

## Giochi della Chimica 2022

### Fase regionale – Classe A

1. Calcolare quanti grammi di idrogeno sono presenti in 0,745 g di acetone,  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ .  
 A)  $7,76 \cdot 10^{-2}$       B)  $2,22 \cdot 10^{-2}$       C)  $1,06 \cdot 10^{-1}$       D)  $4,39 \cdot 10^{-3}$

#### 1. Soluzione

La massa molare dell'acetone è:  $3 \cdot 12 + 6 \cdot 1,008 + 16 = 58,05$  g/mol dove i 6 H valgono:  $1,008 \cdot 6 = 6,05$  g/mol  
 Chiamando x la massa di idrogeno si ha:  $6,05 : 58,05 = x : 0,745$  da cui:  $x = 0,0776$  g. (Risposta A)

2. Indicare tra le seguenti qual è la formula del solfito acido di ammonio.

A)  $\text{NH}_4(\text{HSO}_4)_2$       B)  $\text{NH}_4\text{SO}_3$       C)  $\text{NH}_4\text{HSO}_3$       D)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$

#### 2. Soluzione

Acido solforoso:  $\text{H}_2\text{SO}_3$ , solfito d'ammonio  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ , solfito acido d'ammonio:  $\text{NH}_4\text{HSO}_3$ . (Risposta C)

3. Disporre in ordine crescente di energia di prima ionizzazione i seguenti elementi: Ca, Mg, Ba, Sr.

A) Sr, Mg, Ca, Ba  
 B) Ba, Sr, Ca, Mg  
 C) Ba, Mg, Sr, Ca  
 D) Ca, Sr, Mg, Ba

#### 3. Soluzione

Mg, Ca, Sr, Ba sono elementi consecutivi incolonnati nel secondo gruppo. L'energia di ionizzazione aumenta salendo lungo i gruppi, perchè l'elettrone esterno si viene a trovare sempre più vicino al nucleo e quindi è legato più fortemente. L'energia di ionizzazione aumenta nell'ordine:  $\text{Ba} < \text{Sr} < \text{Ca} < \text{Mg}$ . (Risposta B)

4. Disporre in ordine crescente di numero di ossidazione i seguenti composti dell'azoto: acido nitrico, cloruro di ammonio, nitrito di sodio.

A)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{HNO}_3$   
 B)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NaNO}_2$   
 C)  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{HNO}_3$   
 D)  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$

#### 4. Soluzione

L'azoto in  $\text{NH}_4^+$  ha n.o. = -3, in  $\text{NO}_2^-$  ha n.o. = +3, in  $\text{NO}_3^-$  ha n.o. = +5. (Risposta A)

5. Indicare quale tra le seguenti affermazioni è corretta: lo ione  $\text{Ca}^{2+}$ :

A) è isoelettronico allo ione  $\text{Cl}^-$   
 B) presenta lo stesso numero di protoni dello ione  $\text{K}^+$   
 C) è isoelettronico ad Ar  
 D) nessuna delle precedenti risposte

#### 5. Soluzione

Il  ${}_{20}\text{Ca}^{2+}$  ha 18 elettroni, quindi è isoelettronico di  ${}_{18}\text{Ar}$  e anche di  ${}_{17}\text{Cl}^-$ . (Risposte A e C)

6. Dei seguenti composti ossigenati indicare in quale di essi è presente l'elemento con numero di ossidazione +4.

A)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$       B)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$       C)  $\text{MnO}_2$       D)  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$

#### 6. Soluzione

In  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  abbiamo  $\text{Cr}^{6+}$ ; in  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  vi è  $\text{P}^{5+}$ ; in  $\text{MnO}_2$  vi è  $\text{Mn}^{4+}$ ; in  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  vi è  $\text{C}^{3+}$ . (Risposta C)

7. In quanti grammi di  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$  sono presenti  $2,53 \cdot 10^{23}$  atomi di fosforo, P?

A) 37,4      B) 40,3      C) 12,0      D) 50,9

#### 7. Soluzione

Le moli di atomi di fosforo sono:  $(2,53 \cdot 10^{23}) / (6,022 \cdot 10^{23}) = 0,42$  mol: Le moli di  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$  sono la metà: 0,21 mol.  
 La massa molare di  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$  è:  $4 + 2 \cdot 31 + 7 \cdot 16 = 178$  g/mol. La massa è:  $178 \cdot 0,21 = 37,4$  g. (Risposta A)

8. Disporre i seguenti elementi: Cs, Pb, Ba e Tl, in ordine decrescente di raggio atomico.

- A) Tl, Ba, Cs, Pb  
 B) Pb, Ba, Tl, Cs  
 C) Cs, Tl, Pb, Ba  
 D) Cs, Ba, Tl, Pb

### 8. Soluzione

Questi sono tutti elementi del 6° periodo. Spostandosi a destra nel periodo il raggio atomico diminuisce perchè aumenta la carica positiva del nucleo, mentre non aumenta la schermatura.

Quindi, i raggi atomici diminuiscono nell'ordine: Cs > Ba > Tl > Pb.

(Risposta D)

9. Si dispone di un campione di cloruro di magnesio in cui la massa di magnesio è 3,88 g. Indicare la massa di cloro contenuta nel campione.

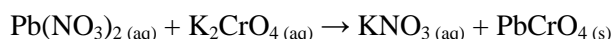
- A) 11,34 g  
 B) 10,25 g  
 C) 11,88 g  
 D) 12,12 g

### 9. Soluzione

Il cloruro di magnesio è MgCl<sub>2</sub>. Le moli di magnesio sono: 3,88/24,3 = 0,16 mol. Le moli di cloro sono il doppio: 0,32 mol. La massa di cloro è: 0,32 · 35,45 = 11,34 g.

(Risposta A)

10. Facendo reagire una soluzione di nitrato di piombo con cromato di potassio ha luogo la reazione (da bilanciare):



Calcolare quanto cromato di piombo si ottiene se si mettono a reagire 8,85 g di Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> con 11,77 g di K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>.

- A) 8,63 g                      B) 7,32 g                      C) 9,44 g                      D) 6,55 g

### 10. Soluzione

La reazione bilanciata è:  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow 2 \text{KNO}_3 + \text{PbCrO}_4$

Moli (mmol)	26,7	(60,25)	26,7
MM (g/mol)	331,2	194,2	323,2
Massa (g)	8,85	11,7	8,63

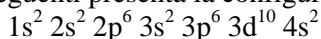
La massa molare di Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> è: 207,2 + 2(14 + 48) = 331,2 g/mol. Le sue moli sono: 8,85/331,2 = 26,7 mmol.

La massa molare di K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> è: 2 · 39,1 + 52 + 64 = 194,2 g/mol. Le sue moli sono: 11,7/194,2 = 60,25 mmol.

Le moli di Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> sono in difetto e decidono la reazione, quindi si ottengono 26,7 mmoli di PbCrO<sub>4</sub>.

La MM di PbCrO<sub>4</sub> è: 207,2 + 52 + 64 = 323,2 g/mol. La sua massa è: 323,2 · 0,0267 = 8,63 g. (Risposta A)

11. Indicare quale specie cationica tra le seguenti presenta la configurazione elettronica:



- A) Ni<sup>2+</sup>                      B) Mn<sup>2+</sup>                      C) Fe<sup>3+</sup>                      D) Ga<sup>+</sup>

### 11. Soluzione

La configurazione 4s<sup>2</sup> 3d<sup>10</sup> è la configurazione di <sup>30</sup>Zn che è assunta da <sup>31</sup>Ga<sup>+</sup>.

(Risposta D)

12. Indicare quale tra i seguenti elementi presenta stati di ossidazione I e III.

- A) Zn                      B) Cu                      C) Au                      D) Pb

### 12. Soluzione

Come si vede nella tabella dei sali poco solubili, l'oro forma composti come AuCl e AuCl<sub>3</sub>. (Risposta C)

13. Mescolando una soluzione di Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> con una soluzione di NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> si ottiene:

- A) una base                      B) un acido                      C) un tampone                      D) nessuna delle precedenti

### 13. Soluzione

NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> è l'acido coniugato della base Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>. Insieme formano una soluzione tampone che ha la massima efficacia ad un pH uguale al pK<sub>a</sub> dell'acido: -log 6,2 · 10<sup>-8</sup> = 7,2. (Risposta C)

14. L'arsenico forma diversi composti sia binari che ternari. Stabilire l'ordine dei numeri di ossidazione dei seguenti composti:  $\text{NaH}_2\text{AsO}_4$ ,  $\text{As}_2\text{S}_3$ ,  $\text{AsH}_3$ ,  $\text{HAsO}_2$ .

- A) +3, +5, -5, 0                      B) +5, -3, +5, +3  
C) -3, +3, +5, +5                     D) +5, +3, -3, +3

#### 14. Soluzione

In  $\text{AsO}_4^{3-}$  vi è  $\text{As}^{5+}$ ; in  $\text{As}_2\text{S}_3$  vi è  $\text{As}^{3+}$ ; in  $\text{AsH}_3$ , vi è  $\text{As}^{3-}$ ; in  $\text{AsO}_2^-$ , vi è  $\text{As}^{3+}$ . (Risposta D)

15. Indicare quale tra le seguenti affermazioni relativa all'isotopo  $^{63}_{29}\text{Cu}$  è corretta.

- A) l'elemento presenta 29 protoni, 29 neutroni e 5 elettroni  
B) l'elemento presenta 29 protoni e 29 neutroni  
C) l'elemento presenta 29 protoni e 34 neutroni  
D) l'elemento ha numero di massa pari a 29

#### 15. Soluzione

29 è il numero atomico (D errata), quindi, i protoni sono 29; i neutroni sono:  $63 - 29 = 34$ . (Risposta C)

16. Quale tra nebbia, fumo, schiuma, emulsione, sospensione è un sistema omogeneo?

- A) fumo                      B) nessuno                      C) nebbia                      D) tutti

#### 16. Soluzione

Nessuno di questi sistemi è omogeneo, sono tutti costituiti da una sospensione di particelle più grandi della lunghezza d'onda della luce e, come in una nuvola, la diffondono e appaiono bianchi. (Risposta B)

17. Un recipiente rigido e termostato contiene 10 moli del gas A. Vengono immesse nel contenitore 2 moli del gas B che reagisce quantitativamente con il gas A formando il composto  $\text{A}_2\text{B}$ , anch'esso gassoso. Quando la reazione è andata a completezza, di quanto è variata la pressione nel contenitore rispetto a quella che si aveva prima dell'aggiunta di B?

A e B sono costituiti da molecole monoatomiche, tutti i gas hanno comportamento ideale e la temperatura durante la reazione rimane costante.

- A) la pressione è tre quarti di quella iniziale  
B) la pressione è quattro quinti di quella iniziale  
C) la pressione non cambia  
D) la pressione è tre quinti di quella iniziale

#### 17. Soluzione

La reazione è:  $2\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{A}_2\text{B}$

Moli iniziali                      10    2                                      Moli prima dell'aggiunta di B = 10 mol

Moli finali                      6    0    2                                      Moli finali totali =  $6 + 2 = 8$  mol

Con T e V costanti, la pressione vale:  $P = n(RT/V)$      $P = k n$                       La pressione è proporzionale alle moli presenti: la pressione finale è  $8/10$  di quella iniziale, cioè  $4/5$  (quattro quinti). (Risposta B)

18. Un eccesso di  $\text{KI}_{(s)}$  aggiunto a 0,500 L di una soluzione di  $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$  0,100 M determina la formazione di  $\text{CuI}_{(s)}$  secondo la reazione (da bilanciare):



Stabilire le moli di  $\text{CuI}_{(s)}$  formate (considerare la reazione quantitativa).

- A) 0,100 mol                      B) 0,050 mol                      C) 0,025 mol                      D) 0,200 mol

#### 18. Soluzione

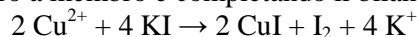
Le moli di  $\text{Cu}^{2+}$  sono:  $n = M V = 0,1 \cdot 0,5 = 0,05$  mol. Dato che  $\text{Cu}^{2+}$  si trasforma completamente in  $\text{CuI}$ , anche le moli finali di  $\text{CuI}$  sono 0,05 mol. (Risposta B)

Per esercizio bilanciamo la reazione. Le due semireazioni sono:

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

$2 \text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2 e^-$  (ox)    scambia 2 elettroni

Moltiplicando per 2, sommando membro a membro e completando il bilanciamento si ottiene:



19. Calcolare la concentrazione molare di zucchero [saccarosio ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )] in una tazzina di caffè del volume di 30 mL, in cui è stato sciolto un cucchiaino di zucchero, corrispondente a 5,00 g.

- A) 0,486 M  
 B) 0,254 M  
 C) 0,504 M  
 D) 0,321 M

**19. Soluzione**

La MM del saccarosio è:  $12 \cdot 12 + 22 + 11 \cdot 16 = 342$  g/mol. Le moli di saccarosio sono:  $5,0/342 = 14,6$  mmol.

La molarità è:  $M = 14,6/30 = 0,487$  M. (Risposta A)

20. Quale volume (in L) di soluzione di NaBr 0,25 M e' possibile preparare aggiungendo acqua a 0,600 L di una soluzione di NaBr 0,450 M? (si considerino i volumi additivi).

- A) 1,19 L  
 B) 1,08 L  
 C) 1,25 L  
 D) 1,37 L

**20. Soluzione**

Le moli della soluzione iniziale sono:  $n = M_1 V_1 = 0,450 \cdot 0,600 = 0,27$  mol.

Le moli della soluzione finale sono:  $n = M_2 V_2 = 0,25 V_2$  mol. Dato che due soluzioni contengono lo stesso numero di moli si può scrivere:  $0,25 V_2 = 0,27$  da cui:  $V_2 = 0,27/0,25 = 1,08$  L. (Risposta B)

21. Indicare quale tra queste reazioni è di dismutazione (o disproporzione):

- A)  $C_2H_2(g) + 5/2 O_2(g) \rightarrow 2 CO_2(g) + H_2O(l)$   
 B)  $Ca(OH)_2(aq) + HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l)$   
 C)  $6 I_2(s) + 12 NaOH(aq) \rightarrow 2 NaIO_3(aq) + 10 NaI(aq) + 6 H_2O(l)$   
 D)  $H_2O_2(aq) \rightarrow H_2O(aq) + 1/2 O_2(g)$

**21. Soluzione**

In una reazione di dismutazione una specie in parte si ossida e in parte si riduce.

La reazione A è la combustione dell'acetilene. La reazione B è acido-base. La reazione C è una dismutazione perchè lo iodio  $I_2$  in parte si ossida a  $NaIO_3$  ( $I^{5+}$ ), in parte si riduce a  $NaI$  ( $I^-$ ). Anche la reazione D è una dismutazione perchè l' $H_2O_2$  ( $O^-$ ) in parte si riduce ad  $H_2O$  ( $O^{2-}$ ) e in parte si ossida ad  $O_2$  ( $O^0$ ) (Risposte C e D)

22. La legge di Boyle afferma che in condizioni di temperatura costante la pressione di un gas perfetto è:

- A) direttamente proporzionale al suo volume  
 B) direttamente proporzionale al quadrato del suo volume  
 C) indipendente dal suo volume  
 D) inversamente proporzionale al suo volume

**22. Soluzione**

A T costante la legge dei gas diventa  $PV = k$  (Boyle). P e V sono inversamente proporzionali. (Risposta D)

23. Calcolare la massa di  $1,5 \cdot 10^{21}$  molecole di  $CO_2$ .

- A) 0,18 g                      B) 1,65 g                      C) 0,098 g                      D) 0,11 g

**23. Soluzione**

$1,5 \cdot 10^{21}$  molecole sono una frazione delle molecole contenute in una mole:  $(1,5 \cdot 10^{21})/(6,022 \cdot 10^{23}) = 0,00249$ .

La loro massa è una frazione della massa molare di  $CO_2$ :  $44 \cdot 0,00249 = 0,11$  g. (Risposta D)

24. Il composto  $H_3PO_3$  secondo la nomenclatura tradizionale corrisponde a:

- A) acido metafosforico      B) acido ortofosforoso      C) acido ortofosforico      D) acido pirofosforico

**24. Soluzione**

Il composto  $H_3PO_3$  è l'acido ortofosforoso (mentre  $H_3PO_4$  è l'acido ortofosforico). (Risposta B)

25. Indicare la geometria molecolare di SF<sub>4</sub>:

- A) ottaedrica                      B) planare-quadrata                      C) bipiramide trigonale                      D) tetraedrica distorta

25. Soluzione



Lo zolfo ha 6 elettroni di valenza. Quattro elettroni vengono usati per legare i 4 atomi di fluoro, due elettroni costituiscono una coppia di non legame. Le coppie di elettroni da ospitare attorno allo zolfo sono 5 (4 di legame e una di non legame) e si dispongono a bipiramide trigonale. La coppia di non legame (ingombrante) occupa una delle posizioni nella

base (angoli di 120°) nelle altre posizioni si legano gli atomi di fluoro. La molecola ha una geometria a cavalletto che qualcuno chiama anche (con termine fuorviante) tetraedro distorto. (Risposta D)

26. Una bombola d'acciaio del volume di 0,1 m<sup>3</sup> è piena di gas etano, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, alla pressione di 2,5 · 10<sup>5</sup> Pa e alla temperatura di 10 °C. Sono usati 124 g del gas. Calcolare il numero di molecole di etano rimaste nella bombola.

- A) 7,12 · 10<sup>20</sup>                      B) 3,91 · 10<sup>24</sup>                      C) 6,02 · 10<sup>24</sup>                      D) 3,27 · 10<sup>23</sup>

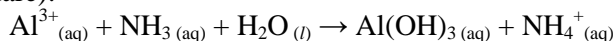
26. Soluzione

Dalla legge dei gas ricaviamo le moli di etano:  $n = PV/RT$  dove  $P = 2,5/1,013 = 2,468 \text{ atm}$  e  $T = 283 \text{ K}$   
 $n = (2,468 \cdot 100)/(0,0821 \cdot 283) = 10,622 \text{ mol}$ . La massa molare dell'etano C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> è: 24 + 6 = 32 g/mol.

Le moli di etano consumate sono: 124/32 = 3,875 mol. Le moli residue sono: 10,622 – 3,875 = 6,747 mol.

Queste contengono: 6,747 · 6,022 · 10<sup>23</sup> = 4,06 · 10<sup>24</sup> molecole. (Risposta B)

27. L'idrossido di alluminio si ottiene facendo gorgogliare NH<sub>3</sub> gassosa in una soluzione di ioni alluminio secondo la reazione (da bilanciare):



Calcolare i grammi di idrossido di alluminio che si ottengono quando si mescolano 0,0897 m<sup>3</sup> di NH<sub>3</sub> gassosa a 273 K e 1,0 · 10<sup>5</sup> Pa, con 40,0 cm<sup>3</sup> di una soluzione 0,500 M di Al<sup>3+</sup>.

- A) 1,83                      B) 0,97                      C) 1,22                      D) 1,56

27. Soluzione

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

Moli (mol)                      0,020                      0,020

MM (g/mol)                      27                      78

Massa (g)                                           1,56

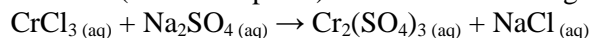
Le moli di Al<sup>3+</sup> sono:  $n = M V = 0,50 \cdot 40 = 20 \text{ mmol}$ . Per NH<sub>3</sub> si ha:  $V = 89,7 \text{ L}$  con  $P = 1,0/1,013 = 0,987 \text{ atm}$ .

Le moli di NH<sub>3</sub> sono:  $n = PV/RT$   $n = (0,987 \cdot 89,7)/(0,0821 \cdot 273) = 3,95 \text{ mol}$  (largo eccesso)

Al<sup>3+</sup> è convertito completamente in Al(OH)<sub>3</sub>. La massa molare di Al(OH)<sub>3</sub> è: 27 + 3 · 17 = 78 g/mol.

La massa ottenuta è: 0,020 · 78 = 1,56 g. (Risposta D)

28. Indicare i coefficienti stechiometrici (in ordine sparso) che bilanciano la seguente reazione:



A) 1, 2, 3, 4

B) 2, 4, 1, 1

C) 2, 6, 3, 1

D) 1, 2, 1, 2

28. Soluzione

La reazione si bilancia direttamente:  $2 \text{CrCl}_3 + 3 \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 6 \text{NaCl}$  (Risposta C)

29. Un campione di ferro in polvere, di massa 2,370 g, è fatto reagire con un eccesso di ossigeno. Così facendo si ottiene un ossido di ferro la cui massa è 3,275 g. Stabilire la formula dell'ossido ottenuto.

- A) FeO                      B) Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>                      C) FeO<sub>2</sub>                      D) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

29. Soluzione

Le moli di Fe metallico sono: 2,370/55,85 = 42,44 mmol.

La massa di O incorporato nell'ossido è: 3,275 – 2,370 = 0,905 g. Le moli di O sono: 0,905/16 = 56,56 mol.

Dividendo per il numero di moli minore si ottiene: Fe (42,44/42,44 = 1 mol); O (56,56/42,44 = 1,33 mol)

quindi: FeO<sub>1,33</sub>. Moltiplicando per 3 si ottengono numeri piccoli e interi: Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. (Risposta B)

30. Si dispone di una miscela di due ossidi di uranio  $U_3O_5$  (s) e  $U_3O_8$  (s). L'analisi elementare della miscela indica che il contenuto in massa di uranio è 85,2%. Indicare la composizione percentuale della miscela.

- A) 55,5%  $U_3O_5$  , 44,5%  $U_3O_8$   
 B) 45,0%  $U_3O_5$  , 55,0%  $U_3O_8$   
 C) 62,8%  $U_3O_5$  , 37,2%  $U_3O_8$   
 D) 12,5%  $U_3O_5$  , 87,5%  $U_3O_8$

**30. Soluzione**

La massa molare di  $U_3O_5$  è:  $3 \cdot 238 + 5 \cdot 16 = 794$  g/mol. La % di U è:  $(3 \cdot 238)/794 = 89,92\%$   
 La massa molare di  $U_3O_8$  è:  $3 \cdot 238 + 8 \cdot 16 = 842$  g/mol. La % di U è:  $(3 \cdot 238)/842 = 84,80\%$   
 Indicando con x la frazione in peso di  $U_3O_5$  si ha:  $89,92x + 84,8(1-x) = 85,2$   $89,92x + 84,8 - 84,8x = 85,2$   
 $5,12x = 0,4$  da cui:  $x = 7,8\%$  ( $U_3O_5$ ) La % del secondo ossido è:  $100 - 7,8 = 92,2\%$  ( $U_3O_8$ ). (Risposta X)

31. Indicare quale tra queste reazioni è di metatesi:

- A)  $2 HNO_2(g) \rightarrow NO_2(g) + NO(g) + H_2O(l)$   
 B)  $2 AgNO_3(aq) + Na_2S(aq) \rightarrow Ag_2S(s) + 2 NaNO_3(aq)$   
 C)  $MgO(s) + H_2O \rightarrow Mg(OH)_2(aq)$   
 D)  $Zn(s) + 2 HCl \rightarrow H_2(g) + ZnCl_2(aq)$

**31. Soluzione**

La reazione di metatesi o di doppio scambio è:  $2 AgNO_3 + Na_2S \rightarrow Ag_2S(s) + 2 NaNO_3$  (Risposta B)

32. Il numero di massa di un atomo è 23, il numero atomico è 11; i neutroni contenuti nel nucleo sono:

- A) 12                      B) 11                      C) 17                      D) 23

**32. Soluzione**

Il n° di massa è:  $A = p + n$ ; il n° atomico è:  $Z = p$ ; il numero dei neutroni è:  $A - Z = 23 - 11 = 12$ . (Risposta A)

33. Un litro di  $N_2$  e un litro di  $O_2$ , nelle stesse condizioni di temperatura e pressione:

- A) contengono lo stesso numero di atomi  
 B) hanno masse che stanno nel rapporto 3:1  
 C) hanno la stessa massa  
 D) contengono lo stesso numero di molecole

**33. Soluzione**

A parità di P e T, volumi uguali di gas contengono lo stesso numero di moli:  $n = PV/RT$ .  
 Quindi contengono lo stesso numero di molecole, e in questo caso, anche di atomi. (Risposte A e D)

34. Il numero di ossidazione dello zolfo nel composto  $Al_2(SO_3)_3$  è:

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

**34. Soluzione**

Questo sale contiene  $Al^{3+}$  e  $SO_3^{2-}$ . Qui lo zolfo ha n.o.:  $3 \cdot 2 - 2 = +4$ . (Risposta D)

35. L'ossido di litio, reagendo con l'acqua, fornisce:

- A) un sale                      B) non reagisce                      C) una soluzione acida                      D) una soluzione basica

**35. Soluzione**

La reazione è (come per  $Na_2O$ ):  $Li_2O + H_2O \rightarrow 2 LiOH$  (idrossido, basico). (Risposta D)

36. 100 mL di una soluzione acquosa di cloruro di potassio non satura (0,05 M) viene riscaldata da 20 °C a 40 °C. Al termine del riscaldamento la molarità sarà:

- A) maggiore di quella iniziale                      B) minore di quella iniziale  
 C) uguale a quella iniziale                      D) non è possibile stabilire se sarà maggiore o minore

**36. Soluzione**

Se la soluzione si scalda, il suo volume aumenta e quindi la molarità ( $M = n/V$ ) diminuisce. (Risposta B?)

37. Uno studente prepara una soluzione di acetone al 20% (v/v) in acqua nel seguente modo: preleva mediante una pipetta tarata 40 mL di acetone che trasferisce in un matraccio da 200 mL e porta a volume con acqua distillata. Quale affermazione a riguardo di questa soluzione è corretta?

- A) il volume di acqua utilizzato è 160 mL
- B) il volume di acqua utilizzato è incognito allo studente
- C) la soluzione così preparata non è al 20% (v/v) in acetone
- D) il volume di acqua utilizzato è ricavabile conoscendo la densità dell'acqua e dell'acetone puri

### 37. Soluzione

Quando due sostanze liquide vengono mescolate, il volume finale, in generale, non è la somma dei due volumi, ma può essere minore (se le interazioni reciproche sono più intense di quelle nei liquidi puri) oppure maggiore (se le interazioni reciproche sono più deboli). A meno che lo studente non misuri il volume per differenza, prelevando l'acqua da un volume noto, lo studente non conosce il volume di acqua aggiunto. (Risposta B)

38. Uno studente prepara una soluzione di cloruro di bario in acqua nel seguente modo: pesa esattamente 2,500 g di sale che trasferisce in un matraccio da 200 mL e porta a volume con acqua distillata. Quale affermazione a riguardo di questa soluzione è corretta?

- A) la concentrazione espressa in frazione molare non varia con la temperatura
- B) la concentrazione espressa in molarità non varia con la temperatura
- C) la concentrazione espressa in % m/m varia con la temperatura
- D) la concentrazione espressa in % m/v non varia con la temperatura

### 38. Soluzione

Dato che il volume varia con la T, anche le concentrazioni espresse come mol/V o m/V variano (B e D errate). Le moli e la massa non variano con T: anche la frazione molare e il rapporto m/m non variano. (Risposta A)

39. Il limite di rilevabilità di una tecnica analitica è:

- A) l'errore assoluto della misura
- B) la deviazione standard dei dati ottenuti
- C) il più piccolo valore apprezzabile
- D) la più piccola differenza apprezzabile tra le misure

### 39. Soluzione

Il limite di rilevabilità (o sensibilità) di una tecnica analitica è il più piccolo valore misurabile. (Risposta C)  
La risoluzione, invece, rappresenta la più piccola differenza apprezzabile tra le misure.

40. Identificare tra le seguenti reazioni, quella che NON è una reazione di ossidoriduzione:

- A)  $2 \text{KI} + \text{Br}_2 \rightarrow 2 \text{KBr} + \text{I}_2$
- B)  $2 \text{HNO}_3 + 3 \text{H}_2\text{S} \rightarrow 2 \text{NO} + 3 \text{S} + 4 \text{H}_2\text{O}$
- C)  $3 \text{MnCl}_2 + 2 \text{HNO}_3 + 6 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{NO} + 3 \text{MnCl}_4 + 4 \text{H}_2\text{O}$
- D)  $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2 \text{NaCl}$

### 40. Soluzione

Nella prima reazione  $\text{Br}_2$  si riduce a  $\text{Br}^-$ , nella seconda e nella terza reazione  $\text{HNO}_3$  si riduce ad  $\text{NO}$ .  
La quarta reazione, invece, è semplicemente di doppio scambio. (Risposta D)

41. Un recipiente chiuso costituito da pareti rigide è diviso in due settori da un setto fisso e diatermico. Entrambi i settori contengono gas il cui comportamento può essere considerato ideale. All'equilibrio i due settori (A e B) hanno lo stesso volume, e B contiene 1,5 volte il numero di moli contenuto in A. Si può asserire che:

- A) la pressione in B è uguale a quella in A
- B) la pressione in B è del 50% più alta di quella in A
- C) la pressione in A è del 50% più alta di quella in B
- D) non è possibile che il numero di moli in A ed in B sia diverso

### 41. Soluzione

All'equilibrio V e T nei due settori sono uguali. Per la legge dei gas:  $P = n(RT/V)$  quindi  $P = kn$ .  
Cioè:  $P_A/n_A = P_B/n_B$ . O anche:  $P_B/P_A = n_B/n_A$ . Se:  $n_B/n_A = 1,5$  anche  $P_B/P_A = 1,5$ . (Risposta B)

42. Un cubetto di oro il cui spigolo misura 1,5 cm viene immerso in un recipiente adiabatico che contiene 0,1 kg di acqua la cui temperatura iniziale è 5 °C. Raggiunto l'equilibrio, la temperatura dell'acqua diviene 8 °C. Quale era la temperatura iniziale dell'oro? La capacità termica specifica dell'acqua è 4,184 J K<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>, mentre quella dell'oro è 0,129 J K<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>; la densità dell'oro è 19300 kg m<sup>-3</sup>; si trascuri il contributo delle dispersioni e della capacità termica della contenitore.

- A) 49 °C                      B) 69 °C                      C) 101 °C                      D) 141 °C

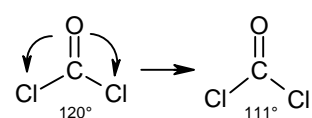
#### 42. Soluzione

Il calore assorbito dall'acqua è uguale al calore ceduto dall'oro:  $Q_a = Q_o$        $m_a c_a \Delta T_a = m_o c_o |\Delta T_o|$   
 $Q_a = 100 \cdot 4,184 (8-5) = 1255,2 \text{ J}$        $m_{oro} = d V = 19,3 \cdot 1,5^3 = 65,14 \text{ g}$ . Sia  $x$  la temperatura iniziale dell'oro:  
 $Q_o = 65,14 \cdot 0,129 (x-8) = 8,4 (x-8)$   
 Da:  $Q_o = Q_a$  segue:  $8,4x - 67,2 = 1255,2$  da cui:  $x = 157 \text{ °C}$ . (Risposta X)

43. Nella molecola di COCl<sub>2</sub> l'angolo Cl-C-Cl tra i due legami che il carbonio fa con i due atomi di cloro è:

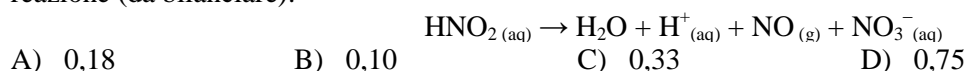
- A) 90°                      B) 93°                      C) 111°                      D) 120°

#### 43. Soluzione



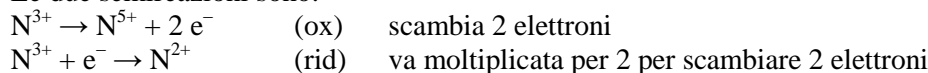
Secondo la teoria VSEPR il carbonio deve alloggiare attorno a sè 3 coppie di elettroni: due legami singoli e un doppio legame. Se questi avessero tutti lo stesso ingombro, si formerebbero angoli di 120°, ma i doppi legami sono più ingombranti dei legami singoli, quindi l'angolo Cl-C-Cl deve essere più stretto di 120°. Il valore appena inferiore a 120°, tra le risposte, è 111°. (Risposta C)

44. Calcolare le moli di NO<sub>(g)</sub> che si ottengono dalla decomposizione di 0,500 moli di acido nitroso, secondo la reazione (da bilanciare):

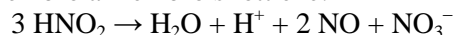


#### 44. Soluzione

Le due semireazioni sono:

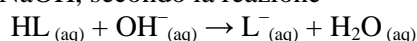


Moltiplicando per due e sommando membro a membro si ottiene:



Le moli di NO che si ottengono da 0,5 moli di HNO<sub>2</sub> sono: 0,5 (2/3) = 0,33 mol (Risposta C)

45. Un acido debole HL reagisce con NaOH, secondo la reazione

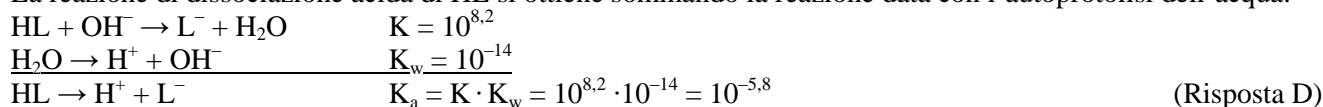


Sapendo che la costante di equilibrio della reazione è  $K = 10^{8,2}$ , calcolare la costante acida ( $K_a$ ) di HL.

- A) 10<sup>-6,5</sup>                      B) 10<sup>-9,5</sup>                      C) 10<sup>-7,5</sup>                      D) 10<sup>-5,8</sup>

#### 45. Soluzione

La reazione di dissociazione acida di HL si ottiene sommando la reazione data con l'autoprotolisi dell'acqua:



46. Calcolare il pH di una soluzione ottenuta mescolando 100,0 mL di una soluzione di H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 0,100 M con 50,0 mL di una soluzione di NaOH 0,200 M.

- A) 6,42                      B) 4,56                      C) 7,68                      D) 5,21

#### 46. Soluzione

Le moli di H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> sono:  $n = M V = 0,1 \cdot 100 = 10 \text{ mmol}$ . Le moli di NaOH sono:  $n = M V = 0,2 \cdot 50 = 10 \text{ mmol}$ . NaOH reagisce completamente col primo H<sup>+</sup> dell'acido formando 10 mmol di HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> ( $K_a = 6,2 \cdot 10^{-8}$ ) in 150 mL. La concentrazione di HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> è: 10/150 = 0,0667 M. Il pH risultante sarà leggermente acido (C errata). La concentrazione di H<sup>+</sup> si ricava da:  $[\text{H}^+] = (K_a C)^{1/2} = (6,2 \cdot 10^{-8} \cdot 0,0667)^{1/2} = 6,43 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ .  
 $\text{pH} = -\log(6,43 \cdot 10^{-5}) = 4,19$ . (Risposta X)



47. 4,70 mL di una soluzione 0,100 M di NaOH reagiscono completamente con 9,40 mL di una soluzione 0,0250 M di un acido incognito  $H_nT$ , formando  $Na_nT$ . Calcolare il numero di protoni  $n$  rilasciati dall'acido.

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

#### 47. Soluzione

Le moli di NaOH sono:  $n = M V = 0,1 \cdot 4,7 = 0,47$  mmol. Le moli di acido sono:  $0,0250 \cdot 9,4 = 0,235$  mmol. Il rapporto in moli NaOH/acido è:  $0,47/0,235 = 2$ . L'acido rilascia 2 protoni ( $H_2T$ ). (Risposta D)

48. Indicare il composto dell'oro più solubile tra quelli riportati.

- A)  $AuI_3$                       B)  $AuCl_3$                       C)  $AuBr_3$                       D)  $Au(OH)_3$

#### 48. Soluzione

Il composto più solubile tra quelli indicati è  $AuCl_3$  come si vede dalle tabelle delle  $K_{ps}$  dei sali poco solubili:  $AuCl_3$  ( $3,2 \cdot 10^{-25}$ );  $AuBr_3$  ( $4,0 \cdot 10^{-36}$ );  $AuI_3$  ( $1,0 \cdot 10^{-46}$ );  $Au(OH)_3$  ( $1,0 \cdot 10^{-53}$ ). (Risposta B)

49. Mescolando 65 g di una soluzione al 21% (m/m) di NaI con 18 g di una soluzione al 42% (m/m) di NaI, qual è la percentuale (m/m) della soluzione finale?

- A) 32,1%                      B) 24,6%                      C) 25,5%                      D) 29,3%

#### 49. Soluzione

La massa di NaI nella 1<sup>a</sup> soluzione è:  $65 \cdot 0,21 = 13,65$  g. La massa di NaI nella 2<sup>a</sup> soluzione è:  $18 \cdot 0,42 = 7,56$  g. La massa totale di NaI è:  $13,65 + 7,56 = 21,21$ . La nuova % è:  $21,21/(65+18) = 25,5\%$ . (Risposta C)

50. Una massa di  $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$  viene riscaldata a 155 °C per 12 ore. L'acqua evaporata occupa un volume di 5,40 L in condizioni normali (a 273,15 K e  $1,01 \cdot 10^5$  Pa). Calcolare la massa iniziale del composto.

[ $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$     PM = 246,50]

- A) 8,48 g                      B) 6,75 g                      C) 9,44 g                      D) 6,97 g

#### 50. Soluzione

A 0°C e 1 atm il vapor d'acqua è tutto condensato in acqua liquida o ghiaccio e non può avere un volume di 5,4 L. Per risalire alle moli di acqua eliminata dal sale bisognava fornire il volume di vapore in condizioni diverse.

Risolviamo comunque il problema immaginando che il vapor d'acqua sia un gas ideale.

Le moli di acqua evaporata sono:  $n = PV/RT$      $n = (1 \cdot 5,4)/(0,0821 \cdot 273) = 0,2409$  mol.

Le moli di composto sono:  $0,2409/7 = 0,0344$  mol. La massa di composto è:  $0,0344 \cdot 246,5 = 8,48$  g. (Risposta A)

51. Il ferro zincato si ottiene rivestendo manufatti di ferro con zinco metallico per proteggerlo dall'ossidazione atmosferica. Come agisce lo  $Zn_{(s)}$ ?

- A) formando una lega con il  $Fe_{(s)}$  crea un sistema non ossidabile                      B) lo  $Zn_{(s)}$  si ossida prima del  $Fe_{(s)}$ ;  
C) lo  $Zn_{(s)}$  non viene ossidato dall'ossigeno                      D) lo  $Zn_{(s)}$  si ossida dopo il  $Fe_{(s)}$

#### 51. Soluzione

Lo Zn ( $E^\circ = -0,76$  V) ha un potenziale più basso e quindi si ossida prima del Fe ( $E^\circ = -0,44$  V) e si copre di uno strato di ossido che lo preserva da ulteriori ossidazioni. (Risposta B)

52. Il rame si ossida in presenza di acido nitrico secondo la seguente reazione (da bilanciare):

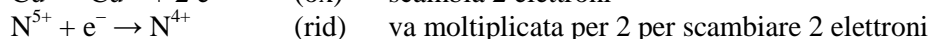
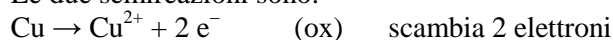


Indicare (in ordine sparso) i coefficienti stechiometrici che bilanciano la reazione.

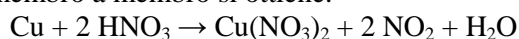
- A) 3, 1, 2, 1, 2                      B) 4, 1, 2, 1, 2                      C) 1, 4, 3, 2, 1                      D) 1, 2, 2, 3, 5

#### 52. Soluzione

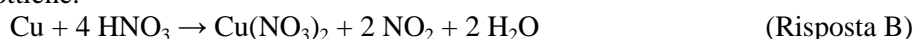
Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 2 e sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento si ottiene:



53. Un'acqua minerale contiene una concentrazione di As pari a 3,50 µg/L. Se si assumono 1,50 L di acqua al giorno, calcolare la quantità di As ingerita in 1 anno (365 giorni).

- A) 7,00 mg  
B) 5,25 mg  
C) 1,92 mg  
D) 1,28 mg

### 53. Soluzione

I litri di acqua assunti in un anno sono:  $1,5 \cdot 365 = 547,5$  L. La concentrazione di As nell'acqua è: 0,0035 mg/L. La massa di As ingerita in un anno è:  $547,5 \cdot 0,0035 = 1,92$  mg. (Risposta C)

54. La concentrazione di un metallo in una lega si può esprimere in carati (k). 1 carato corrisponde ad 1 g su 24 g di lega. Una lega di oro-rame con 16,0 k in oro, quale percentuale (m/m) di oro contiene?

- A) 75%                      B) 67%                      C) 34%                      D) 81%

### 54. Soluzione

Una lega a 16 carati ha 16 g di oro su 24 g di lega. La % di oro è:  $16/24 = 67\%$ . (Risposta B)

55. Calcolare il peso molecolare di un composto ML, sapendo che una soluzione ottenuta sciogliendo 6,32 g in 0,80 L risulta 0,1031 M.

- A) 61,30  
B) 76,62  
C) 85,22  
D) 81,44

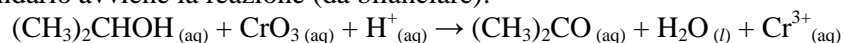
### 55. Soluzione

Le moli del composto sono:  $n = M V = 0,1031 \cdot 0,80 = 0,08248$  mol.

La massa molare del composto è:  $6,32/0,08248 = 76,62$  g/mol.

(Risposta B)

56. Il reagente di Jones (soluzione acida di  $\text{CrO}_3$ ) è usato per l'identificazione di alcoli primari e secondari. Nel caso di un alcol secondario avviene la reazione (da bilanciare):

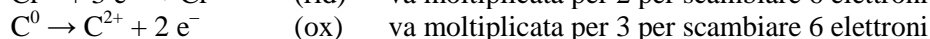


con formazione dello ione  $\text{Cr}^{3+}_{(\text{aq})}$  di colore verde. Quante moli di  $\text{CrO}_3$  si consumano per 1,2 moli di alcol?

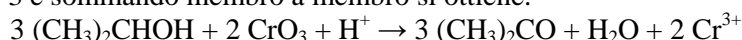
- A) 0,80                      B) 1,80                      C) 0,18                      D) 0,88

### 56. Soluzione

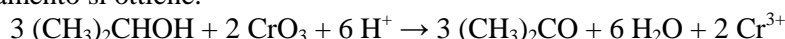
Le due semireazioni sono:



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



Completando il bilanciamento si ottiene:



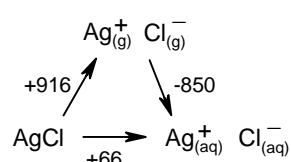
Le moli consumate di  $\text{CrO}_3$  sono:  $1,2 \cdot (2/3) = 0,8$  mol.

(Risposta A)

57. Sapendo che per il cloruro di argento  $\text{AgCl}$ , il valore dell'entalpia di idratazione è  $\Delta H = -850$  kJ/mol, mentre il valore dell'entalpia reticolare è  $\Delta H = -916$  kJ/mol, si trovi l'energia che si ottiene sciogliendo 2 mol di  $\text{AgCl}$  in acqua (si trascuri la variazione di entalpia dovuta a eventuali legami a idrogeno).

- A) -66 kJ                      B) -132 kJ                      C) -1760 kJ                      D) 66 kJ

### 57. Soluzione



Il  $\Delta H$  di rottura del cristallo per ottenere gli ioni allo stato gassoso è:  $\Delta H = +916$  kJ/mol

Il  $\Delta H$  di idratazione è:  $\Delta H = -850$  kJ/mol.

Il  $\Delta H$  complessivo è:  $916 - 850 = +66$  kJ/mol.

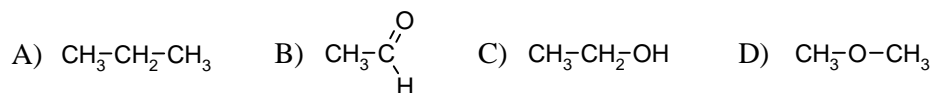
Per due moli:  $\Delta H = 66 \cdot 2 = +132$  kJ

Il  $\Delta H$  è l'energia assorbita da  $\text{AgCl}$  nel processo.

L'energia liberata è:  $-\Delta H = -132$  kJ

(Risposta B)

58. Indicare quale dei seguenti composti organici, con masse molecolari simili, avrà la temperatura di ebollizione più bassa.



**58. Soluzione**

La temperatura di ebollizione più bassa è quella del propano le cui molecole apolari sono trattenute una vicino all'altra solo da forze di London, le più deboli. La molecola successiva è l'etere che possiede un dipolo e può formare legami dipolo-dipolo. Poi viene l'acetaldide che ha un dipolo più intenso dovuto al carbonile. Infine, la temperatura di ebollizione maggiore è quella dell'etanolo che può realizzare legami a idrogeno. (Risposta A)

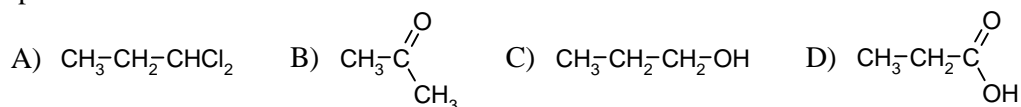
59. Stabilire quale delle seguenti affermazioni sul petrolio è ERRATA:

- A) le frazioni del petrolio sono separate per distillazione.
- B) le frazioni del petrolio possono subire trasformazioni chimiche per migliorarne la qualità.
- C) nel petrolio non sono presenti composti aromatici.
- D) il petrolio è una miscela liquida di idrocarburi con densità media inferiore a quella dell'acqua.

**59. Soluzione**

Nel petrolio sono presenti composti aromatici sia di piccolo che di grande peso molecolare come i composti policiclici aromatici che sono considerati cancerogeni. (Risposta C)

60. Osservando le strutture dei seguenti composti organici, indicare quale di essi contiene il carbonio con lo stato di ossidazione più alto:



**60. Soluzione**

Lo stato di ossidazione più alto (+3) è quello del carbonio del carbossile nella molecola D (acido carbossilico)

Nella molecola A (di-alogenuro alchilico), il carbonio legato ai due atomi di cloro ha n.o. +1.

Nella molecola B (chetone), il carbonio del carbonile ha n.o. +2.

Nella molecola C (alcol), il carbonio legato all'ossigeno ha n.o. -1.

(Risposta D)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato