

## Giochi della Chimica 2014

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

1. Gli isotopi di un elemento hanno:
- ugual numero di protoni e diverso numero di neutroni
  - ugual numero di neutroni e diverso numero di protoni
  - ugual numero di protoni e diverso numero di elettroni
  - ugual numero di neutroni e diverso numero di elettroni

#### 1. Soluzione

Gli isotopi (dal greco isos topos: stesso posto) sono atomi che si trovano nello stesso posto della tavola periodica e quindi sono lo stesso elemento cioè hanno lo stesso numero di protoni, ma hanno un numero diverso di neutroni. Il carbonio, ad esempio, consiste per il 99% di  $^{12}\text{C}$  (6 protoni, 6 neutroni) e per l'1% di  $^{13}\text{C}$  (6 protoni, 7 neutroni). Questi sono gli unici isotopi stabili del carbonio. Esiste anche il  $^{14}\text{C}$  (in tracce), ma è instabile e radioattivo, con un tempo di dimezzamento di 5730 anni. (Risposta A)

2. I vecchi libri di testo parlavano in modo non corretto di “numero di Avogadro”. Nei testi recenti si riporta correttamente la definizione di “costante di Avogadro”. Infatti un numero è adimensionale, mentre la definizione stessa di mole impone una dimensionalità alla “costante di Avogadro”. Indicare il simbolo attuale e le dimensioni della costante di Avogadro.

- $N = 6,0221 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- $N_A = 6,0221 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- $N_A = 6,0221 \cdot 10^{-23} \text{ mol}^{-1}$
- $N_A = 6,0221 \cdot 10^{23} \text{ mol}$

#### 2. Soluzione

Il numero di Avogadro è il rapporto tra le unità di misura  $g$  e  $u$ :  $N = g/u = 6,022 \cdot 10^{23}$ .

Dato che un numero di Avogadro di molecole è stato definito una mole, si è introdotta la costante di Avogadro  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}/\text{mol}$ . (Risposta B)

3. A 323,15 K, il prodotto ionico dell'acqua è  $5,47 \cdot 10^{-14}$ . Calcolare il pH di una soluzione di NaOH 0,01 M a questa temperatura.

- 12,7
- 11,3
- 14,0
- 10,8

#### 3. Soluzione

In NaOH 0,01 M  $[\text{OH}^-] = 10^{-2}$  M. La dissociazione dell'acqua è:  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$   $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$ .  $[\text{H}^+] = K_w/[\text{OH}^-] = 5,47 \cdot 10^{-14}/10^{-2} = 5,47 \cdot 10^{-12}$  M.  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 5,47 \cdot 10^{-12} = 11,3$ . (Risposta B)

4. 10 mL di un acido forte HX 0,1 M reagiscono con 1 mL di NaOH 1 M. Calcolare il pH della soluzione.

- 7
- compreso tra 6 e 7
- compreso tra 7 e 8
- 8,4

#### 4. Soluzione

Le mmoli di HX sono:  $n = M V = 0,1 \cdot 10 = 1,0$  mmol. Le mmoli di NaOH sono:  $1 \cdot 1 = 1,0$  mmol. Reagiscono uno stesso numero di moli di HX e NaOH: acido e base forte si neutralizzano, il pH finale è 7. (Risposta A)

5. Il bromo ha massa atomica 79,904 u ed esiste in natura come miscela di due isotopi. Uno dei due,  $^{79}\text{Br}$ , ha una massa di 78,918 u e abbondanza naturale del 50,690%. Quale deve essere la massa dell'altro isotopo,  $^{81}\text{Br}$ ?

- 76,769 u
- 81,126 u
- 80,918 u
- 79,997 u

#### 5. Soluzione

Se  $^{79}\text{Br}$  ha una massa appena inferiore a 79 u,  $^{81}\text{Br}$  deve avere una massa appena inferiore a 81 u (80,918 u). Risolviamo l'esercizio. L'abbondanza di  $^{81}\text{Br}$  è  $100 - 50,690 = 49,31\%$ . La massa atomica di Br è la media pesata della massa dei suoi due isotopi. Chiamando  $x$  la massa di  $^{81}\text{Br}$ , si ha:  $(78,918 \cdot 0,5069) + (x \cdot 0,4931) = 79,904$   
 $40,004 + 0,4931 x = 79,904$  da cui:  $x = 39,90/0,4931 = 80,917$  u. (Risposta C)

6. Indicare quanti atomi sono presenti in una mole di molecole di fosforo bianco. Il fosforo bianco è un allotropo del fosforo costituito da molecole tetraedriche di formula  $P_4$ .

- A)  $6,022 \cdot 10^{23}$  atomi
- B)  $2,409 \cdot 10^{24}$  atomi
- C)  $4,818 \cdot 10^{24}$  atomi
- D)  $1,505 \cdot 10^{28}$  atomi

**6. Soluzione**

In una mole ci sono  $N$  molecole  $P_4$ , quindi  $4 N$  atomi di P:  $4 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 2,409 \cdot 10^{24}$  atomi. (Risposta B)

7. Un aumento di pressione di un gas produce:

- A) un aumento della velocità quadratica media delle particelle gassose
- B) un aumento del cammino libero medio
- C) un aumento della frequenza di urto sulle pareti del recipiente
- D) nessun aumento

**7. Soluzione**

Se l'aumento di pressione avviene a temperatura costante, le molecole sono compresse in un volume minore, quindi vi sono più molecole per unità di volume, e aumenta la frequenza degli urti sulle pareti. (Risposta C)

8. Indicare l'affermazione ERRATA relativa al calcio.

- A) il simbolo del calcio è Ca
- B) il calcio appartiene allo stesso gruppo della tavola periodica del bario
- C) il calcio è un elemento del gruppo IIA della tavola periodica
- D) il calcio è un metallo alcalino

**8. Soluzione**

I metalli alcalini sono quelli del primo gruppo, quelli del secondo gruppo sono alcalino-terrosi. (Risposta D)

9. L'energia di ionizzazione:

- A) aumenta lungo il gruppo
- B) è l'energia minima in gioco quando un atomo gassoso acquista un elettrone
- C) è l'energia minima necessaria a rimuovere un elettrone da un atomo gassoso
- D) diminuisce lungo il periodo

**9. Soluzione**

L'energia di ionizzazione diminuisce scendendo lungo un gruppo e aumenta lungo un periodo (A e D errate)

EI è l'energia minima necessaria per rimuovere un elettrone da un atomo gassoso come nella reazione:



10. Calcolare il pH di una soluzione ottenuta mescolando 50 mL di NaOH 0,010 M con 25 mL di HCl 0,040 M.

- A) 4,20
- B) 7,00
- C) 2,18
- D) 10,2

**10. Soluzione**

Le moli di NaOH sono:  $n = M V = 0,01 \cdot 50 = 0,5$  mmol. Le moli di HCl sono:  $0,04 \cdot 25 = 1$  mmol. Nella reazione 0,5 mmol di NaOH neutralizzano 0,5 mmol di HCl. Restano 0,5 mmol di HCl in 75 mL di soluzione.

La molarità di HCl è  $0,5/75 = 0,00667$  M.  $pH = -\log C = -\log 0,00667 = 2,18$ . (Risposta C)

11. Calcolare la massa molecolare di un composto XY, sapendo che una soluzione ottenuta sciogliendo 10,20 g in 0,5 L risulta 0,159 M.

- A) 110,4
- B) 128,3
- C) 144,6
- D) 201,5

**11. Soluzione**

Le moli di XY in soluzione sono:  $n = M V = 0,159 \cdot 0,5 = 0,0795$  mol.

La MM di XY è:  $10,2/0,0795 = 128,3$  g/mol. (Risposta B)

12. Le benzine sono costituite da miscele di:

- A) carboidrati      B) polimeri      C) idrocarburi      D) bitumi

**12. Soluzione**

Le benzine sono costituite da miscele di idrocarburi.

(Risposta C)

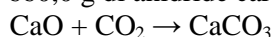
13. Indicare, tra i seguenti gruppi della tavola periodica, quello che contiene solo elementi gassosi a temperatura ambiente e a pressione atmosferica.

- A) IA      B) VIIA      C) VA      D) VIIIA

**13. Soluzione**

Il gruppo che contiene solo elementi gassosi a 25 °C e 1 atm è quello dei gas nobili: 18 (VIIIA). (Risposta D)

14. Indicare la massa di carbonato di calcio, CaCO<sub>3</sub>, noto come calcare, che si può ottenere dalla reazione quantitativa di 560,0 g di ossido di calcio con 660,0 g di anidride carbonica secondo la reazione:



- A) 999,0 g di CaCO<sub>3</sub>  
 B) 1222 g di CaCO<sub>3</sub>  
 C) 1488 g di CaCO<sub>3</sub>  
 D) 665,0 g di CaCO<sub>3</sub>

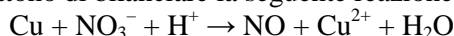
**14. Soluzione**

La massa molare di CaO è: 40 + 16 = 56 g/mol. Le moli di CaO sono: 560/56 = 10 mol

La massa molare di CO<sub>2</sub> è: 12 + 32 = 44 g/mol. Le moli di CO<sub>2</sub> sono: 660/44 = 15 mol (sono in eccesso).

La massa molare di CaCO<sub>3</sub> è: 40 + 12 + 48 = 100 g/mol. La massa di CaCO<sub>3</sub> è 10 · 100 = 1000 g. (Risposta A)

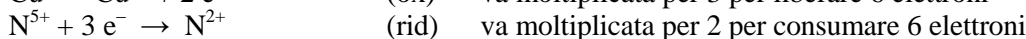
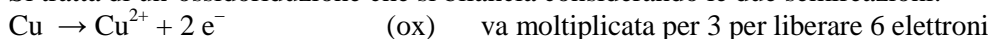
15. Indicare i coefficienti che permettono di bilanciare la seguente reazione (riportati in modo disordinato).



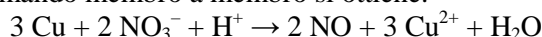
- A) 3, 3, 2, 2, 4, 6      B) 8, 2, 3, 2, 4, 3      C) 4, 2, 8, 3, 8, 3      D) 4, 2, 2, 3, 4, 8

**15. Soluzione**

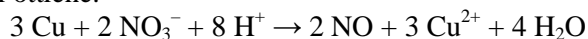
Si tratta di un'ossidazione che si bilancia considerando le due semireazioni:



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



Completando il bilanciamento si ottiene:



I coefficienti sono, in ordine crescente: 2, 2, 3, 3, 4, 8.

(Risposta B)

16. Il sale MgCl<sub>2</sub> è solubile in acqua. Sciogliendo 3 mol di MgCl<sub>2</sub> in un litro di acqua, si ottengono:

- A) 1 mol di Mg<sup>2+</sup> e 2 mol di Cl<sup>-</sup>  
 B) 3 mol di Mg<sup>2+</sup> e 3 mol di Cl<sup>-</sup>  
 C) 3 mol di Mg<sup>2+</sup> e 6 mol di Cl<sup>-</sup>  
 D) 3 mol di Mg<sup>2-</sup> e 6 mol di Cl<sup>+</sup>

**16. Soluzione**

Nella reazione MgCl<sub>2</sub> → Mg<sup>2+</sup> + 2 Cl<sup>-</sup>, da 3 mol di MgCl<sub>2</sub> si ottengono 3 mol di Mg<sup>2+</sup> e 6 mol di Cl<sup>-</sup>. (Risposta C)

17. Quanta acqua occorre aggiungere a 50 g di una soluzione al 50% (m/m) di NaCl per avere una soluzione al 14%?

- A) 128,6 g      B) 212,4 g      C) 115,8 g      D) 98,40 g

**17. Soluzione**

Nella prima soluzione vi sono: 50 · 0,5 = 25 g di NaCl. La quantità di NaCl non cambia nella seconda soluzione.

La massa totale della seconda soluzione è 25 · (100/14) = 178,6 g.

La massa di acqua aggiunta è 178,6 – 50 = 128,6 g.

(Risposta A)

18. La percentuale volumetrica di argon (Ar) nell'aria è 0,93% (uguale anche alla % in moli). Calcolare la massa di Ar in 2 m<sup>3</sup> di aria alle vecchie condizioni normali (273,15 K, 1,013 · 10<sup>5</sup> Pa).

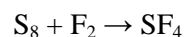
- A) 25,7 g                      B) 33,2 g                      C) 7,41 g                      D) 66,4 g

### 18. Soluzione

Dalla legge dei gas si ricavano le moli di aria:  $n = PV/RT = (1 \cdot 2000)/(0,0821 \cdot 273) = 89,23$  mol.

Le moli di Ar sono:  $89,23 \cdot 0,0093 = 0,83$  mol. La massa di Ar è:  $0,83 \cdot 39,95 = 33,2$  g. (Risposta B)

19. Indicare la massa di SF<sub>4</sub> che si può ottenere dalla reazione quantitativa di 256 g di S<sub>8</sub> con 532 g di F<sub>2</sub>, secondo la reazione (da bilanciare):



- A) 575 g                      B) 756 g                      C) 342 g                      D) 222 g

### 19. Soluzione

La reazione è:  $S + 2 F_2 \rightarrow SF_4$  (dove con S si intende  $\frac{1}{8} S_8$ )

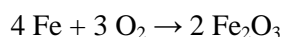
Moli (mol)            (8)    14    7

MM (g/mol)        32    38    108

Massa (g)         256   532   756

Le moli di S sono:  $256/32 = 8$  mol. Le moli di F<sub>2</sub> sono:  $532/38 = 14$  mol e sono in difetto: le moli di S che possono reagire sono solo 7 e si formano solo 7 moli di SF<sub>4</sub>. La massa molare di SF<sub>4</sub> è:  $32 + 4 \cdot 19 = 108$  g/mol. La massa di SF<sub>4</sub> che si ottiene è:  $7 \cdot 108 = 756$  g. (Risposta B)

20. Indicare in modo inequivocabile la quantità di ossigeno che bisogna far reagire con 4,0 mol di atomi di ferro, perché la seguente reazione sia completa:



- A) 3,0 mol di atomi di ossigeno  
 B) 3,0 mol di molecole di ossigeno  
 C) 6,0 mol di molecole di ossigeno  
 D) 12,0 mol di molecole di ossigeno

### 20. Soluzione

Con 4 moli di Fe reagiscono 3 moli di O<sub>2</sub>.

(Risposta B)

21. Calcolare la quantità di calore che occorre fornire a una tazza di tè (200 mL) per riscaldarla da 25 °C a 90 °C. Si assuma che il tè abbia la stessa densità e la stessa capacità termica specifica dell'acqua (4,184 J K<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>) e si trascuri il contributo delle dispersioni e della capacità termica della tazza.

- A) 16 kJ                      B) 54 kJ                      C) 74 kJ                      D) 90 kJ

### 21. Soluzione

Il tè ha densità 1, quindi la sua massa è di 200 g. Il salto di temperatura  $\Delta T$  è  $90 - 25 = 65$  °C.

Il calore necessario è dato da:  $Q = m c \Delta T = 200 \cdot 4,184 \cdot 65 = 54392$  J (54 kJ).

(Risposta B)

22. 0,12 mol di un acido incognito H<sub>n</sub>X reagiscono completamente con 0,36 mol di NaOH, formando Na<sub>n</sub>X. Stabilire il numero *n* di protoni rilasciati dall'acido.

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

### 22. Soluzione

Il rapporto in moli H<sub>n</sub>X/NaOH è:  $0,12/0,36 = 1/3$ , quindi l'acido ha 3 H<sup>+</sup> che reagiscono con 3 NaOH.

La reazione è:  $H_3X + 3 NaOH \rightarrow Na_3X + 3 H_2O$ . L'acido libera 3 H<sup>+</sup>.

(Risposta C)

23. Calcolare la molarità di una soluzione di H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 12 volumi. 1 volume = 1 L di O<sub>2</sub> che si sviluppa da 1 L di soluzione alle vecchie condizioni normali (273,15 K, 1,013 · 10<sup>5</sup> Pa).

- A) 1,680 M                      B) 1,070 M                      C) 0,546 M                      D) 1,200 M

### 23. Soluzione

Da 1 L di soluzione si liberano 12 L di O<sub>2</sub>. Le moli di O<sub>2</sub> sono:  $n = PV/RT = (1 \cdot 12)/(0,0821 \cdot 273) = 0,535$  mol.

La reazione è:  $2 H_2O_2 \rightarrow O_2 + 2 H_2O$ . Le moli di H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sono il doppio di quelle O<sub>2</sub>:  $0,535 \cdot 2 = 1,070$  mol.

In 1L di soluzione vi sono 1,070 moli di H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, quindi la concentrazione è 1,070 M.

(Risposta B)

24. Nella reazione:  $\text{Na}_2\text{SiF}_6 + 4 \text{Na} \rightarrow 6 \text{NaF} + \text{Si}$

- A) se reagisce 1 mol di  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ , si formano 3 mol di NaF  
 B) se reagisce 1 mol di  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ , si forma 1 atomo di Si  
 C) se reagisce 1 g di  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ , si formano 6 g di NaF  
 D) se reagisce 1 mol di Na, si formano 0,25 mol di Si

#### 24. Soluzione

In una reazione i coefficienti si riferiscono alle moli e non ai grammi. La sola affermazione esatta è la D in cui il rapporto Na/Si è 1: 0,25 cioè 4:1. (Risposta D)

25. Un ossido acido è un composto:

- A) binario formato da un non metallo e ossigeno  
 B) ternario formato da un non metallo, idrogeno e ossigeno  
 C) binario formato da un metallo e ossigeno  
 D) ternario formato da un metallo, idrogeno e ossigeno

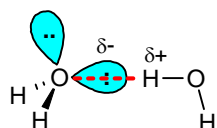
#### 25. Soluzione

Un ossido acido come  $\text{SO}_3$  (formato da un non metallo e ossigeno), posto in acqua, produce un acido secondo la reazione:  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ . (Risposta A)

26. Il legame a idrogeno nell'acqua ha luogo:

- A) tra due atomi di idrogeno appartenenti a due molecole diverse  
 B) tra due atomi di idrogeno appartenenti alla stessa molecola  
 C) tra un atomo di idrogeno e uno di ossigeno appartenenti a molecole diverse  
 D) tra un atomo di idrogeno e uno di ossigeno appartenenti alla stessa molecola

#### 26. Soluzione



Nell'acqua, il legame idrogeno (tratteggiato in rosso nella figura) si realizza tra un atomo di idrogeno di una molecola d'acqua e l'ossigeno di un'altra. (Risposta C)

27. Indicare quale dei seguenti composti dà in soluzione un pH inferiore alla neutralità.

- A)  $\text{KClO}_4$       B)  $\text{NaNO}_3$       C)  $\text{NH}_4\text{Br}$       D)  $\text{NH}_3$

#### 27. Soluzione

I primi due composti sono sali di acidi forti e basi forti e danno soluzioni neutre. Il quarto composto,  $\text{NH}_3$ , ammoniaca, è una base debole. Il solo composto acido è  $\text{NH}_4\text{Br}$ , sale di un acido forte e una base debole.  $\text{NH}_4\text{Br}$  contiene  $\text{NH}_4^+$  un acido debole coniugato di  $\text{NH}_3$ , base debole. (Risposta C)

28. Calcolare il pH di una soluzione satura di acido colico (solubilità  $2,70 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ ,  $K_a = 2,51 \cdot 10^{-5}$ ).

- A) 4,08      B) 7,81      C) 9,23      D) 8,40

#### 28. Soluzione

Se l'acido colico ha una sola  $K_a$ , possiamo rappresentarlo, per brevità, con HA.

La reazione di dissociazione è:  $\text{HA} \rightarrow \text{H}^+ + \text{A}^-$        $K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{[\text{H}^+]^2}{C}$        $[\text{H}^+] = \sqrt{K_a C}$

$[\text{H}^+] = \sqrt{2,51 \cdot 10^{-5} \cdot 2,7 \cdot 10^{-4}} = 8,23 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ .       $\text{pH} = -\log \text{H}^+ = -\log 8,23 \cdot 10^{-5} = 4,08$ . (Risposta A)

29. Mescolando 50 g di una soluzione al 13% m/m di  $\text{KNO}_3$  con 25 g di una soluzione al 38% m/m di  $\text{KNO}_3$ , qual è la percentuale della soluzione finale?

- A) 27,0      B) 18,4      C) 16,9      D) 21,3

#### 29. Soluzione

Nella soluzione 13% vi sono  $50 \cdot 0,13 = 6,5 \text{ g}$  di  $\text{KNO}_3$ . Nella soluzione 38% vi sono  $25 \cdot 0,38 = 9,5 \text{ g}$  di  $\text{KNO}_3$ . La massa totale di  $\text{KNO}_3$  è:  $6,5 + 9,5 = 16 \text{ g}$ . La massa della soluzione finale è:  $50 + 25 = 75 \text{ g}$ . La % di  $\text{KNO}_3$  è:  $16/75 = 21,3\%$ . (Risposta D)

30. Per formare i legami chimici, gli atomi utilizzano:

- A) i protoni
- B) i neutroni
- C) gli elettroni
- D) i protoni e i neutroni

**30. Soluzione**

Per realizzare un legame chimico due atomi devono avvicinarsi, sovrapporre i loro orbitali esterni formando nuovi orbitali molecolari e condividere l'attrazione per gli elettroni messi in comune. (Risposta C)

31. Nella molecola HCl è presente:

- A) un legame covalente polare
- B) un legame a idrogeno
- C) un legame ionico
- D) un legame doppio

**31. Soluzione**

Nella molecola di HCl, H e Cl sono legati da un legame covalente polare. (Risposta A)

32. Indicare l'affermazione ERRATA.

- A) gli elementi del gruppo IIA formano composti ionici
- B) gli elementi del gruppo IA formano composti ionici
- C) gli elementi del gruppo VII A formano soltanto composti ionici
- D) gli elementi del gruppo VIIA formano sia composti ionici che molecolari

**32. Soluzione**

Il gruppo VIIA (17) è il gruppo degli alogeni. Questi elementi possono formare composti ionici come NaCl, ma formano anche composti covalenti polari come HCl o covalenti apolari come Cl<sub>2</sub>. (Risposta C)

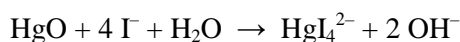
33. L'anidride carbonica ha una geometria (posizione media relativa degli atomi):

- A) triangolare (triangolo equilatero)
- B) lineare
- C) triangolare (triangolo isoscele)
- D) non si può dare una risposta a questa domanda in mancanza di informazioni aggiuntive

**33. Soluzione**

$\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}=\text{C}=\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}$  Il carbonio realizza un legame sigma e uno pi greco con entrambi gli ossigeni. Attorno al carbonio, le coppie di elettroni di legame da sistemare sono due (le coppie pi greco non vogliono uno spazio autonomo) e vanno poste a 180 gradi. La molecola è lineare. (Risposta B)

34. Calcolare il pH di una soluzione contenente 1,10 g/L di HgO e 5,8 g/L di KI (eccesso), considerando la reazione:



- A) 11,2
- B) 13,6
- C) 13,7
- D) 12,0

**34. Soluzione**

La massa molare di HgO è:  $200,59 + 16 = 216,59$  g/mol. Le moli/L di HgO sono:  $1,10/216,59 = 5,079 \cdot 10^{-3}$  M. Le moli/L di OH<sup>-</sup> sono il doppio:  $5,079 \cdot 10^{-3} \cdot 2 = 10,16 \cdot 10^{-3}$  M.  $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(10,16 \cdot 10^{-3}) = 2$ . Il pH vale  $14 - \text{pOH} = 14 - 2 = 12$ . (Risposta D)

35. La concentrazione massima ammissibile di butilammina in un ambiente di lavoro è 15 mg/m<sup>3</sup>. Quanti grammi di sostanza devono evaporare in una stanza di 5 m x 4 m x 3 m per raggiungere tale valore limite?

- A) 0,90 g
- B) 0,65 g
- C) 1,20 g
- D) 2,30 g

**35. Soluzione**

Il volume della stanza è:  $5 \cdot 4 \cdot 3 = 60$  m<sup>3</sup>. La massa limite di butilammina è:  $0,015 \cdot 60 = 0,9$  g. (Risposta A)

36. Un'aliquota del sale  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  viene riscaldata a  $160^\circ\text{C}$  per 2 ore. L'acqua evaporata occupa un volume di 7,80 L alle vecchie condizioni normali ( $273,15 \text{ K}$  e  $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ). Calcolare il peso iniziale del sale.  
 A) 24,74 g                      B) 32,92 g                      C) 11,21 g                      D) 18,33 g

### 36. Soluzione

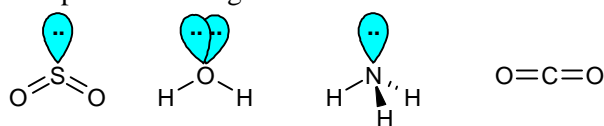
Il problema è malposto perché a  $0^\circ\text{C}$  e 1 atm l'acqua può essere liquida o solida, ma non gassosa. Immaginando che l'acqua sia gassosa in queste condizioni, ne calcoliamo le moli con la legge dei gas:  
 $n = PV/RT = (1 \cdot 7,80)/(0,0821 \cdot 273) = 0,348 \text{ mol}$ . Le moli di sale sono 1/10 di queste = 0,0348 mol.  
 La massa molare di  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  è:  $23 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4 + 180 = 322 \text{ g/mol}$ .  
 La massa iniziale del sale è:  $322 \cdot 0,0348 = 11,21 \text{ g}$ . (Risposta C)

37. Indicare la molecola apolare.

- A)  $\text{SO}_2$                       B)  $\text{H}_2\text{O}$                       C)  $\text{CO}_2$                       D)  $\text{NH}_3$

### 37. Soluzione

Una molecola che contiene legami polari può essere apolare se i dipoli che possiede si annullano tra loro per simmetria.  $\text{SO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  sono molecole angolate e quindi sono polari.  $\text{NH}_3$  è piramidale e quindi anch'essa è polare. Resta  $\text{CO}_2$ , molecola lineare con i dipoli dei due legami  $\text{C}=\text{O}$  che si annullano tra loro. (Risposta C)



38. L'angolo di legame nella molecola di  $\text{H}_2\text{O}$  è:

- A)  $109^\circ 30'$ , come in un perfetto tetraedro  
 B)  $104^\circ 30'$   
 C)  $107^\circ 30'$ , come nella molecola di  $\text{NH}_3$   
 D)  $120^\circ$

### 38. Soluzione

Le coppie di non legame occupano uno spazio maggiore di quelle di legame e le costringono ad avvicinarsi leggermente. Il metano  $\text{CH}_4$  è senza coppie di non legame, ha la forma di un tetraedro regolare con angoli di legame di  $109^\circ$ . L'ammoniaca  $\text{NH}_3$  ha un orbitale di non legame sull'azoto tetraedrico, che costringe i restanti tre legami  $\text{NH}$  ad avvicinarsi un po' formando angoli di  $107^\circ$ . L'acqua  $\text{H}_2\text{O}$  ha due orbitali di non legame sull'ossigeno tetraedrico, che costringono i due legami  $\text{OH}$  ad avvicinarsi ancora formando angoli di  $105^\circ$ . (Risposta B)

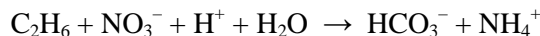
39. Calcolare il volume di un vino di  $12^\circ$  che contiene la stessa quantità di alcol etilico di 30 mL di una vodka di  $41^\circ$ .

- A) 0,076 L  
 B) 0,102 L  
 C) 0,056 L  
 D) 0,201 L

### 39. Soluzione

La vodka di  $41^\circ$  ha il 41% v/v di alcol. L'alcol in questa vodka è:  $30 \cdot 0,41 = 12,3 \text{ mL}$ .  
 Il volume di vino  $12^\circ$  che contiene 12,3 mL di alcol è:  $12,3 \cdot (100/12) = 102,5 \text{ mL}$  (0,102 L). (Risposta B)

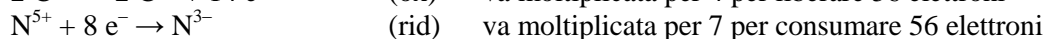
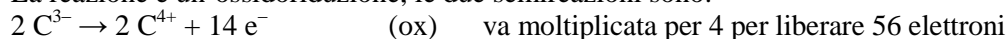
40. Calcolare il rapporto di combinazione moli di nitrato /moli di etano nella reazione.



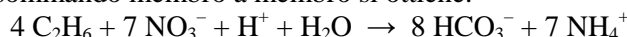
- A) 3,50                      B) 1,75                      C) 0,75                      D) 2,85

### 40. Soluzione

La reazione è un'ossidazione, le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 4 e per 7 e sommando membro a membro si ottiene:



Anche senza bilanciare  $\text{H}^+$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , si vede che il rapporto in moli nitrato/etano è  $7/4 = 1,75$ . (Risposta B)

**Qui continuano i quesiti della classe A (41-60)**

41. Indicare il nome del composto  $\text{NaHSO}_3$  secondo la nomenclatura internazionale.

- A) bisolfito di sodio  
 B) bisolfato di sodio  
 C) idrogenosolfato di sodio  
 D) idrogenosolfito di sodio

**41. Soluzione**

Con la nomenclatura tradizionale,  $\text{NaHSO}_3$  viene chiamato bisolfito di sodio. Con la nomenclatura internazionale,  $\text{NaHSO}_3$  viene chiamato idrogenosolfito di sodio. (Risposta D)

42. Indicare le formule corrette dei composti ionici che si formano quando il catione  $\text{Ca}^{2+}$  si lega agli anioni cloruro, solfato e fosfato.

- A)  $\text{CaCl}_2$   $\text{CaSO}_4$   $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$   
 B)  $\text{CaCl}_2$   $\text{CaSO}_4$   $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_3$   
 C)  $\text{CaCl}$   $\text{CaSO}_4$   $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$   
 D)  $\text{CaCl}_2$   $\text{Ca}_2\text{SO}_4$   $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

**42. Soluzione**

Cloruro, solfato e fosfato ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ) hanno, rispettivamente, 1, 2 e 3 cariche negative e quindi i sali con  $\text{Ca}^{2+}$ , per essere elettricamente neutri, sono:  $\text{CaCl}_2$  (2+, 2-),  $\text{CaSO}_4$  (2+, 2-),  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (6+, 6-). (Risposta A)

43. Si dà il nome di idrossido a un composto che contiene:

- A) un metallo e ossigeno  
 B) un non metallo, idrogeno e ossigeno  
 C) un metallo e idrogeno  
 D) un metallo, idrogeno e ossigeno

**43. Soluzione**

Un idrossido come  $\text{NaOH}$  è formato da un metallo, ossigeno e idrogeno. (Risposta D)

44. Indicare l'affermazione ERRATA a proposito dei numeri di ossidazione.

- A) la somma algebrica dei numeri di ossidazione degli atomi in un composto neutro è uguale a zero  
 B) una diminuzione del n° di ossidazione di un elemento corrisponde a un acquisto di elettroni da parte dell'elemento stesso  
 C) il n° di ossidazione del fluoro è sempre -1  
 D) per qualsiasi elemento allo stato di ione monoatomico il n° di ossidazione è uguale alla carica dello ione

**44. Soluzione**

Il fluoro è l'atomo più elettronegativo e ha sempre n.o. -1 quando si lega con altri atomi, ma nella molecola  $\text{F}_2$ , il fluoro ha n.o. zero. (Risposta C)

45. Una bombola contiene 40 L di Ar alla pressione di 120 atm e a 25 °C. Indicare la massa del gas.

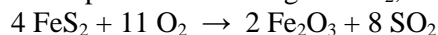
- A) 7,800 kg      B) 15,60 kg      C) 784,1 kg      D) 0,1560 g

**45. Soluzione**

Dalla legge dei gas si ottengono le moli di Ar:  $n = PV/RT = (120 \cdot 40)/(0,0821 \cdot 298) = 196,2$  mol.

La massa molare di Ar è: 39,95 g/mol. La sua massa è:  $39,95 \cdot 196,2 = 7838$  g (7,800 kg). (Risposta A)

46. Calcolare le moli di ossigeno necessarie per ossidare 450 g di  $\text{FeS}_2$ , secondo la reazione:



- A) 8,00 mol      B) 6,40 mol      C) 10,3 mol      D) 22,2 mol

**46. Soluzione**

La massa molare di  $\text{FeS}_2$  è:  $55,85 + 2 \cdot 32,06 = 120$  g/mol. Le moli di  $\text{FeS}_2$  sono:  $450/120 = 3,75$  mol.

Le moli di ossigeno sono:  $3,75 \cdot (11/4) = 10,3$  mol. (Risposta C)



47. Indicare quale tra le seguenti quaterne di numeri quantici NON descrive correttamente lo stato di un elettrone in un atomo.

- A)  $n = 3$   $l = 4$   $m_l = -2$   $m_s = -\frac{1}{2}$   
 B)  $n = 3$   $l = 2$   $m_l = +1$   $m_s = +\frac{1}{2}$   
 C)  $n = 4$   $l = 3$   $m_l = +3$   $m_s = +\frac{1}{2}$   
 D)  $n = 2$   $l = 1$   $m_l = +1$   $m_s = -\frac{1}{2}$

**47. Soluzione**

I numeri quantici in A sono errati, infatti il numero quantico secondario  $l$  (che descrive la forma dell'orbitale) può assumere valori da 0 a  $(n-1)$ . Con  $n = 3$ ,  $l$  può valere 0, 1, 2 (orbitali  $s$ ,  $p$ ,  $d$ ), ma non 4. (Risposta A)

48. La perdita di un neutrone da parte del nucleo di un atomo comporta:

- A) l'aumento di una unità del numero atomico  
 B) la diminuzione di una unità del numero di massa  
 C) l'aumento della carica positiva del nucleo  
 D) la ionizzazione dell'atomo

**48. Soluzione**

L'atomo vede diminuire di una unità il suo numero di massa:  $A = p + n$ . (Risposta B)

49. Litio, sodio e potassio:

- A) sono alogeni  
 B) sono metalli di transizione  
 C) sono metalli alcalini  
 D) sono metalli alcalino-terrosi

**49. Soluzione**

Li, Na e K sono metalli alcalini e appartengono al gruppo 1. (Risposta C)

50. Gli elementi di transizione sono tutti:

- A) non metalli e in essi gli orbitali  $d$  si riempiono progressivamente lungo ciascun periodo  
 B) metalli e in essi gli orbitali  $p$  si riempiono progressivamente lungo ciascun periodo  
 C) metalli e in essi gli orbitali  $d$  si riempiono progressivamente lungo ciascun periodo  
 D) non metalli e in essi gli orbitali  $p$  si riempiono progressivamente lungo ciascun periodo

**50. Soluzione**

Gli elementi di transizione sono metalli nei quali si ha il riempimento progressivo degli orbitali  $d$ . (Risposta C)

51. Indicare l'atomo con maggiore elettronegatività.

- A) F  
 B) O  
 C) Cl  
 D) N

**51. Soluzione**

Il fluoro è l'atomo con la più alta elettronegatività (4,0) nella scala di Pauling. (Risposta A)

52. Un recipiente rigido ed ermeticamente chiuso contiene 12 L di un gas a comportamento ideale a 27 °C e 0,20 atm. Di quanto bisogna innalzare la temperatura perché la pressione diventi 0,40 atm?

- A) 27 °C  
 B) 5,4 °C  
 C) 300 °C  
 D) 12 °C

**52. Soluzione**

In questa esperienza, numero di moli e volume rimangono costanti. Per la legge dei gas si ha:  $P/T = nR/V = k$ . Il rapporto tra pressione e temperatura è costante, cioè se  $P$  raddoppia (0,2 atm  $\rightarrow$  0,4 atm), deve raddoppiare  $T$  (300 K  $\rightarrow$  600 K). La temperatura deve aumentare di  $600 - 300 = 300$  K (o di 300 °C). (Risposta C)

53. Il manganese è presente in natura come pirolusite ( $\text{MnO}_2$ ), hausmannite ( $\text{Mn}_3\text{O}_4$ ), braunite ( $3 \text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot 1 \text{MnSiO}_3$ ) e manganite ( $\text{MnOOH}$ ). Indicare il minerale con la maggiore percentuale di Mn.

- A)  $\text{MnO}_2$
- B)  $\text{Mn}_3\text{O}_4$
- C)  $3 \text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot 1 \text{MnSiO}_3$
- D)  $\text{MnOOH}$

**53. Soluzione**

Del composto C consideriamo solo la parte con più Mn:  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ . Moltiplichiamo le formule di tutti i composti fino ad avere 12 atomi di ossigeno. Otteniamo: A ( $\text{Mn}_6\text{O}_{12}$ ); B ( $\text{Mn}_9\text{O}_{12}$ ); C ( $\text{Mn}_8\text{O}_{12}$ ); D ( $\text{Mn}_6\text{O}_{12}\text{H}_6$ ).

Il composto che ha più atomi di manganese è B:  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ .

(Risposta B)

54. Gli isotopi dell'ossigeno  $^{16}\text{O}$  e  $^{18}\text{O}$  differiscono:

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

**54. Soluzione**

L'atomo di ossigeno ha 8 protoni nel nucleo. Due isotopi dell'ossigeno hanno entrambi 8 protoni, ma un diverso numero di neutroni.  $^{16}\text{O}$  ha  $A = 16$  ( $8p + 8n$ ).  $^{18}\text{O}$  ha  $A = 18$  ( $8p + 10n$ ) (ha 2 neutroni in più). (Risposta C)

55. Qual è l'origine del simbolo del rame, Cu?

- A) deriva dal nome della scienziata Maria Curie
- B) deriva dal nome latino dell'isola di Cipro
- C) deriva dal suo nome in inglese, copper
- D) deriva dalle sue proprietà di ottimo conduttore

**55. Soluzione**

Il simbolo del rame Cu deriva da *aes Cyprium*, "rame di Cipro", in seguito abbreviata in *Cuprum*. (Risposta B)

56. Per reazione tra un ossido di un metallo e l'acqua si ottiene:

- A) un idracido
- B) un sale
- C) un acido ossigenato
- D) un idrossido

**56. Soluzione**

Gli ossidi dei metalli sono basici infatti con  $\text{H}_2\text{O}$  formano idrossidi:  $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaOH}$ . (Risposta D)

57. Il ghiaccio ha minore densità dell'acqua liquida, infatti l'uno galleggia sull'altra. Tuttavia, tale comportamento è atipico, in quanto generalmente i composti hanno maggiore densità allo stato solido che allo stato liquido. A cosa è dovuto tale comportamento insolito dell'acqua?

- A) all'ibridazione
- B) alla polarità
- C) alla presenza del legame a idrogeno
- D) alla massa molecolare

**57. Soluzione**

Il legame a idrogeno ha una lunghezza doppia di un normale legame O-H e costringe le molecole d'acqua, nel ghiaccio, a restare legate in modo ordinato, ma più lontane una dall'altra. (Risposta C)

58. Calcolare il volume di soluzione di NaCl 0,5 M che è possibile preparare aggiungendo acqua a 0,8 L di una soluzione di NaCl 1,2 M (si considerino i volumi additivi).

- A) 1,2 L
- B) 2,2 L
- C) 1,5 L
- D) 1,9 L

**58. Soluzione**

Le moli di NaCl nella soluzione 1,2 M sono:  $n = M V = 1,2 \cdot 0,8 = 0,96$  mol.

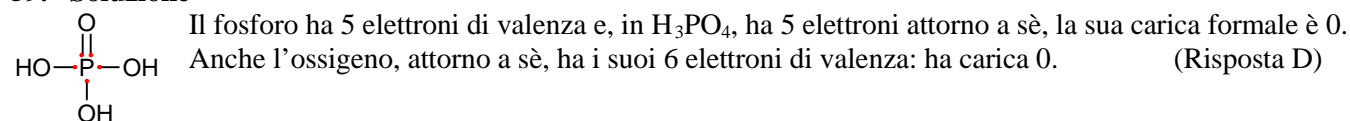
Il volume di soluzione 0,5 M si ricava dalla:  $V = n/M = 0,96/0,5 = 1,9$  L.

(Risposta D)

59. Indicare la carica formale degli atomi di fosforo e ossigeno nella formula di Lewis più stabile per  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

- A)  $\text{P} = +1$   $\text{O} = -1$       B)  $\text{P} = +5$   $\text{O} = -2$       C)  $\text{P} = +3$   $\text{O} = 0$       D)  $\text{P} = 0$   $\text{O} = 0$

**59. Soluzione**



60. La molecola di azoto è diatomica. Tra i due atomi esiste:

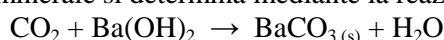
- A) un legame singolo      B) un legame triplo      C) un legame ionico      D) un legame doppio

**60. Soluzione**

$:\text{N}\equiv\text{N}:$  Tra i due atomi di azoto, in  $\text{N}_2$ , vi è un triplo legame. (Risposta B)

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

41. Il contenuto di  $\text{CO}_2$  di un'acqua minerale si determina mediante la reazione:



Sapendo che da 0,850 L di acqua si ottengono 44,7 g di  $\text{BaCO}_3$ , calcolare la concentrazione di  $\text{CO}_2$  in g/L.

- A) 23,6      B) 22,3      C) 31,8      D) 11,7

**41. Soluzione**

La massa molare di  $\text{BaCO}_3$  è:  $137,33 + 12 + 48 = 197,33$  g/mol. Massa di  $\text{BaCO}_3$  su litro:  $44,7/0,85 = 52,59$  g/L. Moli di  $\text{BaCO}_3$  (moli di  $\text{CO}_2$ ):  $52,59/197,33 = 0,267$  mol/L. Massa di  $\text{CO}_2$ :  $0,267 \cdot 44 = 11,7$  g/L. (Risposta D)

42. Calcolare il pH di una soluzione ottenuta mescolando volumi uguali di NaOH 0,1 M e cloridrato di glicina ( $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{NH}_3^+ \text{Cl}^-$ ) 0,1 M ( $\text{pK}_{a1} = 2,35$ ;  $\text{pK}_{a2} = 9,78$ ).

- A) 9,81      B) 8,43      C) 6,06      D) 10,7

**42. Soluzione**

0,1 moli di NaOH reagiscono completamente con il carbossile della glicina formando lo zwitterione. I pH che si ottiene è dato dalla media dei due  $\text{pK}_a$ :  $(2,35 + 9,78)/2 = 6,06$  (punto isoelettrico). (Risposta C)

43. Il bario contenuto in un minerale grezzo viene quantitativamente precipitato come  $\text{BaSO}_4$ . Da 85,0 kg di minerale si ottengono 1,80 kg di  $\text{BaSO}_4$ . Indicare la percentuale in massa di Ba nel minerale grezzo.

- A) 18,0%      B) 12,5%      C) 1,25%      D) 1,80%

**43. Soluzione**

Su 100 g di minerale, il  $\text{BaSO}_4$  è  $(1,8/85) \cdot 100 = 2,118$  g. Massa molare di  $\text{BaSO}_4$ :  $137 + 32 + 64 = 233$  g/mol. Le moli di  $\text{BaSO}_4$  sono:  $2,118/233 = 0,00909$  mol. La massa di Ba è:  $0,00909 \cdot 137 = 1,25\%$ . (Risposta C)

44. Indicare, sulla base della teoria VSEPR, quale coppia è costituita da specie planari.

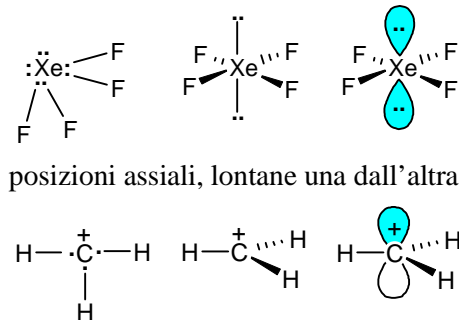
- A)  $\text{CH}_3^+$  e  $\text{XeF}_4$       B)  $\text{CH}_3^+$  e  $\text{CH}_3^-$       C)  $\text{CH}_3^-$  e  $\text{XeF}_4$       D)  $\text{CH}_4$  e  $\text{XeF}_4$

**44. Soluzione**

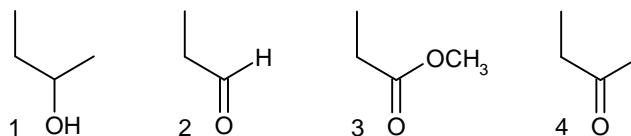
$\text{CH}_4$  e  $\text{CH}_3^-$  hanno il carbonio ibridato  $\text{sp}^3$  e quindi non sono planari. Il primo è tetraedrico, il secondo è piramidale (come  $\text{NH}_3$ ). Questo esclude le risposte B, C, D. Resta solo la risposta A. (Risposta A)

Per esercizio, determiniamo la geometria di  $\text{XeF}_4$ . Lo xenone ha 8 elettroni di valenza, 4 vengono usati per legare i 4 atomi di fluoro, gli altri quattro formano due coppie di non legame. Le coppie da alloggiare attorno a Xe sono 6 (4 di legame, 2 di non legame) che si dispongono ad ottaedro regolare. Le due coppie di non legame (ingombranti) si dispongono sulle posizioni assiali, lontane una dall'altra. La molecola, quindi, ha una geometria planare quadrata.

$\text{CH}_3^+$  ha il carbonio centrale con solo tre elettroni di valenza, forma tre legami con tre atomi di idrogeno che, quindi, si dispongono nel piano a  $120^\circ$ . L'orbitale vuoto 2p perpendicolare al piano ospita la carica positiva.



45. Indicare le strutture che rappresentano un estere e un'aldeide:



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

**45. Soluzione**

La molecola 2 è un'aldeide, la molecola 3 è un estere. (1 è un alcol, 4 è un chetone).

(Risposta B)

46. Quale dei seguenti sistemi può essere considerato in uno stato di equilibrio?

- A) un bicchiere contenente una soluzione acquosa di glucosio esposto all'aria  
 B) un matraccio tappato contenente una soluzione acquosa di glucosio e vapore acqueo  
 C) una soluzione di glucosio in acqua dentro un matraccio tappato, agitata per mezzo di un'ancoretta magnetica  
 D) una soluzione di glucosio in acqua dentro un matraccio tappato, a contatto con una fonte di calore

**46. Soluzione**

Il sistema A non è in equilibrio perché l'acqua della soluzione può evaporare all'aria.

I sistemi C e D non sono in equilibrio perché ricevono energia dall'esterno (dall'ancoretta magnetica e dalla fonte di calore).

Resta il sistema B nel quale la soluzione è in un matraccio chiuso che contiene anche una non precisata quantità di vapor d'acqua. Se non è già in equilibrio, in breve tempo vi arriva.

(Risposta B)

47. Un sistema viene portato da uno stato iniziale 1 a uno stato finale 2 mediante scambi di calore e lavoro.

Quale delle seguenti quantità è indipendente dall'effettivo percorso seguito?

- A)  $w$   
 B)  $q + w$   
 C)  $q + w$ , solo se il lavoro è di volume  
 D)  $q$

**47. Soluzione**

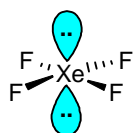
Dalla prima legge della termodinamica  $\Delta U = Q + W$  (nella convenzione egoistica) segue che il calore o il lavoro da soli non sono indipendenti dal percorso seguito, ma la loro somma ( $q + w$ ) lo è perché è uguale alla variazione di energia interna che è una funzione di stato (cioè dipende solo dagli stati iniziale e finale).

(Risposta B)

48. Secondo la teoria VSEPR, una geometria quadrato-planare deriva dalla presenza sull'atomo centrale di:

- A) due coppie di legame e quattro coppie di non legame  
 B) quattro coppie di legame e una coppia di non legame  
 C) quattro coppie di legame e nessuna coppia di non legame  
 D) quattro coppie di legame e due coppie di non legame

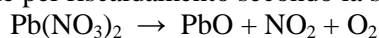
**48. Soluzione**



La geometria planare-quadrata si ottiene da una disposizione ottaedrica degli orbitali, con due coppie di non legame nelle due posizioni assiali, e quattro coppie di legame nella base quadrata della bipiramide, come nella molecola  $\text{XeF}_4$ .

(Risposta D)

49. Il nitrato di piombo(II) si decompone per riscaldamento secondo la seguente reazione da bilanciare:

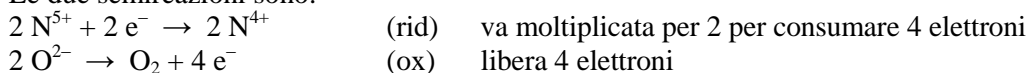


Calcolare la massa di  $\text{NO}_2$  che si forma dalla decomposizione di un campione di 20,0 g contenente il 73,0% di  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ :

- A) 5,40 g  
 B) 78,6 g  
 C) 1,64 g  
 D) 4,06 g

**49. Soluzione**

Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 2 e sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento si ha:

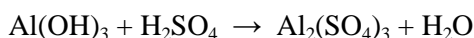
	$2 \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 2 \text{PbO} + 4 \text{NO}_2 + \text{O}_2$	
coefficienti	2	4
moli (mol)	0,04408	0,08816
MM (g/mol)	331,2	46
massa (g)	14,6	4,06

La massa di  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  è:  $20 \cdot 0,73 = 14,6$  g. La sua massa molare è:  $207,2 + 2(14 + 48) = 331,2$  g/mol.

Le moli di  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  sono:  $14,6/331,2 = 0,04408$  mol. Le moli di  $\text{NO}_2$  sono il doppio:  $0,04408 \cdot 2 = 0,08816$  mol.

La massa molare di  $\text{NO}_2$  è:  $14 + 32 = 46$  g/mol. La massa di  $\text{NO}_2$  è:  $0,08816 \cdot 46 = 4,06$  g. (Risposta D)

**50.** Partendo da 34,0 g di idrossido di alluminio si ottengono 41,8 g di solfato di alluminio secondo la reazione (da bilanciare):



Indicare la resa teorica del solfato e la resa percentuale della reazione:

- A) 74,6 g 56,0%
- B) 74,6 g 28,0%
- C) 149 g 28,0%
- D) 149 g 56,0%

**50. Soluzione**

La reazione bilanciata è:  $2 \text{Al}(\text{OH})_3 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6 \text{H}_2\text{O}$

Coefficienti	2	1
Moli (mol)	0,436	0,218
MM (g/mol)	78	342
Massa (g)	34,0	74,56

Le masse molari sono:  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ( $27 + 3 \cdot 17 = 78$  g/mol);  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  [ $2 \cdot 27 + 3 \cdot (32 + 64) = 342$  g/mol].

Lo moli di  $\text{Al}(\text{OH})_3$  sono:  $34/78 = 0,436$  mol. Le moli di  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  sono la metà:  $0,436/2 = 0,218$  mol

La massa teorica di  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  è:  $0,218 \cdot 342 = 74,56$  g. La resa % è:  $41,8/74,56 = 56\%$ . (Risposta A)

**51.** Indicare il composto più solubile tra i solidi seguenti (considerando solo l'equilibrio di solubilità):

- A)  $\text{SrSO}_4$  ( $K_{\text{ps}} = 2,8 \cdot 10^{-7}$ )
- B)  $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ( $K_{\text{ps}} = 2,4 \cdot 10^{-5}$ )
- C)  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  ( $K_{\text{ps}} = 1,7 \cdot 10^{-5}$ )
- D)  $\text{PbSO}_4$  ( $K_{\text{ps}} = 1,8 \cdot 10^{-8}$ )

**51. Soluzione**

Confrontiamo B e C. Con B abbiamo:  $K_{\text{ps}} = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = s^2$  da cui:  $s = K_{\text{ps}}^{1/2} = (2,4 \cdot 10^{-5})^{1/2} = 0,0049$  mol/L

Con C abbiamo:  $K_{\text{ps}} = [\text{Ag}^+]^2[\text{SO}_4^{2-}] = 2s^2 \cdot s = 4s^3$  da cui:  $s = (K_{\text{ps}}/4)^{1/3} = (1,7 \cdot 10^{-5}/4)^{1/3} = 0,0162$  mol/L

Il sale più solubile è  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  ( $s = 0,0162$  mol/L). (Risposta C)

**52.** In un campione di aria il valore della concentrazione di CO risulta  $15 \text{ mg/m}^3$  (a 273,15 K e  $1,013 \cdot 10^5$  Pa). Calcolare la concentrazione di CO in ppm (volumi di CO su  $10^6$  volumi di aria):

- A) 30,0
- B) 12,0
- C) 7,50
- D) 28,0

**52. Soluzione**

Dato che il volume è proporzionale alle moli, calcoliamo le moli/ $\text{m}^3$  di CO:  $15/(12 + 16) = 0,536$  mmol/ $\text{m}^3$ .

Le moli di aria in  $1 \text{ m}^3$  sono:  $n = PV/RT = (1 \cdot 1000)/(0,0821 \cdot 273) = 44,62$  mol/ $\text{m}^3$

Le ppm sono  $\mu\text{mol/mol}$ :  $536/44,62 = 12,0$  ppm. (Risposta B)

**53.** La durezza di un'acqua si può esprimere in gradi tedeschi (pari ai g di CaO in 100 L di acqua). Esprimere il contenuto di 98,0 mg/L di  $\text{Ca}^{2+}$  e 25,0 mg/L di  $\text{Mg}^{2+}$  di un campione di acqua in gradi tedeschi:

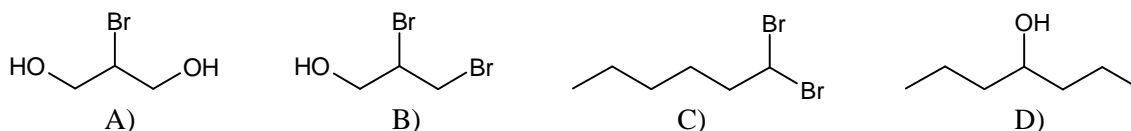
- A) 19,5  
B) 21,7  
C) 98,3  
D) 10,8

**53. Soluzione**

Moli di Ca:  $98/40 = 2,45$  mmol. Moli di Mg:  $25/24,3 = 1,03$  mmol. Moli totali:  $2,45 + 1,03 = 3,48$  mmol.

La massa di CaO è:  $3,48 \cdot (40 + 16) = 195$  mg/L. In 100 mL vi sono 19,5 mg di CaO. (Risposta A)

**54.** Indicare il composto chirale.



**54. Soluzione**

Le molecole A, C e D sono prive di stereocentro perché ogni carbonio ha almeno due sostituenti uguali.

La molecola B è chirale, non ha simmetrie, il carbonio centrale ha 4 sostituenti diversi. (Risposta B)

**55.** Aumentando la temperatura, la velocità di una reazione elementare:

- A) aumenta  
B) diminuisce  
C) resta invariata  
D) non si può dire: dipende dalla concentrazione iniziale

**55. Soluzione**

Aumentando la temperatura, la velocità delle reazioni aumenta perché molte più molecole, ogni secondo, hanno un'energia maggiore dell'energia di attivazione e possono reagire quando si urtano. La relazione tra  $k$  di velocità e temperatura è nota come legge di Arrhenius. (Risposta A)

**56.** Una reazione che obbedisce alla legge cinetica  $v = k [\text{A}]^2 [\text{B}]$  si dice:

- A) di ordine 2 rispetto ad A, di ordine 1 rispetto a B e complessivamente di ordine 2  
B) di ordine 1 rispetto ad A, di ordine 2 rispetto a B e complessivamente di ordine 3  
C) di ordine 2 rispetto ad A, di ordine 1 rispetto a B e complessivamente di ordine 3  
D) di ordine 3 rispetto ad A, di ordine 1 rispetto a B e complessivamente di ordine 2

**56. Soluzione**

La reazione è di ordine 2 rispetto ad A e di ordine 1 rispetto a B come si vede dagli esponenti. Per dedurre l'ordine complessivo si ricordi che nel prodotto di potenze simili si fa la somma degli esponenti ( $x^2 \cdot x = x^3$ ). In questo caso gli esponenti sono 2 e 1, l'ordine complessivo è  $2 + 1 = 3$ . (Risposta C)

**57.** Due sostanze hanno formula  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$  e  $\text{Cu}_2\text{S}$  rispettivamente. Indicare quale tra queste affermazioni è corretta.

- A) le due sostanze contengono la stessa percentuale in peso di rame  
B) la percentuale in peso di rame è maggiore in  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$   
C) la percentuale in peso di rame è maggiore in  $\text{Cu}_2\text{S}$   
D) la percentuale in peso di rame in  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$  è 2,5 volte quella di  $\text{Cu}_2\text{S}$

**57. Soluzione**

La massa molare di  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$  è:  $5 \cdot 63,55 + 55,85 + 4 \cdot 32 = 501,6$  g/mol. La % di Cu è:  $(5 \cdot 63,55)/501,6 = 63\%$   
Massa molare di  $\text{Cu}_2\text{S}$ :  $2 \cdot 63,55 + 32 = 159,1$  g/mol. La % di Cu è:  $(2 \cdot 63,55)/159,1 = 80\%$ . (Risposta C)

**58.** La solubilità in acqua di  $\text{SO}_2$  (espressa come frazione molare) è pari a 0,0246. Calcolare la sua concentrazione in molalità (m).

- A) 0,0546
- B) 1,3996
- C) 0,9897
- D) 0,0890

**58. Soluzione**

In un kg di  $\text{H}_2\text{O}$  pura le moli sono:  $1000/18 = 55,55$  mol; le moli di  $\text{SO}_2$  si ricavano da:  $x/(55,55 + x) = 0,0246$  da cui:  $x = 1,40$  mol/kg. La molalità di  $\text{SO}_2$  (mol/kg di solvente) è 1,40. (Risposta B)

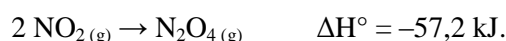
**59.** Indicare quale di questi sali non è stabile in soluzione.

- A)  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$
- B)  $(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_6$
- C)  $\text{NaH}_2\text{PO}_3$
- D)  $\text{FeI}_3$

**59. Soluzione**

Nella molecola  $\text{FeI}_3$  è presente una specie ossidante  $\text{Fe}^{3+}$  ( $E^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = +0,77$  V) e una specie facilmente ossidabile  $\text{I}^-$  ( $E^\circ_{\text{I}_2/\text{I}^-} = +0,535$  V). La specie con potenziale maggiore ossida quella a potenziale minore quindi  $\text{Fe}^{3+}$  ossida  $\text{I}^-$  formando  $\text{I}_2$  e rendendo impossibile l'esistenza di quel sale:  $2 \text{FeI}_3 \rightarrow 2 \text{FeI}_2 + \text{I}_2$ . (Risposta D)

**60.** Per la reazione

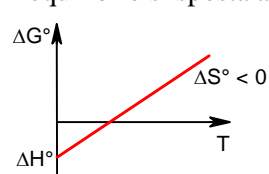


Se  $\Delta H^\circ$  e  $\Delta S^\circ$  sono indipendenti dalla temperatura, si può affermare che, quando la temperatura aumenta:

- A) la costante di equilibrio diminuisce
- B) la costante di equilibrio aumenta
- C) la posizione dell'equilibrio non si sposta
- D) nessuna delle precedenti è valida

**60. Soluzione**

Per la legge dell'equilibrio mobile, in una reazione esotermica ( $\Delta H^\circ < 0$ ), quando la temperatura aumenta, l'equilibrio si sposta a sinistra, quindi la costante di equilibrio diminuisce. (Risposta A)



In questa reazione da due molecole di gas se ne ottiene una, quindi l'entropia (il disordine) diminuisce ( $\Delta S < 0$ ) quindi  $-\Delta S > 0$ .

$-\Delta S$  è la pendenza della retta  $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$  mostrata qui a fianco. La retta ha pendenza positiva: all'aumentare della temperatura, il  $\Delta G^\circ$  aumenta cioè diventa meno favorevole. Quindi la K di equilibrio diminuisce, infatti:  $\Delta G^\circ = -RT \ln K$ .

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato