

## Giochi della Chimica 2020

### Problemi risolti – Fase nazionale – Classe B

1. Se la concentrazione di Pb(II) in un campione di acqua potabile è  $2,41 \cdot 10^{-8}$  M, tenendo conto che un individuo ingerisce 2,0 L di acqua al giorno, calcolare la massa di Pb(II) ingerita in un mese (30 giorni).

- A) 0,85 mg                      B) 1,2 mg                      C) 0,58 mg                      D) 0,30 mg

#### 1. Soluzione

I litri di acqua ingerita in un mese sono:  $2,0 \cdot 30 = 60$  L. Le moli di Pb ingerite sono  $2,41 \cdot 10^{-8} \cdot 60 = 1,446 \cdot 10^{-6}$  mol. La massa di Pb è:  $1,446 \cdot 10^{-6} \cdot 207,2 = 3,0 \cdot 10^{-4}$  g (0,30 mg). (Risposta D)

2. Indicare l'affermazione ERRATA riguardante le reazioni redox:

- A) il numero di elettroni ceduti dalle specie che si ossidano deve essere uguale al numero di elettroni acquistati dalle specie che si riducono  
 B) la somma delle cariche a sinistra nella reazione deve essere uguale alla somma delle cariche a destra  
 C) può accadere che una stessa specie si ossidi e si riduca  
 D) per ogni specie chimica coinvolta nell'ossidazione o nella riduzione, la variazione del numero di ossidazione deve essere un multiplo di due

#### 2. Soluzione

In una reazione redox gli elettroni passano da una specie dove sono legati più debolmente ad un'altra dove sono legati con più forza, ed è proprio la maggiore stabilità del nuovo sistema che spinge avanti la reazione, quindi l'affermazione A è esatta. Anche l'affermazione B è esatta perché in una reazione, oltre alla massa, si conserva anche la carica. L'affermazione C è esatta perché una specie poco stabile può dare dismutazione, cioè alcune molecole di uno stesso composto si possono ossidare a spese di altre che si riducono. L'affermazione errata è la D, infatti gli elettroni scambiati possono essere sia pari che dispari e non sono obbligati a spostarsi in coppia. Il ferro, ad esempio, può passare dallo stato di ossidazione  $\text{Fe}^{2+}$  a  $\text{Fe}^{3+}$ . (Risposta D)

3. Per la combustione completa di 0,5 mol di un idrocarburo occorrono 2,5 mol di  $\text{O}_2$  e vengono prodotte 1,5 mol di  $\text{CO}_2$ . Individuare l'idrocarburo.

- A)  $\text{C}_3\text{H}_6$                       B)  $\text{C}_3\text{H}_4$                       C)  $\text{C}_3\text{H}_8$                       D)  $\text{C}_3\text{H}_7$

#### 3. Soluzione

Una molecola di idrocarburo consuma 5  $\text{O}_2$  e produce 3  $\text{CO}_2$ . Quindi l'idrocarburo contiene 3 carboni. Per formare 3  $\text{CO}_2$  servono 3  $\text{O}_2$ , restano 2  $\text{O}_2$  che formano 4 molecole di  $\text{H}_2\text{O}$ . In 4  $\text{H}_2\text{O}$  vi sono 8 H che devono provenire dall'idrocarburo. Questo, quindi, è  $\text{C}_3\text{H}_8$ . ( $\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$ ). (Risposta C)

4. Il gallio ha massa atomica 69,723 u ed esiste in natura come miscela dei due isotopi  $^{69}\text{Ga}$  e  $^{71}\text{Ga}$ . L'isotopo  $^{69}\text{Ga}$  ha massa 68,9256 u e abbondanza naturale del 60,1%. Determinare la massa e l'abbondanza naturale dell'altro isotopo.

- A) 69,9247 u, 39,9%                      B) 71,9247 u, 39,9%  
 C) 70,9247 u, 42,8%                      D) 70,9247 u, 39,9%

#### 4. Soluzione

L'abbondanza naturale di  $^{71}\text{Ga}$  è:  $100 - 60,1 = 39,9\%$  (la risposta C è esclusa).

La massa atomica è la massa pesata dei due isotopi puri (68,9256 e x), quindi si può scrivere:

$$0,601 \cdot 68,9256 + 0,399 x = 69,723 \quad 0,399 x = 69,723 - 41,424 \quad x = 70,924. \quad (\text{Risposta D})$$

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

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

#### 5. Soluzione

Ogni gessetto pesa  $1000/100 = 10$  g. La MM di  $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  è:  $40,08 + 32,06 + 64 + 2 \cdot 18 = 172,14$  g/mol

Le moli di  $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  in un gessetto sono:  $n = 10/172,14 = 0,05809$  mol. Dato che ogni molecola contiene 6 atomi di O, le moli di O sono:  $6 \cdot 0,05809 = 0,34855$  mol

Gli atomi di O sono:  $N \cdot n = 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 0,34855 = 2,10 \cdot 10^{23}$ . (Risposta A)

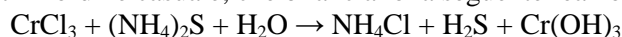
6. Indicare la configurazione elettronica dello ione  $S^{2-}$

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

### 6. Soluzione

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

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



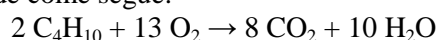
- A) 1, 1, 2, 2, 3, 3  
 B) 1, 2, 3, 3, 6, 6  
 C) 2, 2, 3, 3, 6, 6  
 D) 1, 2, 3, 4, 6, 6

### 7. Soluzione

La reazione bilanciata è:  $2 CrCl_3 + 3 (NH_4)_2S + 6 H_2O \rightarrow 6 NH_4Cl + 3 H_2S + 2 Cr(OH)_3$

I coefficienti sono: 2, 2, 3, 3, 6, 6. (Risposta C)

8. La combustione del butano procede come segue:



Indicare la quantità massima di  $CO_2$  ottenibile se 5,00 g di  $C_4H_{10}$  reagiscono con 25,0 g di  $O_2$ .

- A) 15,1 g di  $CO_2$       B) 20,0 g di  $CO_2$       C) 10,9 g di  $CO_2$       D) 20,9 g di  $CO_2$

### 8. Soluzione

La reazione è:  $2 C_4H_{10} + 13 O_2 \rightarrow 8 CO_2 + 10 H_2O$

Coefficienti	2	13	8
Moli (mol)	0,0862	(0,781)	0,345
MM (g/mol)	58	32	44
Massa (g)	5	25	15,17

La massa molare del butano  $C_4H_{10}$  è:  $4 \cdot 12 + 10 = 58$  g/mol. Le moli di butano sono:  $5,0/58 = 0,0862$  mol.

La massa molare di  $O_2$  è: 32 g/mol. Le moli di  $O_2$  sono:  $25,0/32 = 0,781$  mol.

Le moli stechiometriche di  $O_2$  sono:  $0,0862 \cdot (13/2) = 0,56$ , quindi le presenti moli di  $O_2$  (0,781) sono in eccesso e la reazione è decisa dalle moli di butano, il reagente limitante.

Le moli che si formano di  $CO_2$  sono  $0,0862 \cdot (8/2) = 0,345$  mol. La massa molare di  $CO_2$  è:  $12 + 32 = 44$  g/mol.

La massa di  $CO_2$  che si forma è:  $44 \cdot 0,345 = 15,17$  g. (Risposta A)

9. Calcolare le moli di  $Ba(OH)_2(s)$  da aggiungere a 0,700 L di una soluzione acquosa di HCl 0,150 M per ottenere una soluzione a pH 7,00 (trascurare variazioni di volume ed effetti sul pH dovuti alla presenza di altri ioni).

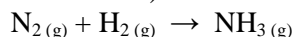
- A) 0,0775 mol      B) 0,0105 mol      C) 0,0525 mol      D) 0,0257 mol

### 9. Soluzione

Dato che acido e base sono forti, per avere un pH neutro, gli equivalenti della base  $Ba(OH)_2$  devono essere uguali a quelli di HCl. Le moli di HCl sono:  $n = M \cdot V = 0,150 \cdot 0,7 = 0,105$  mol.

Le moli di  $Ba(OH)_2$  devono essere la metà:  $0,105/2 = 0,0525$  mol. (Risposta C)

10. In un reattore, alla temperatura di 500,0 K, vengono introdotti  $N_{2(g)}$  e  $H_{2(g)}$  nel rapporto 1:3 in moli. Si stabilisce la seguente reazione di equilibrio (da bilanciare):



Ad equilibrio raggiunto, nel reattore, la pressione parziale di  $NH_{3(g)}$  è di  $0,22 \cdot 10^5$  Pa e quella totale è  $1,01 \cdot 10^5$  Pa. Calcolare la pressione parziale di  $N_{2(g)}$  all'equilibrio.

- A)  $0,60 \cdot 10^5$  Pa      B)  $0,84 \cdot 10^5$  Pa      C)  $0,38 \cdot 10^5$  Pa      D)  $0,20 \cdot 10^5$  Pa

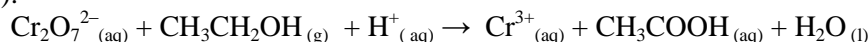
### 10. Soluzione

La reazione bilanciata è:  $N_2 + 3 H_2 \rightarrow 2 NH_3$

Dato che  $N_2$  e  $H_2$  sono posti nel reattore nel giusto rapporto stechiometrico (1:3), anche la quantità non reagita sarà in rapporto 1:3. La pressione parziale finale complessiva di  $N_2$  e  $H_2$  è  $1,01 \cdot 10^5 - 0,22 \cdot 10^5 = 0,79 \cdot 10^5$  Pa.

La pressione parziale di  $N_2$  è 1/4 di questa, quindi:  $0,79 \cdot 10^5/4 = 0,20 \cdot 10^5$  Pa. (Risposta D)

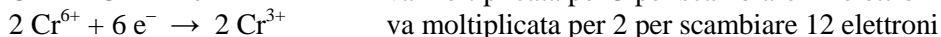
11. L'etilometro misura la concentrazione di alcol etilico presente nell'aria espirata. Si utilizza la reazione che segue (da bilanciare):



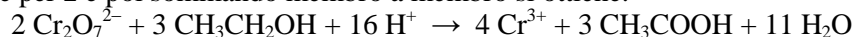
Calcolare quante mol di alcol reagiscono con 1,0 mol di dicromato di potassio.

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

### 11. Soluzione



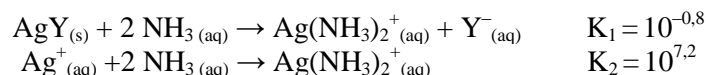
Moltiplicando per 3 e per 2 e poi sommando membro a membro si ottiene:



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

(Risposta B)

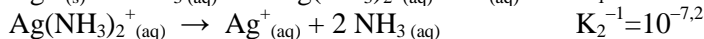
12. Determinare il prodotto di solubilità di un composto  $\text{AgY}(\text{s})$ , conoscendo le costanti di equilibrio delle reazioni che seguono



- A)  $10^{-10,2}$   
B)  $10^{-8,0}$   
C)  $10^{-6,4}$   
D)  $10^{-14,7}$

### 12. Soluzione

Sommando la prima reazione con l'inverso della seconda:



-----  
sommando membro a membro si ottiene:  
 $\text{AgY}(\text{s}) \rightarrow \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Y}^-(\text{aq}) \quad K = K_1 \cdot K_2^{-1} = 10^{-0,8} \cdot 10^{-7,2} = 10^{-8,0}$

Si ottiene la reazione di dissociazione di  $\text{AgY}$ , quindi  $K = K_{\text{ps}} = 10^{-8,0}$ .

(Risposta B)

13. Quanto calore è richiesto per aumentare la temperatura di un blocco di rame di  $1,00 \text{ dm}^3$  da  $25,0 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $95,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ? La capacità termica specifica del rame è  $0,386 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$  mentre la sua densità è  $8920 \text{ g dm}^{-3}$ .

- A) 241 J                      B) 360 J                      C) 241 kJ                      D) 360 kJ

### 13. Soluzione

Dalla definizione di densità:  $d = m/v$  si ricava la massa:  $m = d \cdot v$  quindi:  $m = 8920 \cdot 1,00 = 8920 \text{ g}$ .

Il calore è dato dalla relazione  $Q = c m \Delta T$  quindi  $Q = 0,386 \cdot 8920 \cdot (95 - 25) = 241 \text{ kJ}$ . (Risposta C)

14. In un contenitore rigido è inizialmente contenuta la miscela dei gas A e B.

I gas reagiscono secondo la reazione:



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

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

### 14. Soluzione

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

15. Indicare quale tra i seguenti elementi presenta maggiore elettronegatività.

- A) Si                      B) Al                      C) S                      D) P

### 15. Soluzione

Questi 4 elementi sono consecutivi nella tavola periodica: Al, Si, P, S. Dato che l'elettronegatività aumenta andando verso destra nel periodo, lo zolfo è quello più elettronegativo. (Risposta C)

16. Indicare in quale tra le seguenti specie l'atomo centrale non raggiunge l'ottetto.

- A)  $\text{BF}_3$   
 B)  $\text{CH}_4$   
 C)  $\text{H}_2\text{O}$   
 D)  $\text{NH}_3$

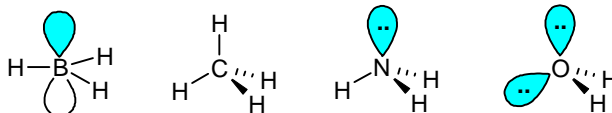
### 16. Soluzione

In  $\text{CH}_4$  il carbonio, che ha 4 elettroni di valenza, fa 4 legami covalenti e raggiunge l'ottetto.

In  $\text{H}_2\text{O}$  l'ossigeno, che ha 6 elettroni di valenza, fa 2 legami covalenti e raggiunge l'ottetto.

In  $\text{NH}_3$  l'azoto, che ha 5 elettroni di valenza, fa 3 legami covalenti e raggiunge l'ottetto.

In  $\text{BH}_3$  il boro, che ha 3 elettroni di valenza, fa 3 legami covalenti, ha solo 6 elettroni attorno a sè. (Risposta A)



17. Indicare fra le seguenti coppie quella costituita da ioni isoelettronici.

- A)  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$   
 B)  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$   
 C)  $\text{F}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$   
 D)  $\text{F}^-$ ,  $\text{Al}^{3+}$

### 17. Soluzione

$\text{F}^-$  e  $\text{Al}^{3+}$  hanno entrambi la configurazione elettronica del gas nobile Neon.

(Risposta D)

18. Aggiungendo 5,60 g di  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  solido a 80,0 g di una soluzione dello stesso sale 11,0% (m/m), qual è la concentrazione (% m/m) della soluzione ottenuta?

- A) 16,8  
 B) 14,5  
 C) 22,3  
 D) 34,2

### 18. Soluzione

Nella soluzione iniziale vi sono:  $0,11 \cdot 80 = 8,8$  g di  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

Nella nuova soluzione la massa del sale è  $8,8 + 5,6 = 14,4$  g. La massa totale è  $80 + 5,6 = 85,6$  g.

La percentuale di sale è  $14,4/85,6 = 16,8\%$ .

(Risposta A)

19. La capacità termica specifica dell'acqua è  $4,18 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$ . Calcolare quanta energia è richiesta per innalzare a pressione costante la temperatura di 10,0 moli di acqua da  $20,00^\circ\text{C}$  a  $25,00^\circ\text{C}$ .

- A) 209 J                      B) 209 kJ                      C) 3,76 kJ                      D) 3,76 J

### 19. Soluzione

La massa di acqua è:  $10 \cdot 18 = 180$  g. L'energia richiesta è data da:  $Q = c m \Delta T = 4,18 \cdot 180 \cdot 5 = 3762$  J.

Quindi 3,76 kJ.

(Risposta C)

20. Quanti sono gli isomeri costituzionali che hanno formula molecolare  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ?

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

### 20. Soluzione

La molecola  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  è un alcano dato che ha  $2n+2$  idrogeni:  $(2 \cdot 6) + 2 = 14$ .

(6)  $\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}$  Per individuare gli isomeri di struttura scriviamo prima la catena lineare di 6 carboni.

(5)  $\begin{array}{c} \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \\ | \\ \text{C} \end{array}$      $\begin{array}{c} \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \\ | \\ \text{C} \end{array}$  Poi scriviamo quella di 5 carboni e cerchiamo di legare il sesto carbonio in modo da creare nuove catene diverse tra loro: ne troviamo due

(4)  $\begin{array}{c} \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \\ | \quad | \\ \text{C} \quad \text{C} \end{array}$      $\begin{array}{c} \text{C} \\ | \\ \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \\ | \\ \text{C} \end{array}$  Infine disegniamo la catena di 4 carboni e cerchiamo di legare i restanti 2 carboni in modo da creare catene nuove e distinte: ne troviamo altre due.

Abbiamo individuato 5 isomeri di struttura.

(Risposta C)

21. Quale dei seguenti metalli presenta una configurazione elettronica con l'orbitale  $d$  completo?

- A) Fe                      B) Cu                      C) Ni                      D) Co

### 21. Soluzione

L'orbitale  $d$  si completa con Zn ( $4s^2 3d^{10}$ ), ma è completo anche un passo prima con Cu ( $4s^1 3d^{10}$ ). Secondo il normale riempimento degli orbitali, il Cu dovrebbe essere ( $4s^2 3d^9$ ), ma l'orbitale  $d$  completo è leggermente schermante e destabilizza l'orbitale  $4s$ , così il secondo elettrone  $4s$  del Cu preferisce completare il  $3d$  piuttosto che rimanere in  $4s$ . (Risposta B)

22. Il grado di dissociazione di un acido debole HA in una sua soluzione è il 20%. Di quante volte bisogna aumentare il volume di tale soluzione perchè il grado di dissociazione diventi 50%?

- A) 2 volte                      B) 4 volte                      C) 10 volte                      D) 3,5 volte

### 22. Soluzione

La reazione di dissociazione è:  $HA \rightarrow H^+ + A^-$

Moli iniziali                      C                      0                      0

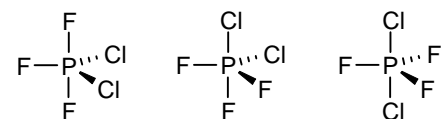
Moli finali                      C(1- $\alpha$ )                      C $\alpha$                       C $\alpha$

$K = [H^+][A^-]/[HA] = C\alpha^2/(1-\alpha)$ . Dato che  $K$  è costante, con le due soluzioni si ha:  $C\alpha^2/(1-\alpha) = C_2\alpha_2^2/(1-\alpha_2)$   
 $C \cdot 0,2^2/(1-0,2) = C_2 \cdot 0,5^2/(1-0,5)$      $C \cdot 0,04/0,8 = C_2 \cdot 0,25/0,5$      $0,05 C = 0,5 C_2$      $C = 10 C_2$ . (Risposta C)

23. Stabilisci la geometria della specie  $PF_3Cl_2$  in base alla teoria VSEPR, prevedere il numero massimo di stereoisomeri che essa può presentare.

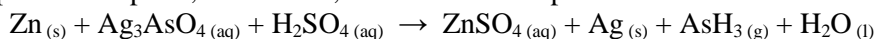
- A) 3                      B) 2                      C) 1                      D) non si può stabilire

### 23. Soluzione



Il fosforo ha 5 elettroni di valenza con i quali realizza 5 legami che si dispongono a bipiramide trigonale. La differenza di ingombro tra Cl e F non è significativa per cui si possono formare i tre diversi stereoisomeri mostrati qui a lato. (Risposta A)

24. Indicare la risposta che riporta, nell'ordine, i coefficienti che permettono di bilanciare la reazione:



- A) 11, 2, 11, 11, 6, 6, 8  
 B) 11, 2, 11, 11, 2, 2, 8  
 C) 11, 2, 2, 11, 6, 2, 8  
 D) 11, 2, 11, 11, 6, 2, 8

### 24. Soluzione

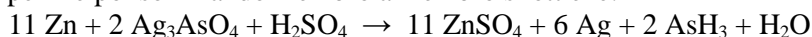
Le semireazioni sono:

$Zn^0 \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$  (ox) va moltiplicata per 11 per scambiare 22 elettroni

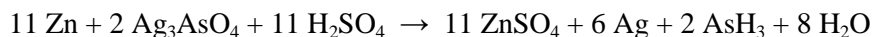
$3Ag^+ + 3e^- \rightarrow 3Ag^0$  (rid) le riduzioni vanno moltiplicate per 2 per scambiare 22 elettroni

$As^{5+} + 8e^- \rightarrow As^{3-}$  (rid)

Moltiplicando per 11 e per 2 e poi sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento si ottiene:



I coefficienti sono: 11, 2, 11, 11, 6, 2, 8.

(Risposta D)

25. I lantanidi sono un insieme di:

- A) 14 elementi e in essi si ha il riempimento progressivo dell'orbitale  $4d$   
 B) 10 elementi e in essi si ha il riempimento progressivo dell'orbitale  $4d$   
 C) 10 elementi e in essi si ha il riempimento progressivo dell'orbitale  $4f$   
 D) 14 elementi e in essi si ha il riempimento progressivo dell'orbitale  $4f$

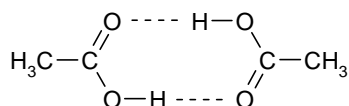
### 25. Soluzione

I lantanidi sono i 14 elementi che seguono il lantanio (dal 58 al 71) e in essi si ha il riempimento progressivo dei 7 orbitali  $4f$ . (Risposta D)

26. A e B sono due soluzioni  $10^{-3}$  M rispettivamente di acetato di etile e acido acetico in un solvente apolare aprotico. Quale delle seguenti affermazioni è vera?

- A) A e B avranno circa la stessa temperatura di congelamento  
 B) B ha una temperatura di congelamento minore di quella di A  
 C) A ha una temperatura di congelamento minore di quella di B  
 D) nessuna delle precedenti

### 26. Soluzione

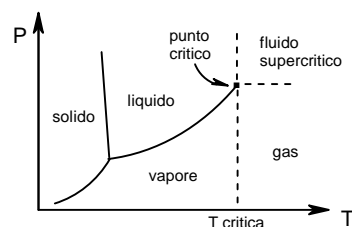


In un solvente apolare aprotico le molecole di acido acetico tendono ad associarsi formando dimeri legati da legami idrogeno, quindi la soluzione B risulta meno concentrata e ha proprietà colligative meno intense. La soluzione A ha una temperatura di congelamento minore di quella di B. (Risposta C)

27. La temperatura critica di una sostanza pura è:

- A) la temperatura al di sotto della quale il gas non può essere liquefatto agendo unicamente sulla pressione  
 B) la temperatura al di sopra della quale il gas non può essere liquefatto agendo unicamente sulla pressione  
 C) la temperatura di equilibrio tra le tre fasi  
 D) nessuna delle precedenti

### 27. Soluzione



La temperatura critica è la temperatura oltre la quale un gas non può essere trasformato in liquido per compressione. (Risposta B)  
 Oltre questa temperatura, se il gas viene compresso diventa un fluido supercritico che ha la densità di un liquido, ma si comporta come un gas nel senso che occupa tutto lo spazio disponibile.

28. Alla pressione di 100 kPa l'etanolo bolle con una variazione entalpica di  $854 \text{ kJ kg}^{-1}$  ed una variazione entropica di  $2,430 \text{ kJ K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ . Qual è la temperatura di vaporizzazione dell'etanolo?

- A) circa 220 K  
 B) circa 445 K  
 C) circa 351 K  
 D) circa 150 K

### 28. Soluzione

Al punto di ebollizione, le due fasi, liquida e vapore, sono in equilibrio ( $\Delta G = 0$ ), quindi:  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 0$   
 Da cui:  $\Delta H = T\Delta S$ . La temperatura di ebollizione vale:  $T = \Delta H/\Delta S = 854/2,43 = 351 \text{ K}$ . (Risposta C)

29. Un recipiente contiene 21,0 g di una miscela gassosa alla pressione di 500 kPa e alla temperatura di 298 K. La miscela, costituita solo da idrogeno ed azoto, è stata ottenuta dalla decomposizione completa dell'ammoniaca. Il volume del recipiente è:

- A) circa  $1,2 \text{ m}^3$   
 B) circa  $120 \text{ dm}^3$   
 C) circa  $12 \text{ m}^3$   
 D) circa  $12 \text{ dm}^3$

### 29. Soluzione

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

Moli iniziali                    2 x        0        0

Moli finali                      0        x        3x

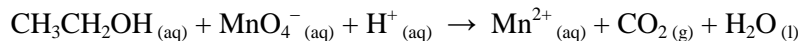
Moli finali totali =  $x + 3x = 4x$

La massa di  $\text{N}_2$  è:  $28 \cdot x$ ; la massa di  $\text{H}_2$  è:  $2 \cdot 3x = 6x$ . La massa finale è:  $28x + 6x = 34x$  quindi:  $34x = 21,0$

$x = 21/34 = 0,618 \text{ mol}$  di  $\text{N}_2$ ; moli finali totali =  $4x = 4 \cdot 0,618 = 2,47 \text{ mol}$ . La P è:  $5 \cdot 10^5 / 1,013 \cdot 10^5 = 4,94 \text{ atm}$ .

Il volume si ottiene dalla legge dei gas:  $V = nRT/P = (2,47 \cdot 0,0821 \cdot 298)/4,94 = 12,2 \text{ L}$ . (Risposta D)

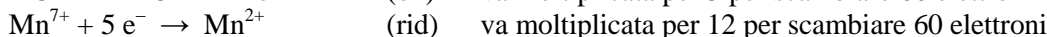
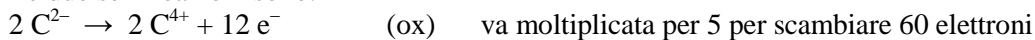
30. Calcolare quante moli di  $\text{KMnO}_4$  sono necessarie per ossidare 0,10 moli di alcol etilico, secondo la reazione (da bilanciare):



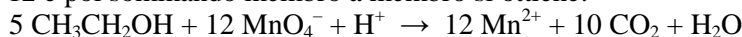
- A) 5,7                      B) 0,24                      C) 0,98                      D) 3,7

### 30. Soluzione

Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 5 e per 12 e poi sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento si ottiene:



Il rapporto in moli  $\text{MnO}_4^-/\text{etanolo}$  è  $12:5 = 2,4$

Per ossidare 0,1 mol di etanolo servono  $2,4 \cdot 0,1 = 0,24$  mol di  $\text{KMnO}_4$ .

(Risposta B)

31. Un composto di formula  $\text{MA}_x$  ha una solubilità di  $1,0 \cdot 10^{-5}$  M.

Sapendo che la sua costante di solubilità è  $2,7 \cdot 10^{-19}$  determinare, per tentativi, la formula del composto.

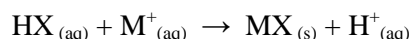
- A)  $\text{MA}$                       B)  $\text{MA}_2$                       C)  $\text{MA}_3$                       D)  $\text{MA}_4$

### 31. Soluzione

$19/5 = 3,8$ . Provo con  $\text{MA}_3$  che si dissocia così:  $\text{MA}_3 \rightarrow \text{M}^{3+} + 3 \text{A}^-$      $K_{\text{ps}} = [\text{M}^{3+}] [\text{A}^-]^3 = s (3s)^3 = 27s^4$

$s = (K_{\text{ps}}/27)^{1/4} = (2,7 \cdot 10^{-19}/27)^{1/4} = 1,0 \cdot 10^{-5}$ . La solubilità è corretta, quindi la molecola è  $\text{MA}_3$ .    (Risposta C)

32. Un acido debole  $\text{HX}$  in soluzione acquosa reagisce con un catione  $\text{M}^+$ , formando un composto poco solubile  $\text{MX}_{(\text{s})}$  secondo la reazione

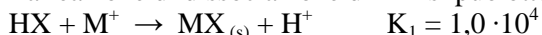


la cui costante di equilibrio vale  $1,0 \cdot 10^4$ . Sapendo che il composto  $\text{MX}_{(\text{s})}$  ha una costante di solubilità di  $1,0 \cdot 10^{-12}$  calcolare la costante di ionizzazione di  $\text{HX}$ .

- A)  $1,0 \cdot 10^{-8}$                       B)  $3,4 \cdot 10^{-9}$                       C)  $2,9 \cdot 10^{-7}$                       D)  $7,0 \cdot 10^{-6}$

### 32. Soluzione

La reazione di dissociazione di  $\text{HX}$  si può ottenere dalla somma delle due reazioni date:



----- sommando le due reazioni membro a membro si ottiene:



(Risposta A)

33. Un composto gassoso ha formula  $\text{N}_x\text{H}_y$ .

3,0 L del composto si decompongono totalmente producendo 1,0 L di  $\text{N}_2$  e 4,0 L di  $\text{NH}_3$  (a 341 K e  $2,55 \cdot 10^5$  Pa). Determinare la formula del composto.

- A)  $\text{N}_2\text{H}_3$                       B)  $\text{N}_2\text{H}_4$                       C)  $\text{N}_3\text{H}_6$                       D)  $\text{N}_2\text{H}_5$

### 33. Soluzione

La reazione è:  $3 \text{N}_x\text{H}_y \rightarrow \text{N}_2 + 4 \text{NH}_3$  che, bilanciata, diventa:  $3 \text{N}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{N}_2 + 4 \text{NH}_3$     (Risposta B)

34. Introducendo 173 g di un composto non volatile in 2,00 kg di acqua si ottiene una soluzione ideale che ha una tensione di vapore pari a 3,09 kPa a 25 °C. Qual è la massa molare del composto?

La tensione di vapore dell'acqua a 25 °C è 3,17 kPa.

- A)  $40 \text{ g mol}^{-1}$                       B)  $50 \text{ g mol}^{-1}$                       C)  $60 \text{ g mol}^{-1}$                       D)  $45 \text{ g mol}^{-1}$

### 34. Soluzione

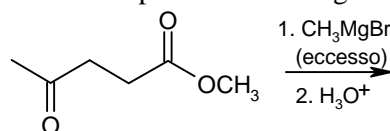
In 1,00 kg di acqua si introducono:  $173/2 = 86,5$  g del composto. La tensione di vapore è:  $p_A = x_A P_A$  da cui si può ricavare la frazione molare dell'acqua:  $x_A = p_A/P_A = 3,09/3,17 = 0,9748$ . La frazione molare del composto è la differenza all'unità:  $1 - 0,9748 = 0,0252$ . Se chiamiamo  $x$  la massa molare del composto, le moli totali sono:

$(1000/18) + (86,5/x)$ . Utilizzando questa espressione per scrivere la frazione molare dell'acqua si ottiene:  $0,9748 = (1000/18)/[(1000/18) + (86,5/x)]$ . Risolvendo la  $x$  in questa equazione si trova  $25,2 x = 1517,8$

Da cui si ricava:  $x = 60,2$  g/mol.

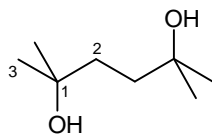
(Risposta C)

35. Quanti segnali mostra lo spettro  $^{13}\text{C}$  NMR del prodotto della seguente reazione?



- A) 5                      B) 6                      C) 8                      D) 3

**35. Soluzione**



La reazione forma 2,5-dimetilesan-2,5-diolo. Questo possiede 3 carboni diversi che producono 3 diversi segnali  $^{13}\text{C}$ NMR. (Risposta D)

36. Qual è la principale differenza strutturale tra amilosio e cellulosa?

- A) l'amilosio è costituito da catene non ramificate di D-glucosio tenute insieme da legami  $\alpha$ -1,6-glicosidici, mentre nella cellulosa le unità di D-glucosio sono unite da legami  $\beta$ -1,6-glicosidici.  
 B) l'amilosio è costituito da catene non ramificate di D-glucosio tenute insieme da legami  $\beta$ -1,4-glicosidici, mentre nella cellulosa le unità di D-glucosio sono unite da legami  $\alpha$ -1,4-glicosidici.  
 C) l'amilosio è costituito da catene ramificate di D-glucosio tenute insieme da legami  $\alpha$ -1,4-glicosidici, mentre nella cellulosa le unità di D-glucosio sono unite da legami  $\beta$ -1,4-glicosidici.  
 D) l'amilosio è costituito da catene non ramificate di D-glucosio tenute insieme da legami  $\alpha$ -1,4-glicosidici, mentre nella cellulosa le unità di D-glucosio sono unite da legami  $\beta$ -1,4-glicosidici.

**36. Soluzione**

Sia amilosio che cellulosa sono polisaccaridi lineari del D-glucosio. Nell'amilosio le molecole sono unite da legami  $\alpha$ -1,4 mentre nella cellulosa sono unite da legami  $\beta$ -1,4. (Risposta D)

37. Individuare quale specie in ciascuna delle seguenti coppie è il miglior nucleofilo.

- 1)  $\text{SH}^-$  o  $\text{OH}^-$                       2)  $\text{NH}_3$  o  $\text{PH}_3$   
 3)  $\text{I}^-$  o  $\text{Cl}^-$                       4)  $\text{CH}_3\text{NH}^-$  o  $\text{CH}_3\text{NH}_2$   
 A) 1:  $\text{OH}^-$     2:  $\text{PH}_3$     3:  $\text{I}^-$     4:  $\text{CH}_3\text{NH}^-$   
 B) 1:  $\text{SH}^-$     2:  $\text{PH}_3$     3:  $\text{Cl}^-$     4:  $\text{CH}_3\text{NH}^-$   
 C) 1:  $\text{OH}^-$     2:  $\text{NH}_3$     3:  $\text{Cl}^-$     4:  $\text{CH}_3\text{NH}_2$   
 D) 1:  $\text{SH}^-$     2:  $\text{PH}_3$     3:  $\text{I}^-$     4:  $\text{CH}_3\text{NH}^-$

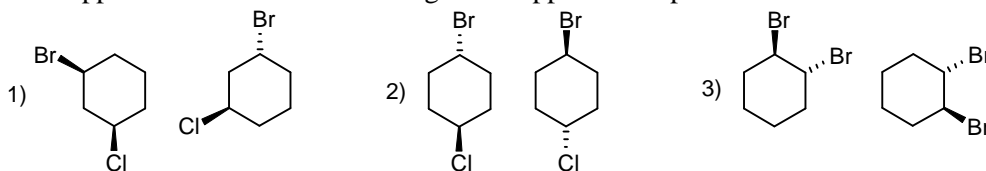
**37. Soluzione**

In uno stesso gruppo, gli elementi più pesanti sono più nucleofili (più grandi  $\rightarrow$  più deformabili  $\rightarrow$  più nucleofili), quindi:  $\text{S} > \text{O}$ ,  $\text{P} > \text{N}$ ,  $\text{I} > \text{Cl}$ .

L'anione di un elemento è più nucleofilo della specie neutra (più negativo  $\rightarrow$  più nucleofilo), quindi  $\text{N}^- > \text{N}$ .

La sequenza corretta, quindi, è: 1:  $\text{SH}^-$ ; 2:  $\text{PH}_3$ ; 3:  $\text{I}^-$ ; 4:  $\text{CH}_3\text{NH}^-$ . (Risposta D)

38. Identificare il rapporto stereochimico nelle seguenti coppie di composti:



- A) 1: enantiomeri; 2: diastereoisomeri; 3: uguali  
 B) 1: diastereoisomeri; 2: uguali; 3: enantiomeri  
 C) 1: molecole; 2: enantiomeri; 3: diastereoisomeri  
 D) 1: diastereoisomeri; 2: enantiomeri; 3: enantiomeri

**38. Soluzione**

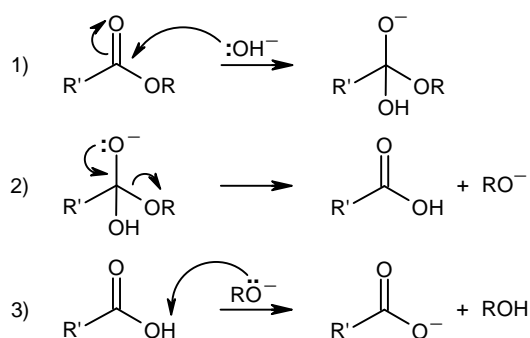
Nella coppia 1 il centro con il bromo si inverte, mentre quello col cloro no. Le molecole sono diastereoisomeri.

Nella coppia 2 le molecole si trasformano una nell'altra per semplice rotazione di  $180^\circ$  attorno all'asse verticale, quindi sono la stessa molecola. (Risposta B)

Nella coppia 3 le molecole sono speculari, quindi sono una coppia di enantiomeri. Confermata la risposta B.



39. La saponificazione degli esteri è una reazione di idrolisi promossa dalle basi che va a completezza. Il meccanismo della reazione è descritto in tre stadi. Quale/i di questi stadi trascina la reazione a destra rendendola irreversibile?

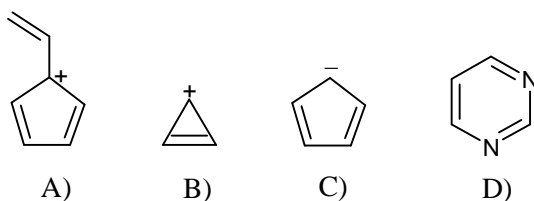


- A) i primi due stadi  
 B) lo stadio 3  
 C) gli stadi 2 e 3  
 D) lo stadio 2

### 19. Soluzione

Il passaggio irreversibile è lo stadio 3 nel quale una base forte (l'alcoossido) strappa un  $H^+$  all'acido carbossilico. La differenza di acidità tra le due specie è enorme (l'alcol ha  $pK_a$  17; l'acido ha  $pK_a$  4,5), l'acido carbossilico è oltre 1000 miliardi ( $10^{12}$ ) di volte più acido dell'alcol e questo rende la reazione irreversibile. (Risposta B)

40. Indicare quale tra le seguenti specie non è aromatica:



### 40. Soluzione

Una molecola aromatica possiede un anello formato da atomi che partecipano tutti ad un sistema coniugato di orbitali  $\pi$  che deve contenere  $4n+2$  elettroni, cioè 2, 6, 10, 14, 18 elettroni  $\pi$ .

Oppure significa che l'anello deve avere un numero dispari di coppie di elettroni  $\pi$  coniugate.

La molecola B ha 2 elettroni  $\pi$  (1 coppia) in un sistema  $\pi$  coniugato di 3 atomi: è aromatica.

La molecola C ha 6 elettroni  $\pi$  (3 coppie) in un sistema  $\pi$  coniugato di 5 atomi: è aromatica.

La molecola D ha 6 elettroni  $\pi$  (3 coppie) in un sistema  $\pi$  coniugato di 6 atomi: è aromatica.

La molecola A non è aromatica: nell'anello di 5 atomi coniugati ha 4 elettroni  $\pi$  (2 coppie). (Risposta A)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato