in un orbitale 2p doppiamente occupato (meno stabile), perde l'elettrone più facilmente dell'azoto che ha l'ultimo elettrone in un orbitale 2p semipieno.

C è errata perché, complessivamente, EI cresce lungo il periodo con l'aumentare dei

protoni nel nucleo.

D è errata perché proprio i gas nobili hanno i massimi di EI.

La domanda 53 resta senza soluzioni accettabili.

(Risposta X)

54. Indicare l'affermazione ERRATA:

- A) il volume dell'atomo di Mg è uguale a quello dello ione  $\text{Mg}^{2+}$
- B) l'atomo di fluoro è più piccolo dell'atomo di ossigeno e dell'atomo di cloro
- C) l'atomo di elio è il più piccolo della tavola periodica
- D) all'interno di ogni periodo, gli elementi del primo gruppo hanno il raggio atomico maggiore

**54. Soluzione**

A è errata perché, rispetto a Mg,  $\text{Mg}^{2+}$  attira gli elettroni più vicino, grazie alla carica positiva in eccesso nel nucleo, ed ha quindi un volume minore. (Risposta A)

55. L'elemento con configurazione elettronica:  $[\text{Ne}] 3s^2 3d^5$

- A) è un metallo di transizione
- B) è un alogeno
- C) è un elemento del terzo periodo
- D) non esiste

**55. Soluzione**

Nel secondo guscio esistono solo orbitali 2s e 2p. Gli orbitali d cominciano nel terzo guscio che ha orbitali 3s, 3p e 3d. L'elemento proposto non esiste. (Risposta D)

56. Gli atomi di Al, O, e S hanno affinità elettronica AE diversa. Indicare la relazione tra i diversi valori:

- A)  $AE(\text{Al}) > AE(\text{O}) > AE(\text{S})$
- B)  $AE(\text{O}) = AE(\text{S}) > AE(\text{Al})$
- C)  $AE(\text{O}) > AE(\text{S}) > AE(\text{Al})$
- D)  $AE(\text{S}) > AE(\text{O}) > AE(\text{Al})$

**56. Soluzione**

In prima approssimazione, l'affinità elettronica (in valore assoluto) cresce andando verso destra nei periodi o salendo nei gruppi. Quindi  $AE(\text{O}) > AE(\text{S})$  (stesso gruppo);  $AE(\text{S}) > AE(\text{Al})$  (stesso periodo). (Risposta C)

57. Il triossido di zolfo è un'anidride. In acqua si trasforma in:

- A) acido solfidrico
- B) acido solforoso
- C) acido solforico
- D) nessuno dei tre

**57. Soluzione**

Si trasforma in acido solforico con la reazione:  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ . (Risposta C)

58. La vitamina D<sub>3</sub> (colecalfiferolo) viene somministrata ai pazienti carenti, in soluzione di olio d'oliva. Si può dedurre che tale vitamina è:

- A) apolare
- B) polare
- C) liquida
- D) nessuna delle tre

**58. Soluzione**

Dato che le sostanze si sciolgono in solventi con caratteristiche simili di polarità, la vitamina D<sub>3</sub> deve essere apolare come l'olio d'oliva. (Risposta A)

59. Indicare l'affermazione corretta:

- A)  $\text{KHCO}_3$  è un sale
- B)  $\text{NaClO}_4$  è un composto covalente polare
- C) HI è un composto covalente apolare
- D) CaO è un'anidride

**59. Soluzione**

$\text{KHCO}_3$  è un sale. Anche  $\text{NaClO}_4$  è un sale (non è quindi covalente polare). HI è covalente polare (non è apolare) e CaO è un ossido basico (non è un'anidride). (Risposta A)

60. Indicare in quale delle seguenti specie è presente un legame covalente dativo.

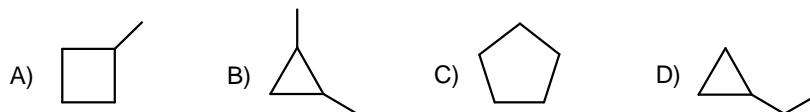
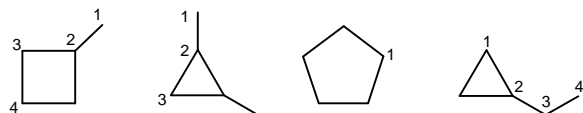
- A)  $\text{NH}_4^+$
- B)  $\text{HCO}_3^-$
- C)  $\text{CH}_4$
- D)  $\text{N}_2$

**60. Soluzione**

I legami covalenti dativi o di coordinazione una volta formati sono dei normali legami covalenti. Il termine dativo si riferisce a come si può immaginare che il legame si sia formato. Si tratta di legami tra una base di Lewis (che dona una coppia di elettroni) e un acido di Lewis (che la accetta).  $\text{NH}_4^+$  è un classico esempio nel quale l'azoto di  $\text{NH}_3$  ha donato la coppia di elettroni di non legame all' $\text{H}^+$  per formare il quarto legame. (A rigore anche tra  $\text{O}^-$  e  $\text{H}^+$  in  $\text{HCO}_3^-$  vi è un legame dativo....). (Risposta A)

**Qui riprendono i quesiti della classe B (41-60)**

41. Quale dei seguenti cicloalcani, con formula molecolare  $C_5H_{12}$ , forma un solo prodotto di monoclorurazione quando viene riscaldato in presenza di  $Cl_2$ ?

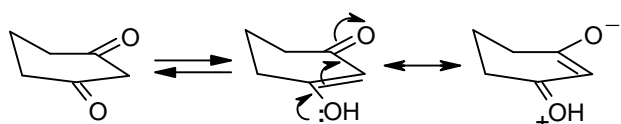
**41. Soluzione**

In figura sono indicati i punti dove si formano prodotti di monoclorurazione diversi.

Solo il composto C dà un solo prodotto di monoclorurazione, mentre gli altri ne danno 3 o 4. (Risposta C)

42. Le aldeidi e i chetoni con almeno un idrogeno sul carbonio  $\alpha$  sono in equilibrio con le loro rispettive forme enoliche, e generalmente l'equilibrio è spostato verso la forma carbonilica. Perché nel caso dell' 1,3-cicloesandione, invece, l'equilibrio è spostato verso la forma enolica?

- A) la forma enolica è stabilizzata dalla coniugazione  
 B) la forma enolica è stericamente meno impedita  
 C) la forma enolica è stabilizzata da un legame a idrogeno intramolecolare  
 D) la forma enolica ha una maggiore reattività

**42. Soluzione**

Il doppio legame dell'enolo è coniugato col carbonile e questa risonanza stabilizza la forma enolica rispetto quella che si forma quando vi è un solo chetone, come nel cicloesandione. (Risposta A)

43. La pressione osmotica del sangue è  $7,75 \cdot 10^5$  Pa. Si vuole preparare 1,00 L di soluzione di glucosio ( $C_6H_{12}O_6$ ) isotonica rispetto al sangue. Quanto glucosio bisogna utilizzare?

- A) 45,6 g  
 B) 54,1 g  
 C) 72,5 g  
 D) 66,2 g

**43. Soluzione**

La pressione osmotica obbedisce alla legge dei gas  $PV = nRT$  da cui calcolo le moli  $n = PV/RT$

Dove  $P = 7,75 \cdot 10^5 / 1,013 \cdot 10^5 = 7,65$  atm  $n = 7,65 \cdot 1 / 0,0821 \cdot 298 = 0,3127$  mol

Dato che la massa molare del glucosio è 180 g/mol, la massa da usare è:  $0,3127 \cdot 180 = 56,3$  g. (Risposta B)

44. Un sistema adiabatico si espande da  $1,0 \text{ m}^3$  a  $1,3 \text{ m}^3$  contro una pressione esterna costante di  $1,00 \cdot 10^4$  Pa. Qual è la variazione di energia interna?

- A)  $\Delta U = -3,0$  kJ  
 B)  $\Delta U = -30$  kJ  
 C)  $\Delta U = 30$  kJ  
 D)  $\Delta U = -40$  kJ

**44. Soluzione**

In un sistema adiabatico non vi è scambio di calore con l'ambiente ( $Q = 0$ ). Per il primo principio vale:

$\Delta U = Q - W$  ( $Q = 0$ )  $\Delta U = -W$  (se il sistema compie lavoro, si abbassa la sua energia interna)

$\Delta U = -P\Delta V = -10^4 \cdot 0,3 = -3$  kJ.

(Risposta A)

45. Si consideri la conversione dell'ozono in ossigeno molecolare. Se in determinate condizioni la velocità con cui si produce ossigeno è  $6,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ , la velocità con cui si consuma l'ozono sarà:

- A)  $9,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$   
 B)  $12,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$   
 C)  $6,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$   
 D)  $4,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$

**45. Soluzione**

$2 \text{ O}_3 \rightarrow 3 \text{ O}_2$  La velocità con cui si consuma  $\text{O}_3$  è  $2/3$  di  $6 = 4 \cdot 10^{-5} \text{ M/s}$ . (Risposta D)

46. Si osserva sperimentalmente che la velocità della reazione  $\text{A} \rightarrow \text{Prodotti}$  non cambia se varia la concentrazione di A. Qual è l'ordine di tale reazione? Quale andamento avrà la concentrazione di A al trascorrere del tempo?

- A) primo ordine; la concentrazione di A diminuisce linearmente  
 B) ordine zero; la concentrazione di A diminuisce linearmente  
 C) ordine zero; la concentrazione di A non cambia  
 D) primo ordine; il logaritmo della concentrazione di A diminuisce linearmente

**46. Soluzione**

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

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

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

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

Se la velocità di reazione non dipende da A, la reazione è di ordine zero ( $v = k$ ).

La concentrazione di A diminuisce linearmente ( $A_0 - A = kt$ ). (Risposta B)

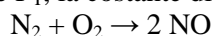
47. L'equilibrio di formazione dell'acqua:  $2 \text{ H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}_{(g)}$   
 si sposta a destra se la temperatura diminuisce. Si può quindi concludere che:

- A) la reazione ha un  $\Delta H$  maggiore di zero  
 B) la reazione è endotermica  
 C) la reazione è esotermica  
 D) non si può trarre alcuna conclusione in assenza di dati aggiuntivi

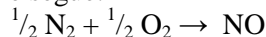
**47. Soluzione**

Per il principio dell'equilibrio mobile di Le Chatelier, una reazione all'equilibrio tende a contrastare ogni perturbazione del sistema. Se la reazione si sposta a destra quando la temperatura diminuisce, significa che spostandosi a destra produce più calore, quindi la reazione è esotermica. (Risposta C)

48. Alla temperatura di 300 K e alla pressione  $P_T$ , la costante di equilibrio per la reazione:



è  $K_p$ . Se, invece, la reazione viene scritta come segue:



la costante di equilibrio sarà:

- A)  $(K_p)^{1/2}$       B)  $K_p$       C)  $(K_p)^2$       D)  $K_p \cdot P_T$

**48. Soluzione**

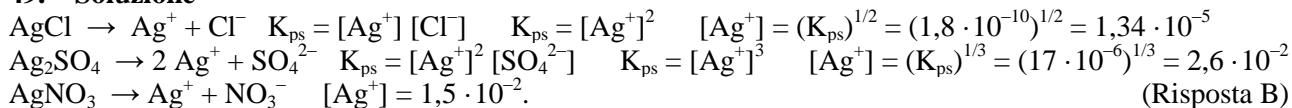
Nel primo caso (considerando solo il numeratore)  $K_p = [\text{NO}]^2$  Nel secondo caso  $K_{1p} = [\text{NO}]$

Quindi  $K_{1p} = (K_p)^{1/2}$ . (Risposta A)

49. In quale soluzione vi è la concentrazione di ioni  $\text{Ag}^+$  maggiore?

$K_{ps}(\text{AgCl}) = 1,8 \cdot 10^{-10}$ ;  $K_{ps}(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 1,7 \cdot 10^{-5}$ ;  $K_{ps}(\text{AgCN}) = 1,2 \cdot 10^{-16}$ .

- A) soluzione satura di AgCl  
 B) soluzione satura di  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$   
 C) soluzione 0,015 M di  $\text{AgNO}_3$   
 D) soluzione satura di AgCN

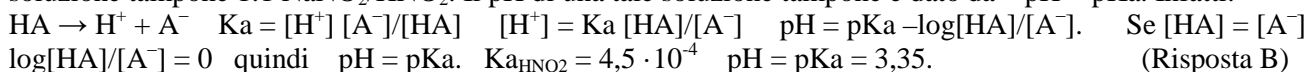
**49. Soluzione**

**50.** Calcolare il pH di una soluzione ottenuta sciogliendo in acqua 0,015 mol di HCl e 0,030 mol di NaNO<sub>2</sub> e portando il volume a 0,50 L.

- A) 2,2  
B) 3,3  
C) 4,3  
D) 4,9

**50. Soluzione**

La reazione tra HCl e NaNO<sub>2</sub> trasforma metà delle molecole di NaNO<sub>2</sub> in HNO<sub>2</sub> per cui alla fine abbiamo una soluzione tampone 1:1 NaNO<sub>2</sub>/HNO<sub>2</sub>. Il pH di una tale soluzione tampone è dato da pH = pKa. Infatti:



**51.** Quanti grammi di acqua devono evaporare da 80,0 g di una soluzione al 37,0% (m/m) di KBr, per ottenere una soluzione al 55,0%?

- A) 34,3 g  
B) 12,8 g  
C) 11,7 g  
D) 26,2 g

**51. Soluzione**

Su 100 g di soluzione vi sono 37 g di KBr e quindi 100 - 37 = 63 g di H<sub>2</sub>O.

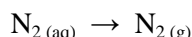
In 80 g di soluzione vi sono 37 · 0,8 = 29,6 g di KBr e 63 · 0,8 = 50,4 g di H<sub>2</sub>O.

Perché KBr sia il 55% deve essere sciolto in (29,6/55) · 45 = 24,2 g di H<sub>2</sub>O.

Devono evaporare 50,4 - 24,2 = 26,2 g di acqua.

(Risposta D)

**52.** Alla temperatura di 293 K, in 250 mL di soluzione acquosa sono sciolti 0,019 g di N<sub>2(aq)</sub> nelle condizioni in cui la pressione parziale di N<sub>2(g)</sub> sulla soluzione è 1,01 · 10<sup>5</sup> Pa. Calcolare la costante (in unità Pa/M) relativa all'equilibrio:



- A) 4,11 · 10<sup>6</sup> Pa/M  
B) 1,55 · 10<sup>5</sup> Pa/M  
C) 3,73 · 10<sup>7</sup> Pa/M  
D) 8,44 · 10<sup>7</sup> Pa/M

**52. Soluzione**

In un litro di soluzione sono sciolti 0,019 · 4 = 0,076 g di N<sub>2</sub> che corrispondono a 0,076/28 = 2,71 · 10<sup>-3</sup> mol

La K di equilibrio della reazione è: K = P<sub>N<sub>2</sub></sub>/M<sub>N<sub>2</sub></sub> = 1,01 · 10<sup>5</sup>/2,71 · 10<sup>-3</sup> = 3,73 · 10<sup>7</sup> Pa/M. (Risposta C)

**53.** Calcolare il pH di una soluzione ottenuta mescolando: 100,0 mL di NH<sub>4</sub>Cl<sub>(aq)</sub> 0,020 M con 20,0 mL di HCl<sub>(aq)</sub> 0,030 M e 50,0 mL di NaOH<sub>(aq)</sub> 0,052 M. Considerare i volumi additivi.

- A) 10,7    B) 12,5    C) 7,21    D) 9,15

**53. Soluzione**

In 20 mL di HCl 0,03 M vi sono: 20 · 10<sup>-3</sup> · 0,03 = 0,6 · 10<sup>-3</sup> mol.

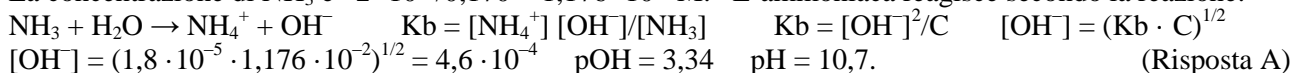
In 50 mL di NaOH 0,052 M vi sono: 50 · 10<sup>-3</sup> · 0,052 = 2,6 · 10<sup>-3</sup> mol.

NaOH viene in parte neutralizzato da HCl e ne restano: (2,6 - 0,6) · 10<sup>-3</sup> = 2 · 10<sup>-3</sup> mol NaOH

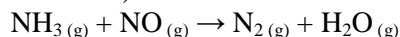
In 100 mL di NH<sub>4</sub>Cl 0,02 M vi sono: 100 · 10<sup>-3</sup> · 0,02 = 2 · 10<sup>-3</sup> mol.

Nel complesso NaOH reagisce completamente con NH<sub>4</sub>Cl formando 2 · 10<sup>-3</sup> mol di NH<sub>3</sub> in 170 mL.

La concentrazione di NH<sub>3</sub> è 2 · 10<sup>-3</sup>/0,170 = 1,176 · 10<sup>-2</sup> M. L'ammoniaca reagisce secondo la reazione:



54. A 1000 K avviene la reazione (da bilanciare):

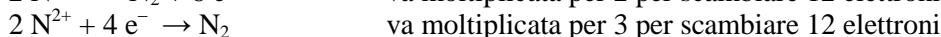


Quante moli di  $\text{N}_2$  si ottengono se si mettono a reagire 15,3 mol di NO e 8,5 mol di  $\text{NH}_3$ ?

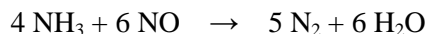
- A) 12,1 mol      B) 11,2 mol      C) 13,1 mol      D) 10,6 mol

#### 54. Soluzione

Le due semireazioni sono:



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



Coefficienti	4	6	5
Moli (mol)	8,5	(15,3)	10,65

Le moli di NO che reagiscono con 8,5 mol di  $\text{NH}_3$  sono:  $(8,5/4) \cdot 6 = 12,75$  mol. Le moli di NO sono in eccesso.

Le moli di  $\text{N}_2$  che si formano da 8,5 mol di  $\text{NH}_3$  sono:  $(8,5/4) \cdot 5 = 10,65$  mol. (Risposta D)

55. Mettendo a reagire 2,00 mol di  $\text{N}_2$  con una quantità stechiometrica di  $\text{H}_2$ , ad alta temperatura, si forma  $\text{NH}_3$ . Calcolare il numero di moli di tutte le specie presenti alla fine della trasformazione, se la reazione ha una resa del 75%.

- A) 1,0 mol  $\text{N}_2$ ; 3,0 mol  $\text{H}_2$ ; 2,0 mol  $\text{NH}_3$   
 B) 0,5 mol  $\text{N}_2$ ; 1,5 mol  $\text{H}_2$ ; 3,0 mol  $\text{NH}_3$   
 C) 0,7 mol  $\text{N}_2$ ; 0,21 mol  $\text{H}_2$ ; 1,75 mol  $\text{NH}_3$   
 D) 0,25 mol  $\text{N}_2$ ; 0,50 mol  $\text{H}_2$ ; 3,0 mol  $\text{NH}_3$

#### 55. Soluzione

La reazione che avviene è:  $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$

Moli iniziali                      2      6

Moli finali                        0,5    1,5

Se la resa è 75%, le moli non reagite sono il 25%

Le moli finali di  $\text{N}_2$  sono  $0,25 \cdot 2 = 0,5$  mol. Le moli finali di  $\text{H}_2$  sono  $0,25 \cdot 6 = 1,5$  mol

Le moli finali di  $\text{NH}_3$  sono  $(2 - 0,5) \cdot 2 = 3$  mol. (Risposta B)

56. Nella struttura di Lewis dello ione  $\text{NO}_3^-$  la carica formale sull'azoto è:

- A) 0  
 B) +1  
 C) +2  
 D) +3

#### 56. Soluzione

Nello ione nitrato l'azoto fa quattro legami e quindi sta utilizzando anche il suo doppietto di non legame. Attorno all'azoto invece dei normali 5 elettroni ve ne sono solo 4.

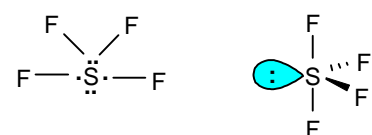
L'azoto ha una carica formale positiva: +1. (Risposta B)

57. Indicare, in base della teoria VSEPR, quale delle due specie,  $\text{SF}_4$  e  $\text{NH}_4^+$ , ha una geometria a cavalletto:

- A) solo  $\text{SF}_4$   
 B) solo  $\text{NH}_4^+$   
 C) ambedue le specie  
 D) nessuna delle due specie

#### 57. Soluzione

Sappiamo che  $\text{NH}_4^+$  (come il metano  $\text{CH}_4$ ) ha una struttura tetraedrica.



Analizziamo  $\text{SF}_4$ . Lo zolfo (come l'ossigeno) ha 6 elettroni di valenza. Con 4 elettroni lega i 4 atomi di fluoro, restano due elettroni che formano una coppia di non legame. Le coppie da alloggiare attorno a S sono  $4 + 1 = 5$  quindi sono disposte come una bipiramide trigonale. La coppia di non legame va posta su uno dei vertici della base (angoli più grandi:  $120^\circ$ ). La molecola assume quindi

una geometria a cavalletto. (Risposta A)



**58.** La reazione tra zinco e acido solforico produce solfato di zinco e idrogeno gassoso. Calcolare quanti grammi di solfato di zinco si producono se si formano 28,0 L di  $H_2$  misurato a 273,15 K e 101,3 kPa.

- A) 202,0 g  
 B) 404,0 g  
 C) 606,0 g  
 D) 134,7 g

**58. Soluzione**

La reazione è:  $Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$

Dalla legge dei gas  $PV = nRT$  possiamo ottenere le moli di  $H_2$ :  $n = PV/RT = 1 \cdot 28/0,0821 \cdot 273 = 1,25$  mol

Il rapporto in moli  $H_2/ZnSO_4$  è 1:1, quindi si ottengono 1,25 moli di  $ZnSO_4$

La massa molare di  $ZnSO_4$  è  $MM = 65,38 + 32,06 + 64 = 161,4$  g/mol

La massa di  $ZnSO_4$  è  $161,4 \cdot 1,25 = 202$  g.

(Risposta A)

**59.** 2,95 g di un miscuglio costituito unicamente da carbonato di calcio e carbonato di magnesio vengono completamente decomposti per riscaldamento. Dalla decomposizione si ottengono 750 mL di  $CO_2$  misurati a 298 K e 101,3 kPa. Calcolare la composizione percentuale della miscela.

- A)  $CaCO_3 = 74,58\%$ ;  $MgCO_3 = 25,42\%$   
 B)  $CaCO_3 = 62,64\%$ ;  $MgCO_3 = 37,36\%$   
 C)  $CaCO_3 = 30,51\%$ ;  $MgCO_3 = 69,49\%$   
 D)  $CaCO_3 = 88,3\%$ ;  $MgCO_3 = 11,7\%$

**59. Soluzione**

La reazione è  $CaCO_3 + MgCO_3 \rightarrow CaO + MgO + 2 CO_2$

Le masse molari sono:  $CaCO_3$  (40,08 + 12 + 48 = 100,08 g/mol);  $MgCO_3$  (24,3 + 12 + 48 = 84,3 g/mol)

Le moli di  $CO_2$  si ricavano dalla legge dei gas  $PV = nRT$   $n = PV/RT$   $n = 1 \cdot 0,75/0,0821 \cdot 298 = 0,030655$  mol

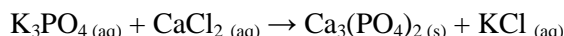
Le moli di  $CO_2$  sono la somma delle moli dei due sali:  $x =$  moli  $CaCO_3$   $(0,030655 - x) =$  moli  $MgCO_3$

$x \cdot MM(CaCO_3) + (0,030655 - x) \cdot MM(MgCO_3) = 2,95$  g  $100,08 x + 84,3 (0,030655 - x) = 2,95$

$100,08 x + 2,584 - 84,3 x = 2,95$   $15,78 x = 0,366$   $x = 0,0232$  mol  $0,0232 \cdot 100,08 = 2,32$  g  $CaCO_3$

$2,32/2,95 = 78,6\%$   $CaCO_3$  e quindi  $21,4\%$   $MgCO_3$ . (Nessuna risposta)

**60.** Calcolare quanti grammi di  $Ca_3(PO_4)_2$  si ottengono facendo reagire 22 g di  $K_3PO_4$  con 12 g di  $CaCl_2$ . La reazione (da bilanciare) è:



- A) 44 g  
 B) 33 g  
 C) 22 g  
 D) 11 g

**60. Soluzione**

La reazione bilanciata è:  $2 K_3PO_4 + 3 CaCl_2 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 6 KCl$

Coefficienti  $\quad \quad \quad 2 \quad \quad \quad 3 \quad \quad \quad 1$

Moli (mol)  $\quad \quad \quad (0,1036) \quad (0,155) \quad 0,108 \quad \quad \quad 0,036$

MM (g/mol)  $\quad \quad \quad 212,3 \quad \quad \quad 111 \quad \quad \quad 310,2$

Massa (g)  $\quad \quad \quad (22) \quad \quad \quad 12 \quad \quad \quad 11,2$

Le masse molari sono:

$K_3PO_4$  ( $3 \cdot 39,1 + 31 + 64 = 212,3$ );  $CaCl_2$  ( $40,1 + 2 \cdot 35,45 = 111$ );  $Ca_3(PO_4)_2$  ( $120,2 + 95 \cdot 2 = 310,2$ )

Il  $K_3PO_4$  è in eccesso: le moli sono  $22/212,3 = 0,1036$  mol che richiedono  $(3/2) \cdot 0,1036 = 0,155$  moli di  $CaCl_2$ .

Il  $CaCl_2$  è il reagente limitante: le sue moli sono  $12/111 = 0,108$  mol

Le moli di  $Ca_3(PO_4)_2$  sono  $(1/3) \cdot 0,108 = 0,036$  mol quindi la massa è  $310,2 \cdot 0,036 = 11,2$  g. (Risposta D)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato