

Giochi della Chimica 2021

Fase nazionale – Classe B – Soluzioni guidate

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 della frequenza è Hz (cioè s^{-1}), c'è solo in A, ma il valore è troppo basso (A errata). Sapendo che: $\nu = c/\lambda$ si ottiene: $\nu = 3 \cdot 10^8 / 255 \cdot 10^{-9} = 1,176 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$ (sembra D, ma in D c'è s, non s^{-1}). Nelle risposte B e C, la lettera h potrebbe indicare ore invece della costante di Plank...? Moltiplicando per 3600 si trova: $\nu = 4,234 \cdot 10^{18} \text{ ore}^{-1}$ (unità di misura che non appartiene al S.I.). (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: $\nu = k$ le dimensioni sono: $\text{M/s} = k$ da cui $[k] = [\text{M s}^{-1}]$

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

Ordine II: $\nu = k A^2$ 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) FeSO₄ C) K₂MnO₄ D) KMnO₄

3. Soluzione

Il solo composto che si trova già al massimo stato di ossidazione è KMnO₄. (Risposta D)

4. O₂ e N₂ 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

O₂ e N₂ sono molecole apolari per la loro simmetria e quindi si sciolgono poco in H₂O 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 (eso = fuori). (Risposta C)

6. In natura esistono due isotopi del bromo, ⁷⁹Br e ⁸¹Br, entrambi con abbondanza relativa di circa il 50%. Indicare la massa molare più probabile per una molecola di Br₂.

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

6. Soluzione

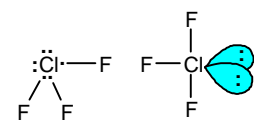
Le molecole di Br₂ possono avere le seguenti combinazioni di massa: (79-79) (79-81) (81-79) (81-81).

Il 25% delle molecole di Br₂ 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 ClF_3 è:

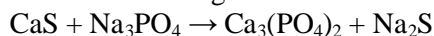
- A) ad alalena B) a forma di T C) trigonale planare D) trigonale bipiramidale

7. Soluzione



L'atomo di cloro, al centro della molecola, ha 7 elettroni di valenza. Tre elettroni sono impegnati per legare i tre atomi di fluoro, i restanti quattro elettroni costituiscono due coppie di non legame. Le coppie di elettroni da sistemare attorno al cloro sono 5 (3 di legame e 2 di non legame) e si dispongono a bipiramide a base trigonale. Le due coppie di non legame (più ingombranti) occupano due posizioni nella base (angoli di 120°). Le restanti posizioni vengono occupate dai tre atomi di fluoro. La molecola ha una geometria a T. (Risposta B)

8. Calcolare la quantità di Na_3PO_4 necessaria da far reagire secondo la reazione (da bilanciare)



per ottenere 200,0 grammi di Na_2S , 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 (Na_2S).

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 Na_2S è: $23 \cdot 2 + 32 = 78$ g/mol. Le moli da ottenere di Na_2S sono: $266,7/78 = 3,42$ mol

Le moli di Na_3PO_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 Na_3PO_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° tra loro
D) sono orientati lungo le tre direzioni dello spazio x, y, z

10. Soluzione

Gli orbitali p hanno $l = 1$; $m_l = -1, 0, +1$ (p_x, p_y, p_z), 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).

Dalla legge dei gas si ottiene: $T = P(V/nR) = kP$ 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 sia punto di congelamento, sia punto di ebollizione inferiori all'acqua dato che forma legami idrogeno meno forti dell'acqua. (Risposta C)

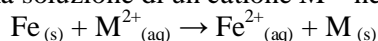
13. Indicare quale soluzione NON agisce da tampone acido-base:

- 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: SO_4^{2-} . Anche B sembra contenere solo OH^- , ma in realtà contiene anche il suo acido coniugato: H_2O . Se introduciamo un acido molto forte, si trasforma in acqua reagendo con OH^- , se introduciamo una base molto forte, si trasforma in OH^- reagendo con H_2O . (Risposta C)

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



Qual è il metallo M?

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

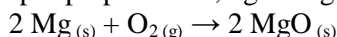
14. Soluzione

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

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

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 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: $30,0/0,80 = 37,5\text{ g (MgO)}$.

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

moli (mol) 0,93 0,93

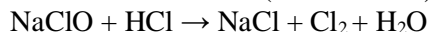
MM (g/mol) 24,3 40,3

massa (g) 22,6 37,5

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

Le moli di Mg sono le stesse di 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%

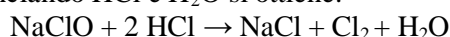
16. Soluzione

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 H_2O si ottiene:



Le moli di Cl_2 coincidono con quelle di NaClO, quindi in 100 mL ci sono 0,0405 mol di Cl_2 .

La massa di Cl_2 è: $2 \cdot 35,45 = 70,9\text{ g/mol}$. La massa di Cl_2 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 Ag_2S (da bilanciare) è: $\text{Ag}_2\text{S}_{(s)} + \text{Al}_{(s)} \rightarrow \text{Ag}_{(s)} + \text{Al}_2\text{S}_3_{(s)}$
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

Mentre Ag richiede un elettrone ($\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$), Al ne libera tre ($\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^-$)

Quindi per formare 6 moli di Ag servono 2 moli di Al. Per esercizio, scriviamo comunque la reazione completa:

Le due semireazioni sono:

$2 \text{Ag}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Ag}$ (rid) va moltiplicata per 3 per scambiare 6 elettroni

$2 \text{Al} \rightarrow 2 \text{Al}^{3+} + 6 \text{e}^-$ (ox) scambia 6 elettroni

Moltiplicando per 3 e sommando membro a membro si ottiene:



19. Se 30,63 g di KClO_3 si decompongono per riscaldamento, calcolare i grammi di O_2 che si formano.

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

19. Soluzione

La reazione è: $2 \text{KClO}_3 \rightarrow 2 \text{KCl} + 3 \text{O}_2$ quindi tutto l'ossigeno di KClO_3 diventa O_2 .

La massa molare di KClO_3 è: $39,1 + 35,45 + 48 = 122,55$ g/mol. Le moli di KClO_3 sono: $30,63/122,55 = 0,25$ mol.

La massa di O è: $0,25 \cdot 3 \cdot 16 = 12$ 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

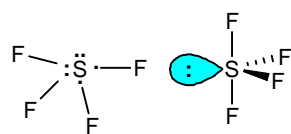
La densità dei gas è proporzionale alla loro massa molare. Il propano C_3H_8 (il più leggero dei due GPL) ha massa molare: $3 \cdot 12 + 8 = 44$ g/mol, quindi è più pesante dell'aria, infatti N_2 ha una MM di 28 g/mol e O_2 di 32 g/mol. Anche la densità del butano (più alta di quella del propano) è maggiore di quella dell'aria e quindi entrambi i gas del GPL stagnano al suolo. (Risposta D)

21. La geometria molecolare di SF_4 , CF_4 e XeF_4 :

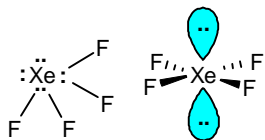
- A) è la stessa, con rispettivamente 2, 0 e 1 coppia solitaria di elettroni.
- B) è la stessa, con rispettivamente 1, 1 e 1 coppia solitaria di elettroni.
- C) è differente, con rispettivamente 0, 1 e 2 coppie solitarie di elettroni.
- D) è differente, con rispettivamente 1, 0 e 2 coppie solitarie di elettroni.

21. Soluzione

CF_4 è tetraedrico come CH_4 e non ha coppie di non legame. Dato che CF_4 ha una struttura diversa da quella delle altre due molecole, la risposta D è immediata. Per esercizio attribuiamo comunque la geometria a SF_4 e XeF_4 .



In 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 (più ingombrante) occupa una delle posizioni nella base (angoli di 120°). Nelle altre posizioni si legano i 4 atomi di fluoro. La geometria di SF_4 è a cavalletto.



In 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 (più ingombranti) occupano due posizioni assiali (lontane tra loro). Nelle altre posizioni si legano i 4 atomi di fluoro.

La geometria di XeF_4 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?

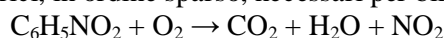
- A) tutte
- B) biossido di carbonio e tetracloruro di carbonio
- C) solo il tetracloruro di carbonio
- D) nessuna

22. Soluzione

CCl_4 (tetraedrica) e 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 CO , invece, non sono simmetriche, hanno legami polari che non si annullano tra loro, quindi sono polari.

(Risposta B)

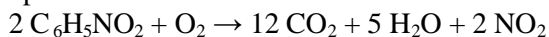
23. Indicare i coefficienti stechiometrici, in ordine sparso, necessari per bilanciare la seguente reazione.



- 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:



Completando il bilanciamento di 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 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 si moltiplica 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°C

25. Soluzione

Triplicando con acqua il volume di una soluzione di CaCl_2 , la concentrazione diminuisce e diventa $1/3$, quindi l'abbassamento crioscopico iniziale ($\Delta T_1 = k m$) diminuisce e diventa $1/3$: $\Delta T_2 = k m/3$ $\Delta T_2 = \Delta T_1/3$.

La temperatura di congelamento si alza un po' avvicinandosi a 0°C (sarà: $-\Delta T_1/3$).

(Risposta C)

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

- A) NaHCO_3 B) MgCl_2 C) $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ D) Na_2S

26. Soluzione

NaHCO_3 produce un pH basico = $(6,38 + 10,32)/2 = 8,3$ infatti è il sale di un acido debole H_2CO_3 (A errata). Anche $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ e Na_2S sono sali di acidi deboli (CH_3COOH e HS^-) e producono pH basici (C D errate). MgCl_2 , invece è il sale di un acido forte HCl e 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

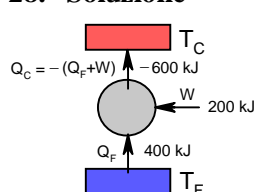
Nella soluzione iniziale vi sono tre moli di A, poi avviene la reazione: $3\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{A} + \text{A}_2\text{B}$

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 il numero di moli sciolte nella soluzione diminuisce. (Risposta C)

28. Una macchina frigorifera può scambiare calore esclusivamente con due serbatoi di calore a temperatura T_C e T_F (con $T_{\text{Calda}} > T_{\text{Fredda}}$). Svolgendo un numero intero di cicli costituiti da trasformazioni reversibili, la macchina preleva calore per 400 kJ dal serbatoio di calore alla temperatura T_F , e assorbe 200 kJ di lavoro. Qual è il calore scambiato dal sistema con il serbatoio a temperatura T_C ?

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

28. Soluzione



Il primo principio (in forma egoistica) è: $\Delta U = Q + W$. Dato che l'energia interna U è una funzione di stato, in un processo ciclico deve valere: $\Delta U = 0$ e quindi: $Q + W = 0$

La somma del calore assorbito dal serbatoio freddo (Q_F) e del lavoro (W) assorbito per azionare la macchina deve essere uguale al calore ceduto al serbatoio caldo ($-Q_C$).

$Q_F + W = -Q_C$ da cui $Q_C = -(Q_F + W) = -(400 + 200) = -600$ 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: $k = \ln(A_0/A) / t$

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?

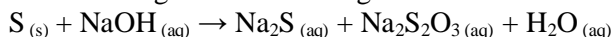
- A) prelevare il prodotto C che si forma B) inserire un catalizzatore
C) diminuire la temperatura D) aumentare la temperatura

31. Soluzione

La reazione fa diminuire il numero di moli nel recipiente ($c < a + b$). Per la legge dei gas: $P = nT(R/V)$.

Per mantenere costante la pressione, a V costante; bisogna aumentare T per compensare la diminuzione del numero di moli n. (Risposta D)

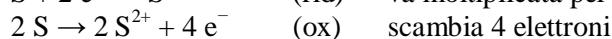
32. Indicare quante moli di tiosolfato di sodio si ottengono facendo reagire 3 moli di NaOH con zolfo in eccesso, secondo la reazione (da bilanciare):



- A) 3 B) 1,5 C) 0,5 D) 4

32. Soluzione

Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 2 e sommando membro a membro si ottiene: $4 S + NaOH \rightarrow 2 Na_2S + Na_2S_2O_3 + H_2O$

Completando il bilanciamento si ottiene: $4 S + 6 NaOH \rightarrow 2 Na_2S + Na_2S_2O_3 + 3 H_2O$

Le moli di $Na_2S_2O_3$ sono 1/6 di quelle di NaOH, quindi: $3/6 = 0,5$ mol. (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 (cioè $MO_y - MO_x$) è: $12,7 - 11,4 = 1,3$ g.

La massa di ossigeno in MO_x (cioè $MO_x - M$) 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 g mol⁻¹ B) 55,6 g mol⁻¹ C) 44,2 g mol⁻¹ D) 81,6 g mol⁻¹

34. Soluzione

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

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

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

- A) $2 Fe^{3+} + 2 Br^- \rightarrow 2 Fe^{2+} + Br_2$ B) $2 Fe^{3+} + 2 I^- \rightarrow 2 Fe^{2+} + I_2$
C) $2 MnO_4^- + 10 Br^- + 16 H^+ \rightarrow 2 Mn^{2+} + 5 Br_2 + 8 H_2O$ D) $Br_2 + 2 I^- \rightarrow 2 Br^- + I_2$

35. Soluzione

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

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

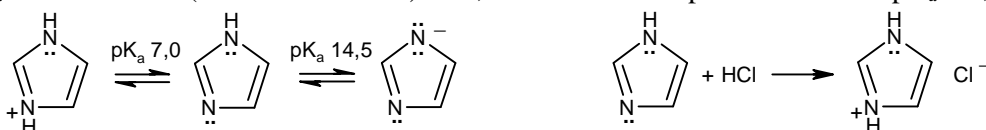
36. Soluzione

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: $14,2 : 5,78 = MM_x : 28,9$ da cui: $MM_x = 71,0$ u (Risposta C)

37. L'imidazolo ha costante acida $K_a = 9,8 \cdot 10^{-8}$. Calcolare i volumi (in cm^3) di HCl 0,02 M e di imidazolo 0,02 M, rispettivamente, che occorre mescolare per avere 100,0 cm^3 di tampone a $\text{pH} = 7,00$ (i volumi siano additivi).
 A) 48,3; 51,7 B) 33,0; 67,0 C) 29,5; 70,5 D) 41,9; 58,1

37. Soluzione

In realtà, il pK_a dell'imidazolo (molecola anfotera) è 14,5. E' l'imidazolo protonato che ha $\text{pK}_a = 7,0$.



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

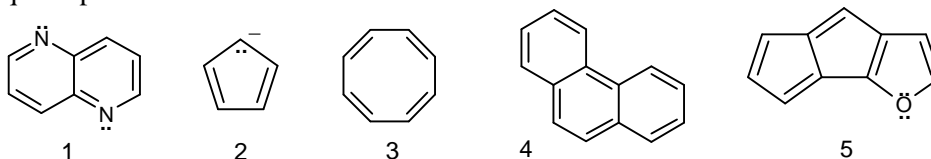
38. Indicare quale delle seguenti affermazioni è esatta.

- 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.



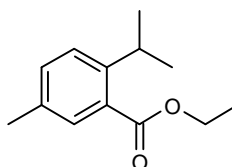
- A) tutte B) 1 e 2 C) tutte tranne 4 D) tutte tranne 3 e 5

39. Soluzione

Una specie è aromatica se contiene un anello planare, formato da atomi tutti ibridati sp^2 e tutti coinvolti in un sistema di doppi legami coniugati che contiene $4n+2$ elettroni, cioè che contiene 2, 6, 10, 14, ... elettroni π .
 La molecola 1 contiene 10 elettroni π , quindi è aromatica. La molecola 2 contiene 6 elettroni π , è aromatica.
 La molecola 3 contiene 8 elettroni π , non è aromatica. La molecola 4 ha 14 elettroni π , è aromatica.
 La molecola 5 contiene 12 elettroni π , 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 $^1\text{H-NMR}$. (Risposta B)

SCI – Società Chimica Italiana
 Soluzioni proposte da Mauro Tonellato