

## Giochi della Chimica 2021

### Problemi risolti – Fase nazionale – Classe B

1. La lunghezza d'onda di una radiazione elettromagnetica è di 255 nm. La sua frequenza nel vuoto è di:  
 A) 76,5 Hz                      B)  $3,27 \cdot 10^{11} \text{ h}^{-1}$                       C)  $4,23 \cdot 10^{18} \text{ h}^{-1}$                       D)  $1,176 \cdot 10^{15} \text{ s}$

#### 1. Soluzione

L'unità di misura corretta è Hz (cioè  $\text{s}^{-1}$ ) ed è presente solo in A, ma il valore è troppo basso (A errata). Sapendo che:  $v = c/\lambda$  si ottiene:  $v = 3 \cdot 10^8 / 255 \cdot 10^{-9} = 1,176 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$  (sembra D, ma in D c'è s, non  $\text{s}^{-1}$ ). E se, nelle risposte C e D, la lettera h indicasse ore invece della costante di Plank? Solo per curiosità moltiplico per 3600 e trovo  $4,234 \cdot 10^{18} \text{ ore}^{-1}$  un'unità di misura che non appartiene al S.I., nessuno mai si sognerebbe di dare la frequenza della luce in  $\text{ore}^{-1}$  (mai dire mai). (Risposta C)

2. Una reazione chimica non catalizzata che a 300 K ha una costante cinetica  $k = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$  presenta un ordine di reazione:

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

#### 2. Soluzione

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

Ordine zero:  $v = k$                       le dimensioni sono:  $\text{M/s} = k$                       da cui  $[k] = [\text{M s}^{-1}]$

Ordine I:  $v = k A$                       le dimensioni sono:  $\text{M/s} = k \text{ M}$                       da cui  $[k] = [\text{s}^{-1}]$

Ordine II:  $v = k A^2$                       le dimensioni sono:  $\text{M/s} = k \text{ M}^2$                       da cui  $[k] = [\text{M}^{-1} \text{ s}^{-1}]$

Quindi se  $k = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$  le dimensioni di k indicano una cinetica del 2° ordine. (Risposta C)

3. Indicare quale dei seguenti composti non viene ossidato dall'ozono:

A) CuCl                                      B) FeSO<sub>4</sub>                                      C) K<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub>                                      D) KMnO<sub>4</sub>

#### 3. Soluzione

Il solo composto che si trova già al massimo stato di ossidazione è KMnO<sub>4</sub>. (Risposta D)

4. O<sub>2</sub> e N<sub>2</sub> hanno scarsa solubilità in acqua perché:

A) sono molecole non polari  
 B) sono molecole polari  
 C) sono grandi e gassosi  
 D) l'acqua è apolare

#### 4. Soluzione

O<sub>2</sub> e N<sub>2</sub> sono molecole apolari per la loro simmetria e quindi si sciolgono poco in H<sub>2</sub>O polare. (Risposta A)

5. Il calore è liberato in:

A) tutte le reazioni chimiche  
 B) tutte le reazioni endotermiche  
 C) tutte le reazioni esotermiche  
 D) tutte le reazioni di sostituzione

#### 5. Soluzione

Tutte le reazioni esotermiche liberano calore. (Risposta C)

6. In natura esistono due isotopi del bromo, <sup>79</sup>Br e <sup>81</sup>Br, entrambi con abbondanza relativa di circa il 50%. Indicare la massa molare più probabile per una molecola di Br<sub>2</sub>.

A) 160 g mol<sup>-1</sup>                                      B) non si può ricavare se non si conosce la densità  
 C) 158 g mol<sup>-1</sup>                                      D) 162 g mol<sup>-1</sup>

#### 6. Soluzione

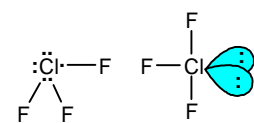
Le molecole di Br<sub>2</sub> possono avere le seguenti combinazioni di massa: (79-79) (79-81) (81-79) (81-81).

Il 25% delle molecole di Br<sub>2</sub> ha una massa molare di 158 g/mol, il 50% (25% + 25%) ha una massa molare di 160 g/mol, il restante 25% ha una massa molare di 162 g/mol. (Risposta A)

7. Secondo la teoria VSEPR la geometria di  $\text{ClF}_3$  è:

- A) ad altalena      B) a forma di T      C) trigonale planare      D) trigonale bipyramidale

### 7. Soluzione



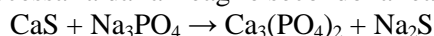
L'atomo di cloro, al centro della molecola, ha 7 elettroni di valenza. Tre li usa per legare i tre atomi di fluoro, i restanti quattro elettroni costituiscono due coppie di non legame.

Le coppie da sistemare attorno al cloro sono 5 (3 di legame e 2 di non legame) e si dispongono a bipyramide a base trigonale. Le due coppie di non legame (ingombranti) occupano due posizioni nella base (angoli di  $120^\circ$ ). Le restanti posizioni vengono occupate dai tre atomi di fluoro.

La molecola ha una geometria a T.

(Risposta B)

8. Calcolare la quantità di  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  necessaria da far reagire secondo la reazione (da bilanciare)



per ottenere 200,0 grammi di  $\text{Na}_2\text{S}$ , considerando una resa di reazione pari al 75%.

- A) 418,7 g      B) 279,2 g      C) 373,5 g      D) 841,0 g

### 8. Soluzione

Se con una resa del 75% si ottengono 200 g, la resa teorica (100%) sarebbe stata:  $200/0,75 = 266,7$  g.

La reazione bilanciata è:  $3 \text{CaS} + 2 \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3 \text{Na}_2\text{S}$

coefficienti	2	3
moli (mol)	2,28	3,42
MM (g/mol)	164	78
massa (g)	373,9	266,7

La massa molare di  $\text{Na}_2\text{S}$  è:  $23 \cdot 2 + 32 = 78$  g/mol. Le moli da ottenere di  $\text{Na}_2\text{S}$  sono:  $266,7/78 = 3,42$  mol

Le moli di  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  sono:  $3,42 \cdot (2/3) = 2,28$  mol. La sua massa molare è:  $3 \cdot 23 + 31 + 64 = 164$  g/mol

La massa di  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  è:  $164 \cdot 2,28 = 373,9$  g.

(Risposta C)

9. Il berillio possiede:

- A) due elettroni di valenza  
B) quattro elettroni di valenza  
C) un solo elettrone di valenza  
D) tre elettroni di valenza

### 9. Soluzione

Il berillio è il secondo elemento del secondo periodo, quindi ha 2 elettroni di valenza ( $1s^2 2s^2$ ). (Risposta A)

10. Gli orbitali p:

- A) sono sferici  
B) possono contenere al massimo 3 elettroni  
C) formano angoli di  $45^\circ$  tra loro  
D) sono orientati lungo le tre direzioni dello spazio x, y, z

### 10. Soluzione

Gli orbitali p hanno  $l = 1$ ;  $m_l = -1, 0, +1$ , quindi sono 3 (possono contenere al massimo 6 elettroni), hanno due lobi (non sono sferici) e sono diretti lungo gli assi x, y, z. (Risposta D)

11. Un recipiente chiuso con pareti diatermiche e rigide contiene un gas il cui comportamento può essere considerato ideale. Il gas, inizialmente in equilibrio termodinamico, viene riscaldato, fino a raggiungere un nuovo stato di equilibrio. La pressione del gas...

- A) rimane costante  
B) diminuisce  
C) aumenta  
D) i dati forniti non consentono di rispondere in maniera univoca

### 11. Soluzione

Scaldando il gas, la sua temperatura aumenta dato che il recipiente è rigido (non compie lavoro) e diatermico.

Dalla legge dei gas si ottiene:  $T = P(V/nR)$  se T aumenta, deve aumentare P.

(Risposta C)

12. Rispetto all'acqua, l'etanolo a pressione atmosferica è caratterizzato da:  
 A) temperatura di congelamento maggiore e temperatura di ebollizione minore  
 B) temperatura di congelamento e temperatura di ebollizione maggiori  
 C) temperatura di congelamento e temperatura di ebollizione minori  
 D) temperatura di congelamento minore e temperatura di ebollizione maggiore

### 12. Soluzione

L'etanolo rimane liquido anche con ghiaccio secco ( $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) e bolle a  $78\text{ }^{\circ}\text{C}$  quindi ha il punto di congelamento e quello di ebollizione inferiori all'acqua. (Risposta C)

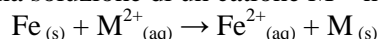
13. Indicare quale soluzione NON agisce da tampone acido-base:

- A)  $0,02\text{ M NH}_3$ ,  $0,01\text{ M (NH}_4)_2\text{SO}_4$       B)  $1,0\text{ M NaOH}$   
 C)  $0,02\text{ M K}_2\text{SO}_4$ ,  $0,02\text{ M Na}_2\text{SO}_4$       D)  $0,05\text{ M HCOOH}$ ,  $0,05\text{ M HCOONa}$

### 13. Soluzione

In un tampone ci deve essere un acido e la sua base coniugata, quindi C non è un tampone perchè si mescolano due sali con la stessa base:  $\text{SO}_4^{2-}$ . Anche B sembra contenere solo  $\text{OH}^-$ , ma in realtà contiene anche il suo acido coniugato:  $\text{H}_2\text{O}$ . Se introduciamo un acido molto forte, si trasforma in acqua reagendo con  $\text{OH}^-$ , se introduciamo una base molto forte, si trasforma in  $\text{OH}^-$  reagendo con  $\text{H}_2\text{O}$ . (Risposta C)

14. Una lamina di  $\text{Fe}_{(s)}$  è immersa in una soluzione di un catione  $\text{M}^{2+}$  nella quale avviene la reazione:



Qual è il metallo M?

- A) Zn                              B) Hg                              C) Pb                              D) Al

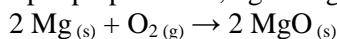
### 14. Soluzione

Al è escluso perchè dà ioni  $\text{Al}^{3+}$ . Hg è escluso perchè è liquido.

Il metallo  $\text{M}^{2+}$  deve avere un potenziale di riduzione  $E^{\circ}(\text{M}^{2+}/\text{M})$  maggiore di quello del ferro  $E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe})$ .

Dalla tabella dei potenziali:  $E^{\circ}(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) -0,13\text{ V} > E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) -0,44\text{ V} > E^{\circ}(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) -0,76\text{ V}$ . (Risposta C)

15. Quanti grammi di Mg occorre ossidare per preparare 30,0 g di  $\text{MgO}$ , secondo la reazione



ammettendo che la resa della reazione sia 80%?

- A) 31,8                              B) 28,4                              C) 17,9                              D) 22,5

### 15. Soluzione

Se con una resa dell'80% si ottengono 30,0 g, la resa teorica (100%) sarebbe stata:  $30,0/0,80 = 37,5\text{ g}$ .

La reazione è:  $2\text{ Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{ MgO}$

coefficienti      2                              2

moli (mol)      0,93                              0,93

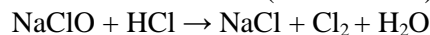
MM (g/mol)      24,3                              40,3

massa (g)      22,6                              37,5

La massa molare di  $\text{MgO}$  è:  $24,3 + 16 = 40,3\text{ g/mol}$ . Le moli di  $\text{MgO}$  sono:  $37,5/40,3 = 0,93\text{ mol}$

Le moli di Mg sono le stesse di  $\text{MgO}$ . La sua massa è  $24,3 \cdot 0,93 = 22,6\text{ g}$ . (Risposta D)

16. Una candeggina commerciale possiede una concentrazione di  $\text{NaClO}_{(aq)}$  pari a 0,405 M. Esprimere tale concentrazione in % (m/v) di  $\text{Cl}_2_{(aq)}$ . Si consideri la reazione (da bilanciare):



- A) 3,05%                              B) 2,87%                              C) 5,02%                              D) 2,57%

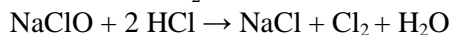
### 16. Soluzione

Le due semireazioni sono:

$\text{Cl}^+ + e^- \rightarrow \frac{1}{2}\text{ Cl}_2$  (rid)      scambia un elettrone

$\text{Cl}^- \rightarrow \frac{1}{2}\text{ Cl}_2 + e^-$  (ox)      scambia un elettrone

Sommando membro a membro e bilanciando HCl e  $\text{H}_2\text{O}$  si ottiene:



Le moli di  $\text{Cl}_2$  coincidono con quelle di  $\text{NaClO}$ , quindi in 100 mL ci sono 0,0405 mol di  $\text{Cl}_2$ .

La massa di  $\text{Cl}_2$  è:  $2 \cdot 35,45 = 70,9\text{ g/mol}$ . La massa in 100 mL è  $70,9 \cdot 0,0405 = 2,87\%$ . (Risposta B)

17. Mescolando 50 g di una soluzione al 3% (m/m) di fruttosio con 121 g di una soluzione al 19% (m/m) di fruttosio, qual è la concentrazione finale della soluzione?

- A) 14,3 %                      B) 12,4 %                      C) 15,0 %                      D) 13,7 %

### 17. Soluzione

Nella prima soluzione i grammi di fruttosio sono:  $0,03 \cdot 50 = 1,5$  g. Nella seconda soluzione:  $0,19 \cdot 121 = 23$  g. In totale la massa di fruttosio è: 24,5 g in 171 g di soluzione. Quindi:  $24,5/171 = 14,3\%$ . (Risposta A)

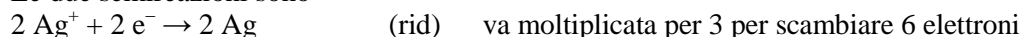
18. La reazione di riduzione di  $\text{Ag}_2\text{S}$  è:  $\text{Ag}_2\text{S}_{(s)} + \text{Al}_{(s)} \rightarrow \text{Ag}_{(s)} + \text{Al}_2\text{S}_3_{(s)}$  (da bilanciare)

Calcolare quante moli di  $\text{Al}_{(s)}$  sono necessarie per la formazione di 6 moli di  $\text{Ag}_{(s)}$ .

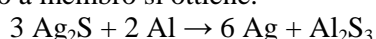
- A) 2 mol                      B) 3 mol                      C) 4 mol                      D) 6 mol

### 18. Soluzione

Le due semireazioni sono



Moltiplicando per 3 e sommando membro a membro si ottiene:



Per formare 6 moli di Ag servono 2 moli di Al.

(Risposta A)

19. Se 30,63 g di  $\text{KClO}_3$  si decompongono per riscaldamento, calcolare i grammi di  $\text{O}_2$  che si formano.

- A) 21 g  
B) 15 g  
C) 34 g  
D) 12 g

### 19. Soluzione

Se la reazione è:  $2 \text{KClO}_3 \rightarrow 2 \text{KCl} + 3 \text{O}_2$  tutto l'ossigeno di  $\text{KClO}_3$  diventa  $\text{O}_2$ . La massa molare di  $\text{KClO}_3$  è:  $39,1 + 35,45 + 48 = 122,55$  g/mol. La massa di O è:  $30,63 \cdot (48/122,55) = 12$  g. (Risposta D)

20. I gas di petrolio liquefatti (GPL) sono una miscela di propano e butano tenuti sotto pressione allo stato liquido in opportuni recipienti. In caso di fuoriuscite accidentali, il GPL allo stato gassoso tende a concentrarsi ristagnando al suolo e nelle cavità. Qual è la spiegazione?

- A) il GPL allo stato gassoso assume una temperatura inferiore a quella dell'aria  
B) il GPL allo stato gassoso ha una viscosità superiore a quella dell'aria  
C) il GPL allo stato gassoso ha una densità inferiore a quella dell'aria  
D) il GPL allo stato gassoso ha una densità superiore a quella dell'aria

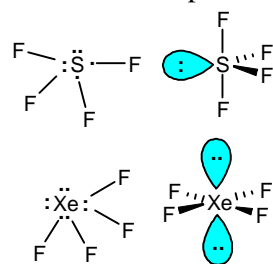
### 20. Soluzione

La densità dei gas è proporzionale alla loro massa molare. Il propano  $\text{C}_3\text{H}_8$  (il più leggero dei due GPL) ha massa molare:  $3 \cdot 12 + 8 = 44$  g/mol, ed è più pesante dell'aria:  $\text{N}_2$  ha una massa molare di 28 e  $\text{O}_2$  di 32 g/mol.

La densità del propano (e ancora di più quella del butano) è maggiore di quella dell'aria e porta il GPL a stagnare al suolo. (Risposta D)

### 21. Soluzione

$\text{CF}_4$  è tetraedrico come  $\text{CH}_4$  e non ha coppie di non legame. Dato che ha geometria diversa dalle altre due molecole, la risposta D è immediata. Per esercizio attribuiamo comunque la geometria a  $\text{SF}_4$  e  $\text{XeF}_4$ .



In  $\text{SF}_4$ , lo zolfo ha 6 elettroni di valenza, 4 servono per legare i 4 atomi di fluoro, restano due elettroni che formano una coppia di non legame. Le coppie di elettroni da sistemare attorno allo zolfo sono 5 (4 di legame e una di non legame) e quindi si dispongono a bipiramide trigonale. La coppia di non legame (ingombrante) occupa una delle posizioni nella base (angoli di  $120^\circ$ ). Nelle altre posizioni si legano i 4 atomi di fluoro.

La geometria della molecola è a cavalletto.

In  $\text{XeF}_4$ , lo xeno ha 8 elettroni di valenza, 4 servono per legare i 4 atomi di fluoro, restano quattro elettroni che formano due coppie di non legame. Le coppie di elettroni da sistemare attorno allo xeno sono 6 (4 di legame e due di non legame) e si dispongono ad

ottaedro regolare. Le coppie di non legame (ingombranti) occupano due posizioni assiali (lontane tra loro). Nelle altre posizioni si legano i 4 atomi di fluoro. La geometria della molecola è planare quadrata. (Risposta D)

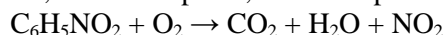
22. Fra le seguenti molecole: tetracloruro di carbonio, etanolo, ossido di carbonio, biossido di carbonio, quali possiedono momento di dipolo permanente nullo?

- A) tutte
- B) biossido di carbonio e tetracloruro di carbonio
- C) solo il tetracloruro di carbonio
- D) nessuna

**22. Soluzione**

$\text{CCl}_4$  (tetraedrica) e  $\text{CO}_2$  (lineare) anche se hanno legami polari sono molecole simmetriche e quindi i loro dipoli si annullano reciprocamente e hanno dipolo risultante zero.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  e  $\text{CO}$ , invece, hanno legami polari che non si annullano tra loro, queste due molecole non sono simmetriche, quindi sono polari. (Risposta B)

23. Indicare i coefficienti stechiometrici, in ordine sparso, necessari per bilanciare la seguente reazione.



- A) 2, 14, 2, 5, 7
- B) 29, 24, 4, 10, 4
- C) 4, 4, 10, 24, 10
- D) 3, 6, 8, 10, 15

**23. Soluzione**

Anche se la reazione è di ossidoriduzione, si può bilanciare direttamente.

Bilanciando i frammenti del nitrobenzene e l'acqua si ottiene:  $2 \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 12 \text{CO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NO}_2$

Completando il bilanciamento di  $\text{O}_2$  si ha:  $4 \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + 29 \text{O}_2 \rightarrow 24 \text{CO}_2 + 10 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{NO}_2$ . (Risposta B)

24. L'acido ascorbico (vitamina C) contiene il 40,92% di C, 54,5% di O e 4,58% di H in peso. Indicate quale è la formula empirica:

- A)  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$
- B)  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_3$
- C)  $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$
- D)  $\text{C}_1\text{H}_{1,33}\text{O}_1$

**24. Soluzione**

In 100 g di vitamina, le moli di sono: (C)  $40,92/12 = 3,41$  mol; (O)  $54,5/16 = 3,41$  mol; (H)  $4,58/1,008 = 4,54$  mol. Dividendo per il valore più basso (3,41) le moli diventano: (C) 1 mol; (O) 1 mol; (H)  $4,54/3,41 = 1,33$  mol. La molecola è del tipo:  $\text{CH}_{1,33}\text{O}$ . Per ottenere numeri piccoli e interi moltiplico per 3:  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$ . (Risposta A)

25. Triplicando il volume di una soluzione di cloruro di calcio mediante l'aggiunta di acqua pura, il punto di congelamento della nuova soluzione:

- A) diminuisce
- B) non varia
- C) aumenta
- D) aumenta di  $3^\circ\text{C}$

**25. Soluzione**

Triplicando con acqua il volume di una soluzione di  $\text{CaCl}_2$ , la concentrazione diminuisce e diventa 1/3, quindi l'abbassamento crioscopico diminuisce e diventa 1/3:  $\Delta T = k m \rightarrow \Delta_1 T = k m/3 \quad \Delta_1 T = \Delta T/3$ .

La temperatura di congelamento si alza un po' avvicinandosi a  $0^\circ\text{C}$  (sarà  $-\Delta T/3$ ). (Risposta C)

26. Quale di questi composti, se sciolto in acqua, fornisce una soluzione con un pH neutro?

- A)  $\text{NaHCO}_3$
- B)  $\text{MgCl}_2$
- C)  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
- D)  $\text{Na}_2\text{S}$

**26. Soluzione**

$\text{NaHCO}_3$  produce un pH circa 8  $(6,38 + 10,32)/2 = 8,3$  infatti è il sale di un acido debole  $\text{H}_2\text{CO}_3$  (A errata).

Anche  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  e  $\text{Na}_2\text{S}$  sono sali di acidi deboli  $\text{CH}_3\text{COOH}$  e  $\text{HS}^-$  quindi producono pH basici (C D errate)

$\text{MgCl}_2$ , invece è il sale di un acido forte  $\text{HCl}$  con una base forte  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  e dà pH neutro. (Risposta B)

27. 3 moli del composto A non volatile vengono sciolte in un volume di solvente abbastanza grande da poter considerare la soluzione ideale. Come cambia la tensione di vapore della soluzione ottenuta se ad essa viene aggiunta 1 mole del composto B, non volatile, in grado di formare un complesso  $A_2B$ ? A, B e  $A_2B$  sono solubili nel solvente considerato e la formazione del complesso è energeticamente molto favorita.

- A) si forma un precipitato
- B) la tensione di vapore diminuisce
- C) la tensione di vapore aumenta
- D) la tensione di vapore rimane inalterata

### 27. Soluzione

Nella soluzione iniziale vi sono tre moli di A, poi avviene la reazione:  $3 A + B \rightarrow A + A_2B$

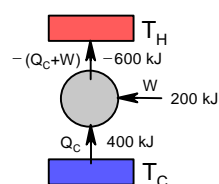
Nella soluzione finale vi è una mole di A e una mole di  $A_2B$ , in totale vi sono due moli. La tensione di vapore, quindi, aumenta perchè diminuisce il numero di moli sciolte nella soluzione. (Risposta C)

28. Una macchina frigorifera funziona scambiando calore esclusivamente con due serbatoi di calore a temperatura  $T_H$  e  $T_C$  (con  $T_{Hot} > T_{Cold}$ ). Dopo aver svolto un numero intero di cicli costituiti da trasformazioni reversibili, la macchina preleva calore per 400 kJ dal serbatoio di calore alla temperatura  $T_C$ , assorbendo 200 kJ di lavoro.

Qual è il calore scambiato dal sistema con il serbatoio a  $T_H$ ?

- A) -600 kJ
- B) 600 kJ
- C) 200 kJ
- D) -200 kJ

### 28. Soluzione



Per il primo principio, la conservazione dell'energia, la somma del calore e dell'energia scambiati deve essere zero:  $Q_C + W + Q_H = 0$  quindi il calore assorbito dal serbatoio freddo  $Q_{Cold}$  più il lavoro assorbito  $W$  devono essere uguali al calore ceduto al serbatoio caldo  $-Q_{Hot}$ :  
 $Q_C + W = -Q_H$  da cui  $Q_H = -(Q_C + W)$ .  
 $Q_H = -(400 + 200) = -600$  kJ. (Risposta A)

29. Una sostanza si decompone seguendo una cinetica del primo ordine con un tempo di dimezzamento di un minuto e 35 secondi. Quanto tempo è necessario per ridurre la concentrazione del reagente ad un terzo del suo valore iniziale?

- A) 180 s
- B) due minuti e mezzo
- C) due minuti
- D) 200 s

### 29. Soluzione

La legge cinetica del 1° ordine è:  $\ln(A_0/A) = kt$  da cui da cui:  $k = \ln(A_0/A) / t$

Dopo un tempo di dimezzamento si ha:  $A_0/A = 2$  quindi  $k = \ln 2 / t_{1/2}$   $k = \ln 2 / (60 + 35) = 7,3 \cdot 10^{-3}$

Quando  $A = A_0/3$  si ha  $A_0/A = 3$  ricavando  $t$  dall'equazione iniziale si ha:  $t = \ln(A_0/A) / k$

Sostituendo i dati si ottiene:  $t = \ln 3 / (7,3 \cdot 10^{-3})$   $t = 150$  s cioè 2 min e 30 s. (Risposta B)

30. La costante di una certa reazione non dipende dalla temperatura. Ciò significa che:

- A) la reazione non può avvenire
- B) è necessario un catalizzatore per favorire termodinamicamente la formazione di prodotti
- C) i reagenti ed i prodotti non sono in fase gassosa
- D) la reazione è atermica

### 30. Soluzione

Per il principio dell'equilibrio mobile, cambiando la temperatura di una reazione esotermica o endotermica all'equilibrio, questa si sposta nella direzione che contrasta la variazione di  $T$ . Se, variando la temperatura, la costante di equilibrio  $K$  non cambia, la reazione è atermica. (Risposta D)

31. Una miscela dei gas A e B è contenuta in un contenitore rigido. I gas reagiscono secondo la reazione:



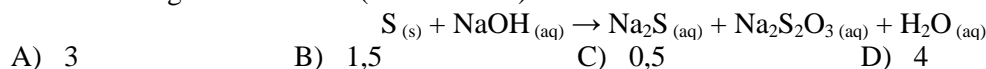
Anche C è gassoso. Assumendo che tutti i gas abbiano un comportamento ideale, che cosa si deve fare perchè la pressione finale sia uguale a quella iniziale?

- A) prelevare il prodotto C che si forma      B) inserire un catalizzatore  
C) diminuire la temperatura                      D) aumentare la temperatura

### 31. Soluzione

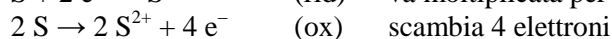
La reazione fa diminuire il numero di moli nel recipiente. Per la legge dei gas:  $P = nT(R/V)$ . Per mantenere la pressione uguale a quella iniziale, bisogna che la T finale aumenti per compensare n. (Risposta D)

32. Quante moli di tiosolfato di sodio si ottengono facendo reagire 3 moli di NaOH con zolfo in eccesso, secondo la seguente reazione (da bilanciare)?

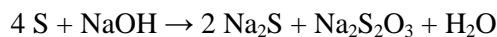


### 32. Soluzione

Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 2 e sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento si ottiene:



Le moli di  $Na_2S_2O_3$  sono 1/6 di quelle di NaOH: con 3 NaOH si ottengono 0,5 mol di  $Na_2S_2O_3$ . (Risposta C)

33. 11,4 g di un ossido metallico  $MO_x(s)$ , riscaldato in presenza di  $O_2$ , producono 12,7 g di un ossido  $MO_y(s)$ . Sempre 11,4 g di ossido  $MO_x(s)$  sono ridotti con  $H_{2(g)}$ , ottenendo 10,1 g di metallo  $M(s)$ . Determinare le formule minime dei due ossidi.

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

### 33. Soluzione

La massa in più di ossigeno in  $MO_y$  (rispetto a  $MO_x$ ) è:  $12,7 - 11,4 = 1,3$  g.

La massa di ossigeno in  $MO_x$  è:  $11,4 - 10,1 = 1,3$  g. Quindi  $MO_y$  contiene il doppio di atomi di ossigeno di  $MO_x$ .

La sola opzione corretta è che i due ossidi siano rispettivamente  $MO$  e  $MO_2$ . (Risposta A)

34. Un gas ha una densità di 1,75 g/L a 273,15 K e  $1,013 \cdot 10^5$  Pa. Calcolare la massa molare del gas.

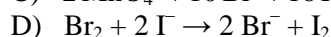
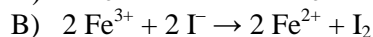
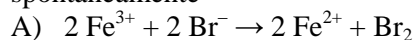
- A)  $39,2 \text{ g mol}^{-1}$       B)  $55,6 \text{ g mol}^{-1}$       C)  $44,2 \text{ g mol}^{-1}$       D)  $81,6 \text{ g mol}^{-1}$

### 34. Soluzione

Dalla legge dei gas, le moli in un litro sono:  $n = PV/RT$        $n = (1 \cdot 1)/(0,0821 \cdot 273) = 0,0446$  mol

La massa molare è:  $1,75/0,0446 = 39,2$  g/mol. (Risposta A)

35. Stabilire quale delle seguenti reazioni (assumendo concentrazioni unitarie di tutti i reagenti) non avviene spontaneamente



### 35. Soluzione

I potenziali sono:  $E^\circ(MnO_4^-) 1,51 \text{ V} > E^\circ(Br_2) 1,08 \text{ V} > E^\circ(Fe^{3+}) 0,77 \text{ V} > E^\circ(I_2) 1,08 \text{ V}$

La sola reazione errata è A nella quale  $Fe^{3+}$  non può ossidare  $Br^-$  perchè  $E^\circ(Br_2) > E^\circ(Fe^{3+})$ . (Risposta A)

36. Alla stessa pressione e temperatura, un serbatoio viene riempito dapprima con un gas  $X_{(g)}$ . La massa del gas risulta 14,2 g. Il serbatoio viene svuotato e riempito con aria. La massa di aria contenuta è di 5,78 g. Sapendo che il peso molecolare medio dell'aria è 28,9 u, calcolare il peso molecolare del gas  $X_{(g)}$ .

- A) 121,4 u      B) 45,5 u      C) 71,0 u      D) 98,3 u

**36. Soluzione**

Il serbatoio nelle stesse condizioni di P, V e T contiene lo stesso numero di moli. Quindi il rapporto tra le masse è uguale al rapporto tra le masse molecolari:  $14,2 : 5,78 = MM : 28,9$  da cui  $MM = 71,0$  u (Risposta C)

**37.** L'imidazolo ha costante acida  $K_a = 9,8 \cdot 10^{-8}$ . Calcolare i volumi (in  $\text{cm}^3$ ) di HCl 0,02 M e di imidazolo 0,02 M, rispettivamente, che occorre mescolare per avere  $100,0 \text{ cm}^3$  di tampone a  $\text{pH} = 7,00$ . (assumere i volumi additivi).

- A) 48,3; 51,7      B) 33,0; 67,0      C) 29,5; 70,5      D) 41,9; 58,1

**37. Soluzione**

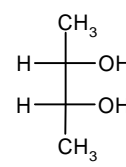
Il pH di una soluzione tampone è:  $\text{pH} = \text{p}K_a - \log[\text{HA}]/[\text{A}^-]$  da cui:  $\log[\text{HA}]/[\text{A}^-] = \text{p}K_a - \text{pH}$   
 $\text{p}K_a(\text{imidazolo}) = -\log(9,8 \cdot 10^{-8}) = 7,0$  quindi:  $\log[\text{HA}]/[\text{A}^-] = 7,0 - 7,0 = 0$  da cui:  $[\text{HA}] = [\text{A}^-]$

Dato che le due soluzioni hanno la stessa concentrazione, se il volume di HCl da usare è x, il volume di imidazolo è 2x. Quindi:  $x + 2x = 100 \text{ mL}$  da cui:  $x = 33,3 \text{ mL (HCl)}$   $2x = 66,7 \text{ mL (im)}$ . (Risposta B)

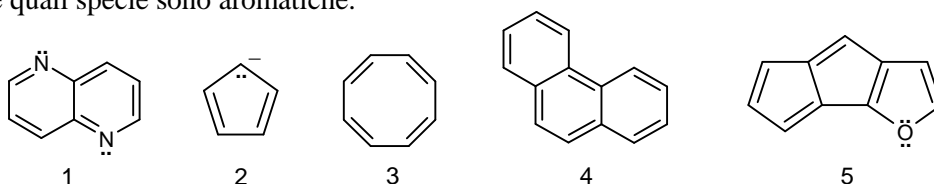
**38.** Indicare quale delle seguenti affermazioni è esatta.

- A) nelle forme meso è sempre presente un solo stereocentro  
 B) nelle forme meso non esiste un piano di simmetria  
 C) le forme meso sono molecole chirali  
 D) enantiomeri e diastereoisomeri coesistono con la forma meso

**38. Soluzione**


 Una molecola meso, come quella mostrata qui a lato, ha due o più centri stereogenici (A errata).  
 La molecola meso non è chirale (C errata) perchè ha un piano di simmetria (B errata).  
 Capovolgendo il primo stereocentro si ottiene una molecola chirale senza piano di simmetria, quindi lo stesso composto (in questo caso butan-2,3-diolo) può esistere come forma meso o come coppia di enantiomeri. (Risposta D)

**39.** Indicare quali specie sono aromatiche.



- A) tutte      B) 1 e 2      C) tutte tranne 4      D) tutte tranne 3 e 5

**39. Soluzione**

Una specie è aromatica se contiene un anello formato da atomi tutti ibridati  $\text{sp}^2$  e tutti coinvolti in un sistema di doppi legami coniugati che contiene  $4n+2$  elettroni, cioè che contiene 2, 6, 10, 14 ecc elettroni  $\pi$ .

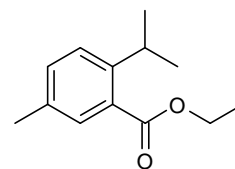
La molecola 1 contiene 10 elettroni  $\pi$ , quindi è aromatica. La molecola 2 contiene 6 elettroni  $\pi$ , è aromatica.

La molecola 3 contiene 8 elettroni  $\pi$ , non è aromatica. La molecola 4 ha 14 elettroni  $\pi$ , è aromatica.

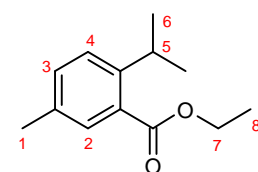
La molecola 5 contiene 12 elettroni  $\pi$ , non è aromatica. (Risposta D)

**40.** Sulla base delle caratteristiche strutturali del seguente composto, prevedere quanti segnali saranno presenti nel suo spettro  $^1\text{H-NMR}$ .

- A) 9      B) 8      C) 10      D) 7

**40. Soluzione**

I gruppi di atomi di idrogeno magneticamente distinguibili nella molecola sono 8 e danno 8 segnali HNMR. (Risposta B)



Soluzioni proposte da Mauro Tonellato