

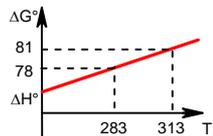
Giochi della Chimica 1994 Fase nazionale – Classe C

1. Il prodotto ionico dell'acqua è $2,92 \cdot 10^{-15}$ a 10°C mentre è $2,92 \cdot 10^{-14}$ a 40°C . Qual è il calore di reazione ΔH° a 25°C ?

- A) 187 kJ/mol B) 716 kJ/mol C) 56,7 kJ/mol D) 366 kJ/mol

1. Soluzione

Dalla relazione: $\Delta G^\circ = -RT \ln K$ a 283 K si ha: $\Delta G^\circ = -8,314 \cdot 283 \ln 2,92 \cdot 10^{-15}$ $\Delta G^\circ_{283} = 78,745$ kJ/mol
a 313 K si ha: $\Delta G^\circ = -8,314 \cdot 313 \ln 2,92 \cdot 10^{-14}$ $\Delta G^\circ_{313} = 81,099$ kJ/mol.



L'espressione: $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$ rappresenta una retta nel piano $\Delta G^\circ/T$ di cui conosciamo due punti: A (283; 78,75) e B (313; 81,1). L'intercetta q sull'asse y della retta è ΔH° .

Senza eseguire calcoli, si vede che l'intercetta sull'asse y (ΔH°) è più bassa di 78 kJ/mol.

Il solo valore minore di 78 kJ/mol nelle risposte è 56,7 kJ/mol.

(Risposta C)

Per risolvere il problema bisogna ricordare l'equazione della retta passante per due punti:

$$y - y_A = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} (x - x_A) \quad \text{sostituendo i dati del problema si ha:} \quad y - 78,75 = \frac{81,1 - 78,75}{313 - 283} (x - 283)$$

$$y = 0,0783 (x - 283) + 78,75 \quad y = 0,0783 x - 22,17 + 78,75 \quad \text{La retta è:} \quad y = 0,0783 x + 56,6$$

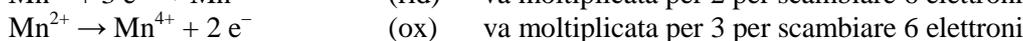
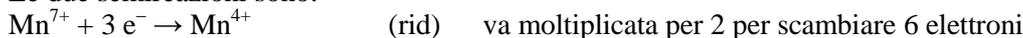
$$\Delta G^\circ = 0,0783 T + 56,6. \quad \text{In cui } \Delta S^\circ = -78,3 \text{ J/K mol} \quad \text{e} \quad \Delta H^\circ = +56,6 \text{ kJ/mol.} \quad \text{(Risposta C)}$$

2. La reazione redox tra KMnO_4 e MnSO_4 in ambiente neutro produce MnO_2 . Qual è la quantità di MnO_4^- (aq) equivalente a 50 mL di Mn^{2+} (aq) 0,10 M?

- A) 5 mmol B) 3,3 mmol C) 7,5 mmol D) 15 mmol

2. Soluzione

Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 2 e per 3 e sommando membro a membro si ottiene: $2 \text{KMnO}_4 + 3 \text{MnSO}_4 + \dots \rightarrow \dots$

Le moli di KMnO_4 devono essere $2/3$ di quelle di Mn^{2+} . Le moli di Mn^{2+} sono: $n = M V = 0,1 \cdot 50 = 5$ mmol

Le moli di KMnO_4 devono essere: $2/3 \cdot 5 = 3,3$ mmol.

(Risposta B)

3. Il potere rotatorio specifico di una soluzione di saccarosio dipende:

- A) dalla concentrazione B) dalla temperatura
C) dalla lunghezza della cella di misura D) dalla sezione della cella di misura

3. Soluzione

Il potere rotatorio aumenta con la concentrazione e con la lunghezza del cammino ottico $\alpha = \alpha^\circ l C$

Con $C = 1$ g/mL e $l = 1$ dm si ha: $\alpha = \alpha^\circ$. Cioè il potere rotatorio specifico è la rotazione misurata in condizioni standard con C e l unitari, quindi non dipende da C (A errata) e nemmeno da l (C errata).

Dato che D è priva di senso, resta solo la risposta B. La lettura va fatta a 20°C e usando una lampada al sodio perchè α° dipende anche dalla lunghezza d'onda della luce usata.

(Risposta B)

4. Una soluzione contiene Fe^{3+} e Al^{3+} entrambi 10^{-2} M; volendo separarli per precipitazione frazionata di idrossidi è opportuno usare:

- A) tampone fosfato (pH = 7) B) tampone ammoniacale (pH = 9)
C) tampone acetico (pH = 4) D) HCl diluito 2 M

4. Soluzione

Gli idrossidi del terzo gruppo analitico come $\text{Fe}(\text{OH})_3$ e $\text{Al}(\text{OH})_3$ vengono precipitati ad un pH compreso tra 6 e 8 con tampone ammoniacale (A e B errate). A pH molto acidi entrambi gli idrossidi si sciolgono secondo la reazione: $\text{X}(\text{OH})_3 + 3 \text{H}^+ \rightarrow \text{X}^{3+} + 3 \text{H}_2\text{O}$ (D errata). Resta solo la risposta C che opera vicino a pH 4.

Le due K_{ps} sono: $\text{Fe}(\text{OH})_3 K_{ps} = 6,3 \cdot 10^{-38}$ $\text{Al}(\text{OH})_3 K_{ps} = 1,9 \cdot 10^{-33}$

Dato che la K_{ps} dell'alluminio è circa 30000 volte maggiore di quella del ferro, ci sarà un pH acido al quale l'alluminio si scioglie (10^{-2} M) mentre il ferro è ancora precipitato.

$\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3 \text{OH}^-$ $K_{ps} = [\text{Al}^{3+}][\text{OH}^-]^3$ da cui: $[\text{OH}^-]^3 = K_{ps}/[\text{Al}^{3+}] = 1,9 \cdot 10^{-33}/10^{-2} = 1,9 \cdot 10^{-31}$

da cui si ricava: $[\text{OH}^-] = 5,7 \cdot 10^{-11}$ quindi: $\text{pOH} = 10,2$ e $\text{pH} = 3,8$.

(Risposta C)

5. L'ecosistema NON è:

- A) un sistema in equilibrio termodinamico
- B) un sistema in stato stazionario
- C) un sistema fuori dall'equilibrio
- D) un sistema lontano dall'equilibrio

5. Soluzione

Un ecosistema scambia materia ed energia con l'ambiente ma, complessivamente, è in uno stato stazionario.

Dato che in un ecosistema avvengono molte reazioni, non è in equilibrio termodinamico. (Risposta A)

6. Volumi uguali di soluzioni 0,10 M dei seguenti acidi vengono titolati con NaOH 0,10 M. Quale di essi richiede il maggior volume di soda se l'indicatore è fenolftaleina?

- A) FeCl_3
- B) H_3PO_4
- C) H_2SO_4
- D) H_3BO_3

6. Soluzione

La fenolftaleina vira intorno a pH 9. L'acido borico H_3BO_3 ha il $\text{pK}_{a1} = 9,1$ quindi al viraggio della fenolftaleina si è titolato solo il 50% del suo primo equivalente di H^+ (D errata).

H_2SO_4 richiede 2 equivalenti di OH^- come anche H_3PO_4 (B e C errate). H_3PO_4 richiede 2 eq. di OH^- perchè il suo pK_{a2} è intorno a 7 e a pH 9 anche il secondo equivalente è titolato.

Resta solo FeCl_3 che già a pH neutri precipita come idrossido: $\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3 \text{H}^+$ quindi consuma 3 equivalenti di OH^- prima del viraggio della fenolftaleina. (Risposta A)

7. 10,0 mmol di acido borico (H_3BO_3) vengono titolate con NaOH 0,100 M; l'indicatore è fenolftaleina. Il volume di NaOH al punto di viraggio è:

- A) $V < 100 \text{ mL}$
- B) $100 \text{ mL} \leq V < 200 \text{ mL}$
- C) $200 \text{ mL} \leq V < 300 \text{ mL}$
- D) $V \geq 300 \text{ mL}$

7. Soluzione

La fenolftaleina vira intorno a pH 9. L'acido borico H_3BO_3 ha il $\text{pK}_{a1} = 9,1$ quindi al viraggio della fenolftaleina si è titolato solo il 50% del suo primo equivalente di H^+ e il volume di NaOH è $V < 100 \text{ mL}$. (Risposta A)

8. L'acetato di argento è un sale poco solubile in acqua. La solubilità di tale sostanza può essere aumentata aggiungendo alla soluzione:

- A) CH_3COONa
- B) AgCl
- C) HNO_3
- D) CH_3COOH

8. Soluzione

La reazione è: $\text{CH}_3\text{COOAg} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Ag}^+$ Aggiungendo HNO_3 si ha: $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$

Dato che diminuisce la conc. di acetato in soluzione, nuovo CH_3COOAg si può sciogliere. (Risposta C)

9. La reazione di riduzione di MnO_4^- mette in gioco:

- A) 1, 3, 4, 5, 7 elettroni, secondo i casi
- B) 3, 5 elettroni, secondo i casi
- C) 1, 3, 5 elettroni, secondo i casi
- D) 1, 3, 5, 7 elettroni, secondo i casi

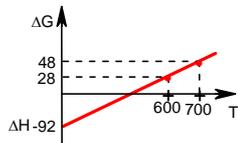
9. Soluzione

Le riduzioni più comuni di MnO_4^- possono formare Mn , Mn^{2+} , Mn^{4+} e Mn^{6+} mettendo in gioco 7, 5, 3 e 1 elettroni rispettivamente, ma in condizioni particolari si possono ottenere anche altri stati di ossidazione. (Risposta A)

10. Nella reazione: $3 \text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NH}_3(\text{g})$ sapendo che per ogni mole di ammoniaca che si forma $\Delta G = 24,0 \text{ kJ mol}^{-1}$ a 700 K, e che l'entalpia di formazione di $\text{NH}_3(\text{g})$ è $\Delta H^\circ = -46 \text{ kJ mol}^{-1}$, qual è la diminuzione percentuale della K_p quando si passa dalla temperatura di 600 K a quella di 700 K?

- A) 92% B) 74% C) 18% D) 37%

10. Soluzione



Dato che nella reazione si formano 2 moli di NH_3 , il ΔH della reazione è:

$$\Delta H = -46 \cdot 2 = -92 \text{ kJ} \quad \text{e il } \Delta G \text{ a } 700 \text{ K è: } \Delta G_{700} = 24 \cdot 2 = 48 \text{ kJ.}$$

Dall'espressione: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ si ricava: $\Delta S = (\Delta H - \Delta G)/T$

$$\text{Sostituendo i dati si ha: } \Delta S = (-92000 - 48000)/700 \quad \Delta S = -200 \text{ J/K.}$$

$$\text{Calcoliamo ora il } \Delta G \text{ a } 600 \text{ K: } \Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad \Delta G_{600} = -92000 + 600 \cdot 200 = 28 \text{ kJ}$$

Dall'espressione: $\Delta G^\circ = -RT \ln K$ si ottiene: $\ln K = -\Delta G^\circ/RT$

$$\text{A } 700 \text{ K si ha: } \ln K_{700} = -48000/(8,314 \cdot 700) = -8,25 \quad \text{da cui: } K_{700} = e^{-8,25} = 2,62 \cdot 10^{-4}.$$

$$\text{A } 600 \text{ K si ha: } \ln K_{600} = -28000/(8,314 \cdot 600) = -5,61 \quad \text{da cui: } K_{600} = e^{-5,61} = 3,65 \cdot 10^{-3}.$$

La % di K_{700} rispetto a K_{600} è: $2,62 \cdot 10^{-4}/3,65 \cdot 10^{-3} = 7,2\%$. K_{700} è diminuita di $100 - 7,2 = 92,8\%$. (Risposta A)

11. Un'acqua industriale contiene tra 0,5 e 0,9 g/L di NaCl. Quale molarità deve avere una soluzione standard di AgNO_3 perché nella determinazione argentometrica del cloruro ne vengano impiegati non più di 40 mL per 100 mL di acqua?

- A) 0,0653 M
B) 0,0214 M
C) 0,0352 M
D) 0,0385 M

11. Soluzione

La massa molare di NaCl è: $23 + 35,45 = 58,45 \text{ g/L}$. Le moli di NaCl in 100 mL sono: $0,09/58,45 = 1,54 \text{ mmol}$. Servono le stesse moli di AgNO_3 , quindi la molarità deve essere: $M = n/V = 1,54/40 = 0,0385 \text{ M}$. (Risposta D)

12. Qual è la concentrazione, in mg/L, di O_2 sciolto in un'acqua se al termine della determinazione fatta col metodo di Winkler, 100 mL di soluzione di iodio vengono titolati con 8,9 mL di $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0125 N?

- A) 8,9 mg/L
B) 17,8 mg/L
C) 0,9 mg/L
D) 1,8 mg/L

12. Soluzione

Nel metodo di Winkler, l' O_2 disciolto in acqua ossida il Mn^{2+} che a sua volta ossida I^- che infine ossida tiosolfato; quindi gli elettroni che servono a ridurre l' O_2 corrispondono a quelli che sono ceduti dal tiosolfato.

Per ridurre l' O_2 ad H_2O servono 4 elettroni. Gli equivalenti di tiosolfato sono: $\text{eq} = N V = 0,0125 \cdot 8,9 = 0,1113 \text{ meq}$.

Le moli di O_2 sono: $0,1113/4 = 0,0278 \text{ mmol}$. La massa di O_2 è: $0,0278 \cdot 32 = 0,89 \text{ mg/100 mL}$ (8,9 mg/L). (Risposta A)

13. 100 g di terra vengono trattati con 200 mL di soluzione estraente. Dopo filtrazione, 20,0 mL di filtrato sono titolati con 35,0 mL di EDTA 0,025 M a pH 10 con indicatore Nero Eriocromo T. Altri 20,0 mL di filtrato sono titolati con 30,0 mL di EDTA 0,025 M a pH 12 con indicatore acido calcocarbonico. Qual è la quantità di Mg^{2+} estratta dal campione?

- A) 30 mg B) 15 mg C) 3 mg D) 210 mg

13. Soluzione

Calcoliamo il pH massimo fino al quale una quantità 10^{-2} M dei due ioni Ca^{2+} e Mg^{2+} può restare in soluzione.

$$\text{La } K_{ps} \text{ per } \text{Ca}(\text{OH})_2 \text{ è: } 7,9 \cdot 10^{-6}. \quad K_{ps} = [\text{Ca}^{2+}][\text{OH}^-]^2 \quad \text{da cui: } [\text{OH}^-]^2 = K_{ps}/[\text{Ca}^{2+}] = 7,9 \cdot 10^{-6}/10^{-2}$$

$$[\text{OH}^-] = 2,81 \cdot 10^{-2} \text{ M} \quad \text{pOH} = 1,55 \quad \text{pH} = 12,4$$

$$\text{La } K_{ps} \text{ per } \text{Mg}(\text{OH})_2 \text{ è: } 1,5 \cdot 10^{-11}. \quad K_{ps} = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 \quad \text{da cui: } [\text{OH}^-]^2 = K_{ps}/[\text{Mg}^{2+}] = 1,5 \cdot 10^{-11}/10^{-2}$$

$$[\text{OH}^-] = 3,87 \cdot 10^{-5} \text{ M} \quad \text{pOH} = 4,4 \quad \text{pH} = 9,6$$

Da questo si deduce che, eseguendo la titolazione a pH 10, si titolano Ca^{2+} e Mg^{2+} . A pH 12 si titola solo Ca^{2+} .

Il magnesio si ottiene dalla differenza tra le due titolazioni: $35 \text{ mL} - 30 \text{ mL} = 5 \text{ mL}$ di EDTA.

Le moli di EDTA in 5 mL sono: $n = M V = 0,025 \cdot 5 = 0,125 \text{ mmol}$ che corrispondono alle moli di Mg^{2+} .

La massa di magnesio in 20 mL è: $0,125 \cdot 24,3 = 3,0 \text{ mg}$. In 200 mL è di 30 mg. (Risposta A)

14. Per verificare se HClO_4 è un acido più forte di HCl , si confrontano le costanti di dissociazione di tali acidi in soluzioni ad eguale concentrazione preparate sciogliendo sia HClO_4 che HCl in:

- A) H_2O B) piridina C) CH_3COOH D) CH_3OH

14. Soluzione

Per confrontare tra loro acidi molto forti che in acqua sono completamente dissociati (quindi livellati), si deve usare come solvente una sostanza più acida dell'acqua (meno basica) e quindi acido acetico. (Risposta C)

15. Sui fotomoltiplicatori è corretto dire che:

- A) danno una risposta uniforme nella regione UV-visibile
 B) rispondono rapidamente a variazioni di intensità della radiazione incidente
 C) hanno una sensibilità minore delle fotocellule
 D) il rapporto ottimale S/N si ha quando è applicato il maggior voltaggio

15. Soluzione

La risposta dei fotomoltiplicatori a radiazioni di diversa lunghezza d'onda non è uniforme perchè l'effetto fotoelettrico dipende dall'energia delle radiazioni. I fotomoltiplicatori sono fatti di materiali diversi per ogni intervallo di lunghezze d'onda (A errata). La loro risposta a variazioni di intensità luminosa è molto veloce. (Risposta B)

16. Un prisma differisce da un reticolo di diffrazione perchè:

- A) ha una dispersione indipendente dalla lunghezza d'onda
 B) non ha spettri del secondo ordine
 C) riflette la radiazione
 D) può essere usato in un campo spettrale più vasto

16. Soluzione

Un prisma non ha spettri del secondo ordine che invece compaiono nel reticolo a seconda dell'angolo di osservazione. Nel prisma le radiazioni meno deviate sono quelle rosse (λ più lunga), nel reticolo accade il contrario: le radiazioni meno deviate sono quelle blu-viola (λ più corta). (Risposta B)

17. Una comune sorgente di radiazioni per la spettrofotometria infrarossa è:

- A) una lampada a catodo cavo
 B) una lampada a deuterio
 C) un filamento di Nernst
 D) una lampada ad arco

17. Soluzione

La lampada a catodo cavo emette radiazioni a righe per l'assorbimento atomico (A errata).

La lampada al deuterio è una lampada a tubo di scarica che ionizza il gas deuterio compreso tra due elettrodi ed emette uno spettro quasi continuo nel campo UV-Vis. (B errata).

La lampada ad arco è una lampada a tubo di scarica con gas inerte ed elettrodi costituiti da due punte ravvicinate. Si accendono applicando una grande ddp che produce un arco elettrico che innesca la ionizzazione del gas. L'arco poi si sostiene anche con ddp molto più basse. L'emissione non è continua ed è adatta per illuminare strade e luoghi pubblici (D errata).

Il filamento di Nernst è costituito da una barra ceramica che, scaldata dal passaggio di corrente, emette una radiazione che copre tutto l'infrarosso e quindi è usato nella spettrofotometria IR. (Risposta C)

18. Nella cromatografia su carta una sostanza ha un piccolo valore di R_f se:

- A) si sposta con il fronte del solvente
 B) ha forti interazioni con la fase mobile
 C) ha una tensione di vapore apprezzabile
 D) è facilmente trattenuta dalla fase stazionaria

18. Soluzione

L' R_f è un indice della mobilità di una sostanza nella cromatografia su carta o su strato sottile.

È un numero compreso tra 0 e 1: $R_f = (\text{corsa del centro della macchia})/(\text{corsa del fronte del solvente})$

Un basso R_f è tipico di una sostanza che è più trattenuta dalla fase stazionaria e quindi è trascinata in avanti molto lentamente dal solvente. (Risposta D)

19. Quale delle affermazioni seguenti è vera?

- A) tutti i cloruri comuni tranne AgCl sono solubili in acqua fredda.
- B) tutti i nitrati sono solubili in acqua fredda.
- C) tutti i carbonati sono insolubili in acqua fredda.
- D) tutti gli idrossidi sono solubili in acqua fredda.

19. Soluzione

Tutti i nitrati sono solubili in acqua fredda a causa della bassa densità di carica dello ione nitrato che può essere bene schermata dalla sfera di idratazione. (Risposta B)

20. Un sistema all'equilibrio contiene $\text{CaCO}_3(s)$, $\text{CaO}(s)$, $\text{CO}_2(g)$ (CaCO_3 e CaO non formano soluzioni solide). Le tre fasi possono essere mantenute in equilibrio:

- A) variando la T e la P in modo indipendente l'una dall'altra
- B) variando la T e tenendo costante la P
- C) variando la T, purché la P possa variare
- D) solo mantenendo costanti T e P

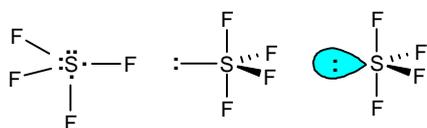
20. Soluzione

La varianza (o grado di libertà) di un sistema è: $v = C - F + 2$. Dove C è il numero di componenti indipendenti, in questo caso: $C = 3 - 1 = 2$ cioè componenti totali (3) meno relazioni tra questi (1) ($\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$). F è il numero di fasi, qui vale: $F = 3$ (due fasi solide e una gassosa), quindi: $v = 2 - 3 + 2 = 1$. Questo significa che può variare a piacimento solo la T, infatti la pressione ($P_{\text{CO}_2} = K_{\text{eq}}$) dipende dalla temperatura. (Risposta C)

21. Secondo la teoria VSEPR, gli elettroni di valenza della molecola SF_4 si dispongono secondo una geometria:

- A) bipiramidale trigonale con doppietto solitario assiale
- B) bipiramidale trigonale con doppietto solitario equatoriale
- C) piramidale quadrata con doppietto solitario al vertice della piramide
- D) piramidale quadrata con doppietto solitario a un vertice della base

21. Soluzione



Lo zolfo ha 6 elettroni di valenza (come l'ossigeno), ma essendo del 3° periodo può usare anche orbitali d e andare oltre l'ottetto elettronico. Lo zolfo usa 4 elettroni per legare i 4 atomi di fluoro, gli restano 2 elettroni che costituiscono una coppia di non legame. Le coppie di elettroni da sistemare attorno allo zolfo sono 5 (4 di legame e una di non legame).

Le 5 coppie si dispongono a bipiramide trigonale. La coppia di non legame (più ingombrante) occupa una delle posizioni equatoriali (angoli di 120°). La molecola ha una struttura ad altalena (see saw). (Risposta B)

22. Una soluzione satura di $\text{La}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ contiene $1,1 \cdot 10^{-6}$ mol/L. Il prodotto di solubilità è:

- A) $1,2 \cdot 10^{-12}$
- B) $1,6 \cdot 10^{-34}$
- C) $1,7 \cdot 10^{-28}$
- D) $1,2 \cdot 10^{-30}$

22. Soluzione

La reazione è: $\text{La}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \rightarrow 2 \text{La}^{3+} + 3 \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ $K_{\text{ps}} = [\text{La}^{3+}]^2 [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]^3 = (2s)^2 (3s)^3 = 4s^2 27s^3$ $K_{\text{ps}} = 108 s^5$
 $K_{\text{ps}} = 108 \cdot (1,1 \cdot 10^{-6})^5 = 1,7 \cdot 10^{-28}$. (Risposta C)

23. A parità di pressione e di temperatura, l'aria umida (cioè contenente acqua allo stato di vapore) ha un peso specifico:

- A) uguale a quello dell'aria secca
- B) minore di quello dell'aria secca
- C) maggiore di quello dell'aria secca
- D) maggiore o minore di quello dell'aria secca a seconda del grado di umidità

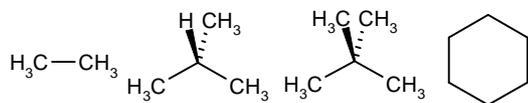
23. Soluzione

A parità di P e T, in un volume unitario di gas vi è lo stesso numero di moli. Se al posto di molecole di N_2 o O_2 vi sono molecole di acqua ($M_r = 18$, più leggere), il peso specifico è minore. (Risposta B)

24. Quale delle seguenti molecole ha momento di dipolo NON nullo?

- A) etano
B) 2-metilpropano
C) 2,2-dimetilpropano
D) cicloesano

24. Soluzione



Nelle molecole simmetriche i momenti dipolari dei vari legami si annullano tra loro e il momento risultante è zero. La sola molecola non simmetrica tra queste, è il 2-metilpropano. (Risposta B)

25. Al punto triplo di una sostanza pura i gradi di libertà del sistema sono:

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

25. Soluzione

La varianza è data da: $v = C - F + 2$. (componenti indipendenti - fasi + 2)

Al punto triplo di una sostanza pura: $C = 1$; $F = 3$ (solida, liquida, gassosa) e si ottiene: $v = 1 - 3 + 2 = 0$.

La varianza è zero, infatti il punto triplo esiste solo per un preciso valore di P e T. (Risposta D)

26. In soluzione acquosa gli acidi forti hanno tutti la stessa forza perché:

- A) l'acido di riferimento è sempre H₃O⁺
B) le K_a sono tutte uguali
C) le K_a sono tutte maggiori dell'unità
D) le K_a sono tutte maggiori di 7

26. Soluzione

Se un acido è molto più forte dell'acido coniugato dell'acqua (H₃O⁺), la sua dissociazione in acqua è completa:

HCl, per esempio, è completamente dissociato secondo la reazione: $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$

L'acido presente in soluzione non è HCl, ma è H₃O⁺ e questo vale anche per gli altri acidi forti che quindi in acqua manifestano tutti la stessa forza, quella di H₃O⁺. (Risposta A)

27. Indicare la reazione a cui corrisponde il valore più elevato della costante di equilibrio:

- A) $\text{NO}_2^-_{(\text{aq})} + \text{HF}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{HNO}_{2(\text{aq})} + \text{F}^-_{(\text{aq})}$
B) $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{F}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{HF}_{(\text{aq})}$
C) $\text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{HNO}_{2(\text{aq})} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{NO}_2^-_{(\text{aq})}$
D) $\text{HS}^-_{(\text{aq})} + \text{HF}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{H}_2\text{S}_{(\text{aq})} + \text{F}^-_{(\text{aq})}$

27. Soluzione

Le 4 K_a sono: (HF) K_a = 7,2 · 10⁻⁴; (HNO₂) K_a = 4,5 · 10⁻⁴; (CH₃COOH) K_a = 1,8 · 10⁻⁵; (H₂S) K_a = 1,0 · 10⁻⁷;

La K_{eq} della reazione A è: $K_{\text{eq}} = K_{\text{a}}(\text{HF})/K_{\text{a}}(\text{HNO}_2) = 7,2 \cdot 10^{-4}/4,5 \cdot 10^{-4} = 1,6$

La K_{eq} della reazione B è: $K_{\text{eq}} = K_{\text{a}}(\text{CH}_3\text{COOH})/K_{\text{a}}(\text{HF}) = 1,8 \cdot 10^{-5}/7,2 \cdot 10^{-4} = 2,5 \cdot 10^{-2}$

La K_{eq} della reazione C è: $K_{\text{eq}} = K_{\text{a}}(\text{HNO}_2)/K_{\text{a}}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,5 \cdot 10^{-4}/1,8 \cdot 10^{-5} = 25$

La K_{eq} della reazione D è: $K_{\text{eq}} = K_{\text{a}}(\text{HF})/K_{\text{a}}(\text{H}_2\text{S}) = 7,2 \cdot 10^{-4}/1,0 \cdot 10^{-7} = 7200$

Nella reazione D abbiamo l'acido più forte contro quello più debole, la K_{eq} è 7200. (Risposta D)

28. Un'acqua poco inquinata da sostanze organiche deve avere un BOD:

- A) alto, perché ciò indica un ambiente ideale per i microrganismi aerobici
B) medio, perché ciò indica anche la presenza di sostanze inorganiche
C) basso, perché ciò significa che sarà basso il quantitativo di O₂ necessario per demolire le sostanze organiche
D) di qualsiasi valore, perché non c'è alcuna relazione tra BOD e contenuto in sostanze organiche

28. Soluzione

BOD significa Biological Oxygen Demand, quindi indica quanto O₂ è necessario ai microorganismi presenti in acqua per demolire le sostanze organiche. Un'acqua poco inquinata ha un basso BOD. (Risposta C)

29. Una benzina presenta un alto numero di ottano se:

- A) ha un elevato contenuto di alcani lineari a lunga catena, perché ciò conferisce buone proprietà lubrificanti
- B) ha un elevato contenuto di aromatici e alcani ramificati, perché ciò conferisce alto potere antidetonante
- C) ha un contenuto elevato di sostanze solforate che contribuiscono ad innalzare il numero di ottano
- D) ha una concentrazione pressoché equivalente dei vari tipi di idrocarburi, in quanto tutti partecipano in egual misura all'innalzamento del numero di ottano

29. Soluzione

Una benzina con elevato numero di ottano ha un elevato potere antidetonante perché, vaporizzata con una quantità stechiometrica di aria, sopporta, senza esplodere, alte compressioni nel cilindro prima di essere incendiata dalla scintilla della candela. Le benzine composte da alcani lineari hanno un basso potere antidetonante, mentre quelle con un elevato contenuto in alcani ramificati (o anche aromatici che però danno altri problemi) hanno un elevato potere antidetonante e un alto numero di ottano. (Risposta B)

30. Nei processi di reforming delle benzine si lavora ad alta pressione di idrogeno perché:

- A) si favoriscono termodinamicamente le reazioni di aromatizzazione
- B) si favoriscono cineticamente le reazioni di aromatizzazione
- C) si limita la formazione di residui carboniosi sul catalizzatore
- D) H_2 funziona da diluente e da veicolo termico

30. Soluzione

Nel reforming catalitico, si opera ad alta pressione di H_2 anche se questo penalizza le reazioni di deidrogenazione come le aromatizzazioni (A e B errate). H_2 , però, penalizza di più le reazioni di cracking totale che formano carbonio che in queste condizioni è il composto più stabile e forma incrostazioni sul catalizzatore. (Risposta C)

31. Quando un alogenuro alchilico RX reagisce con il magnesio in solvente organico, si ottiene un reattivo di Grignard, che è rappresentato con la formula $RMgX$. La soluzione conduce la corrente elettrica e il magnesio va sia al catodo che all'anodo. Sulla base di queste sole prove, quale delle seguenti è la migliore rappresentazione della soluzione di Grignard?

- A) RMg^+ e X^-
- B) R^+ e MgX^-
- C) R_2Mg e MgX_2
- D) RMg^+ e $RMgX_2^-$

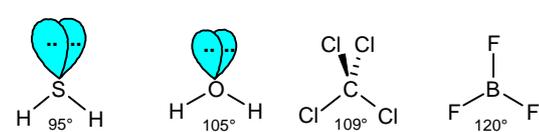
31. Soluzione

Se il magnesio va sia al catodo che all'anodo, il Mg deve essere presente sia nel catione che nell'anione, quindi ci devono essere le specie: RMg^+ e $RMgX_2^-$. Queste due specie si possono ottenere da due molecole di $RMgBr$ che si scambiano un Br^- : $RMgBr + RMgBr \rightarrow RMg^+ + RMgX_2^-$. (Risposta D)

32. Quale delle seguenti molecole forma il minimo angolo fra due legami covalenti adiacenti?

- A) H_2S
- B) H_2O
- C) CCl_4
- D) BF_3

32. Soluzione



H_2S e H_2O sono molecole simili che devono sistemare 4 coppie di elettroni attorno all'atomo centrale (2 di legame e 2 di non legame). La disposizione teorica di queste coppie è a forma di tetraedro con angoli di 109° come in CCl_4 . La presenza degli orbitali di non legame, però, deforma la geometria teorica. Gli orbitali di non legame sono più ingombranti e comprimono i due orbitali di legame. Nell'acqua questa repulsione fa scendere l'angolo da 109° a 105° . In H_2S gli orbitali di non legame sono del terzo periodo, più grandi, meno trattenuti dall'atomo centrale e quindi sono ancora più ingombranti. L'angolo di legame $H-S-H$ si stringe di più di quello dell'acqua e arriva a 95° . (Risposta A)

33. Quale, fra le seguenti affermazioni relative alla datazione con radiocarbonio NON è corretta?

- A) ^{14}C è prodotto dall'azione dei raggi cosmici sull'azoto nell'atmosfera
- B) ^{14}C è ossidato a $^{14}CO_2$ che si mescola con CO_2 non radioattiva nell'atmosfera
- C) in un organismo vivente il rapporto $^{14}C/^{12}C$ ha un valore uguale a quello dell'atmosfera
- D) solo dopo la morte dell'organismo il suo ^{14}C decade secondo la reazione $^{14}C \rightarrow ^{14}N + \beta^-$

33. Soluzione

Il ^{14}C decade secondo la reazione $^{14}C \rightarrow ^{14}N + \beta^-$ sempre, non solo dopo la morte dell'organismo. Dopo la morte, però, il ^{14}C non viene più assunto e quindi la sua quantità inizia a calare. (Risposta D)

34. Attraverso un certo numero di stadi l'isotopo $^{235}_{92}\text{U}$ si trasforma nell'isotopo $^{207}_{82}\text{Pb}$. Quale gruppo di particelle viene emesso in questo processo?

- A) 4 α , 7 β
 B) 6 α , 4 β
 C) 7 α , 4 β
 D) 10 α , 8 β

34. Soluzione

La massa nucleare diminuisce con l'emissione di particelle α che sono nuclei di elio di massa quattro (2p e 2n).

La differenza di massa tra i due isotopi è: $235 - 207 = 28$. Le particelle α emesse sono: $28/4 = 7\alpha$.

Il numero di protoni con la sola emissione di 7 α scende a: $92 - (7 \cdot 2) = 78$. Il Pb, però, ha 4 protoni in più (82), quindi 4 neutroni sono diventati 4 protoni emettendo 4 particelle beta: $4n \rightarrow 4p + 4\beta^-$. (Risposta C)

35. La vita media del radioisotopo ^{131}I è 8,0 giorni. Quale frazione della quantità iniziale di ^{131}I resterà dopo 24 giorni?

- A) 1/24
 B) 1/8
 C) 1/6
 D) 1/3

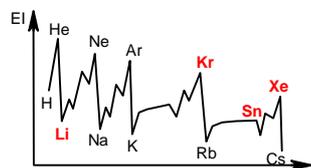
35. Soluzione

24 giorni sono 3 volte il tempo di dimezzamento (8 giorni): la quantità diventa: $1 \rightarrow 1/2 \rightarrow 1/4 \rightarrow 1/8$. (Risposta B)

36. Quale, fra le seguenti trasformazioni, richiede la massima quantità di energia?

- A) $\text{Li}_{(g)} \rightarrow \text{Li}^+_{(g)} + e^-$
 B) $\text{Sn}_{(g)} \rightarrow \text{Sn}^+_{(g)} + e^-$
 C) $\text{Kr}_{(g)} \rightarrow \text{Kr}^+_{(g)} + e^-$
 D) $\text{Xe}_{(g)} \rightarrow \text{Xe}^+_{(g)} + e^-$

36. Soluzione



L'energia di ionizzazione massima è quella dell'elio, quella degli altri gas nobili è via via decrescente, ma i gas nobili restano gli elementi con la più alta energia di ionizzazione a causa della grande stabilità della loro configurazione elettronica. I gas nobili hanno gli orbitali s e p pieni (ottetto elettronico) a parte l'elio che nel primo guscio si deve limitare all'orbitale s . Il Krypton, quindi è, tra gli atomi dati, quello ad energia di ionizzazione massima. (Risposta C)

37. Le prime sette energie di ionizzazione di un elemento X sono 740, 1500, 7700, 10500, 13600, 18000 e 21700 kJ mol^{-1} . Quale ione si può formare quando l'elemento X reagisce con il cloro?

- A) X^{2-} B) X^- C) X^+ D) X^{2+}

37. Soluzione

Le energie di ionizzazione salgono in modo uniforme da un valore al successivo tranne che tra la seconda e la terza dove il valore aumenta di 5 volte. Un'energia di ionizzazione così alta, indica lo strappo di un elettrone del guscio sottostante, quindi l'atomo in questione produce facilmente ioni X^{2+} , ma non ioni X^{3+} . (Risposta D)

38. Quale sostanza ha il punto di fusione più alto?

- A) PbBr_2 B) Zn C) Pb D) ZnCl_2

38. Soluzione

	Zn	ZnF_2	ZnCl_2	ZnBr_2
p.f.	419°	872°	283°	394°

	Pb	PbF_2	PbCl_2	PbBr_2
p.f.	327°	855°	501°	371°

Qui a fianco sono mostrati i punti di fusione di Zn e Pb e dei loro sali.

Il Pb metallico è noto per avere un punto di fusione basso, quindi è facile prevedere che tra i due metalli, Zn e Pb, sia lo zinco ad avere il punto di fusione più alto.

Non è affatto ovvio, invece, il confronto tra i sali o tra sali e metalli.

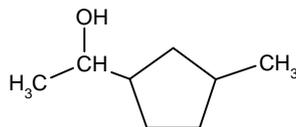
Il PbBr_2 ha un p.f. più basso di ZnBr_2 , mentre PbCl_2 ha un p.f. più alto di ZnCl_2 .

PbCl_2 , poi, ha un p.f. maggiore anche di quello dello zinco metallico.

Mi sembra che questa domanda sia fuori luogo.

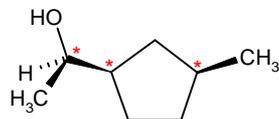
(Risposta X?)

39. Quanti stereoisomeri sono possibili per la formula:



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

39. Soluzione



La molecola ha 3 centri stereogenici (indicati nella figura da un asterisco) quindi può avere $2^n = 2^3 = 8$ stereoisomeri. (Risposta D)

40. Nella reazione degli alcani con Cl_2 , le radiazioni luminose provocano la scissione dei legami:

- A) C-H B) Cl-Cl C) C-Cl D) H-Cl

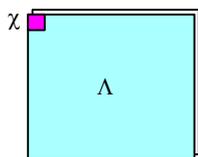
40. Soluzione

Le radiazioni luminose provocano la scissione omolitica di Cl_2 : $\text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{Cl}$ questa reazione forma due radicali al cloro ed è l'inizio di una reazione a catena fatta di due passaggi che si ripetono sempre uguali molte volte e che costituiscono la fase di propagazione della catena. Nel primo passaggio il cloro radicale strappa un H radicale all'alcano formando HCl e un nuovo radicale al carbonio. Nel secondo passaggio il radicale al carbonio strappa un cloro al Cl_2 formando il cloruro alchilico e un nuovo radicale al cloro che continua la catena. (Risposta B)

41. La conduttanza (o conducibilità specifica) dell'acqua pura è $3,84 \cdot 10^{-8} \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ a 18°C . Le conduttività molari alla stessa temperatura dello ione idronio e dello ione ossidrile sono rispettivamente 315 e $174 \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$. Qual è il prodotto ionico dell'acqua a 18°C ?

- A) $0,924 \cdot 10^{-14}$
 B) $0,785 \cdot 10^{-14}$
 C) $0,617 \cdot 10^{-14}$
 D) $0,308 \cdot 10^{-14}$

41. Soluzione



La conducibilità specifica χ si misura in $\text{ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ed è riferita ad elettrodi distanti un centimetro e di area 1 cm^2 . (La resistenza specifica è il reciproco: $\text{ohm} \cdot \text{cm}$).

La conduttività molare Λ è riferita ad elettrodi distanti un centimetro (come quella specifica), ma molto più grandi, tali che definiscano una cella così estesa da contenere il volume occupato da una mole della specie da misurare.

La relazione tra le due è: $\Lambda = \chi V_{\text{eq}}$ [$\text{ohm}^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$] = [$\text{ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$] [$\text{cm}^3 \text{ mol}^{-1}$]

Cioè la conduttività molare (elettrodi grandi) è uguale a quella specifica (elettrodi di 1 cm^2) moltiplicata per il volume (in cm^3) che contiene una mole cioè per $1000/\text{C}$. Quindi: $\Lambda = \chi 1000/\text{C}$

La Λ dell'acqua è data dalla somma di quelle H^+ e OH^- : $\Lambda_{\text{H}_2\text{O}} = \Lambda_{\text{H}^+} + \Lambda_{\text{OH}^-} = 315 + 174 = 489 \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^2$.

$$\Lambda_{\text{H}^+} + \Lambda_{\text{OH}^-} = \chi_{\text{H}^+} 1000/\text{C} + \chi_{\text{OH}^-} 1000/\text{C} = (\chi_{\text{H}^+} + \chi_{\text{OH}^-}) 1000/\text{C} = (\chi_{\text{H}_2\text{O}}) 1000/\text{C} = \Lambda_{\text{H}_2\text{O}}$$

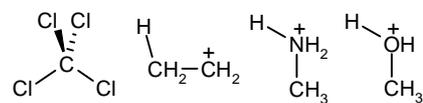
$$\text{Da cui: } C = \frac{\chi_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 1000}{\Lambda_{\text{H}_2\text{O}}} \quad C = \frac{3,84 \cdot 10^{-8} \cdot 1000}{489} = 7,85 \cdot 10^{-8} \text{ M} \quad [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = C = 7,85 \cdot 10^{-8} \text{ M}$$

$$K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = (7,85 \cdot 10^{-8})^2 = 6,17 \cdot 10^{-15} \quad (0,617 \cdot 10^{-14}) \quad (\text{Risposta C})$$

42. Quale fra i seguenti composti è il meno basico secondo Lewis?

- A) CCl_4 B) $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ C) CH_3-NH_2 D) CH_3-OH

42. Soluzione



Il composto meno basico è quello meno disposto a legarsi ad H^+ .

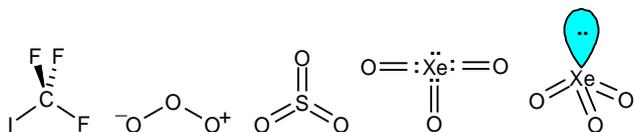
L'ammina e l'alcol si possono protonare sull'azoto e sull'ossigeno (C e D errate). L'etilene si lega ad H^+ nelle reazioni di addizione elettrofila per esempio con HCl e forma il carbocatione intermedio (B errata).

CCl_4 è il composto meno basico. (Risposta A)

43. Quale delle seguenti molecole ha momento di dipolo nullo?

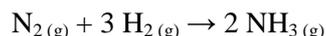
- A) ClF_3
 B) O_3
 C) SO_3
 D) XeO_3

43. Soluzione



Una molecola con legami polari può avere dipolo nullo se i vari dipoli si annullano tra loro per simmetria. La sola molecola con dipoli che si annullano per simmetria è SO_3 planare trigonale. (Risposta C)

44. Nella sintesi dell'ammoniaca:



si mescolano i reagenti in proporzione stechiometrica a 800°C e 1 atm. La quantità di NH_3 all'equilibrio è pari a 0,011 % in volume. Qual è la percentuale in volume di NH_3 alla stessa T e alla P di 200 atm?

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

44. Soluzione

Se la temperatura è la stessa, la K_{eq} non cambia.
$$K_p = \frac{P_{\text{NH}_3}^2}{P_{\text{N}_2} \cdot P_{\text{H}_2}^3} = \frac{x_{\text{NH}_3}^2 P^2}{x_{\text{N}_2} P \cdot x_{\text{H}_2}^3 P^3} = \frac{x_{\text{NH}_3}^2}{x_{\text{N}_2} \cdot x_{\text{H}_2}^3 \cdot P^2}$$

La quantità di NH_3 all'equilibrio a 1 atm è lo 0,011%, quindi la quantità rimanente ($100 - 0,011 = 99,989\%$) è costituita da N_2 e H_2 in rapporto 1:3. In totale le parti sono $1+3 = 4$.

La % di N_2 è $99,989/4 = 25\%$, la % di H_2 è 75%. La P parziale di NH_3 a 1 atm è $0,00011 \cdot 1 = 0,00011$ atm.

La P parziale di N_2 a 1 atm è $0,25 \cdot 1 = 0,25$ atm. La P parziale di H_2 a 1 atm è $0,75 \cdot 1 = 0,75$ atm.

Sostituendo i valori si trova K_p :
$$K_p = \frac{0,00011^2}{0,25 \cdot 0,75^3} = 1,147 \cdot 10^{-7} \text{ atm}^{-2}$$

Da $K_p = \frac{x_{\text{NH}_3}^2}{x_{\text{N}_2} \cdot x_{\text{H}_2}^3 \cdot P^2}$ si ottiene:
$$\frac{x_{\text{NH}_3}^2}{x_{\text{N}_2} \cdot x_{\text{H}_2}^3} = K_p P^2$$
 A 200 atm si ha:
$$\frac{x_{\text{NH}_3}^2}{x_{\text{N}_2} \cdot x_{\text{H}_2}^3} = 1,147 \cdot 10^{-7} \cdot 200^2 = 4,6 \cdot 10^{-3}$$

da cui: $x_{\text{NH}_3}^2 = 4,46 \cdot 10^{-3} \cdot (x_{\text{N}_2} \cdot x_{\text{H}_2}^3) \approx 4,46 \cdot 10^{-3} (0,25 \cdot 0,75^3) = 4,85 \cdot 10^{-4}$ da cui: $x_{\text{NH}_3} \approx 0,022$

La frazione molare (e quindi la % in V) di NH_3 a 200 atm è circa 2,2% (calcolando meglio 2,1%). (Risposta A)

45. Qual è il miglior materiale per un elettrodo a idrogeno H^+/H_2 ?

- A) rame poroso
 B) platino ricoperto di spugna di platino
 C) rame ricoperto di ossido di rame(II)
 D) platino ricoperto di ossido di platino

45. Soluzione

L'elettrodo che fa reagire l'idrogeno con la minor sovratensione è quello di platino. Per diminuire la resistenza, se ne deve aumentare la superficie. Il metodo migliore è quello di ricoprirlo di platino poroso. (Risposta B)

46. Se si aggiunge etanolo ad un eccesso di H_2SO_4 concentrato, riscaldato a 170°C , qual è il principale prodotto della reazione?

- A) etere dietilico
 B) acetilene
 C) etano
 D) etilene

46. Soluzione

L'etanolo reagisce con H_2SO_4 a 120°C disidratandosi e formando dietilere con una SN_1 . Se però si alza la temperatura fino a 170°C , prevale la reazione di eliminazione E_1 e si forma etilene. (Risposta D)

47. Un accumulatore al piombo carico contiene come elettrolita 1,00 L di H_2SO_4 4,00 N. Qual è la concentrazione di H_2SO_4 dopo che l'accumulatore ha fornito 2,00 ampere-ora?

La scarica avviene secondo lo schema: $\text{PbO}_{2(s)} + \text{Pb}_{(s)} + 2 \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} \rightarrow 2 \text{PbSO}_{4(s)} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

- A) 1,92 N
B) 3,38 N
C) 3,85 N
D) 2,73 N

47. Soluzione

Gli Ampere sono Coulomb al secondo. La corrente che fluisce in un ora è: $C = A s = 2 \cdot 3600 = 7200 \text{ C}$.

Le moli di elettroni sono: $n = C/F = 7200/96485 = 7,46 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$. Nella reazione si ha $\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2 e^-$.

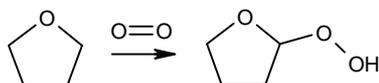
Quindi per ogni elettrone scambiato si consuma una molecola di H_2SO_4 .

Le moli finali di H_2SO_4 sono: $2 - 0,0746 = 1,93 \text{ mol/L}$ cioè $1,93 \cdot 2 = 3,85 \text{ eq/L}$. (Risposta C)

48. Prima di usare il THF (tetraidrofurano) contenuto in una vecchia bottiglia devi:

- A) distillarlo
B) filtrarlo
C) effettuare il test per i perossidi
D) effettuare il test di acidità

48. Soluzione



Il tetraidrofurano è un etere ciclico saturo che con l' O_2 dell'aria si ossida lentamente formando idroperossidi sul carbonio in alfa con una reazione radicalica che è accelerata dalla luce o dal calore. I perossidi sono molto reattivi e provocano esplosioni se l'etere, inquinato da perossidi, viene scaldato. (Risposta C)

49. Il titanio ha la seguente struttura elettronica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$

Quale dei seguenti composti del titanio NON esiste?

- A) K_3TiF_6
B) K_2TiF_6
C) $\text{K}_2\text{Ti}_2\text{O}_5$
D) K_2TiO_4

49. Soluzione

Il titanio può perdere, al massimo, i 4 elettroni in 4s e in 3d. Quindi K_2TiO_4 non esiste: contiene Ti^{6+} . (Risposta D)

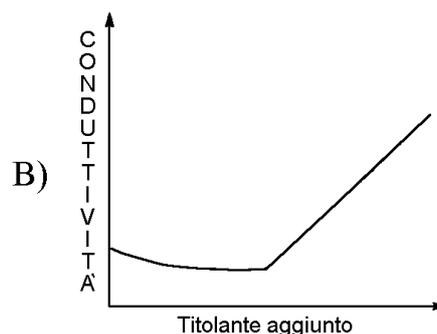
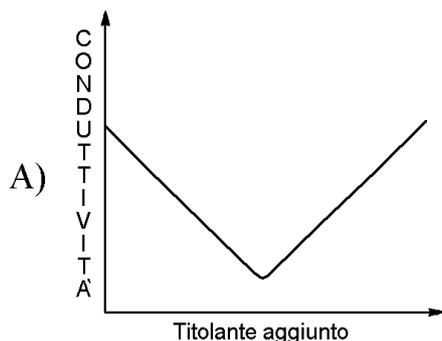
50. A quanti stereoisomeri danno luogo gli aldosesi?

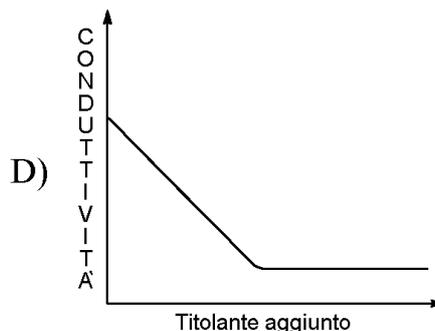
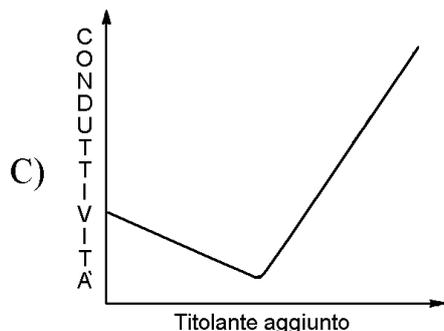
- A) 64 B) 16 C) 10 D) 48

50. Soluzione

Gli aldosesi come glucosio, galattosio e mannosio hanno 4 centri stereogenici, quindi possono formare $2^4 = 16$ stereoisomeri diversi: 8 della serie D e 8 della serie L. (Risposta B)

51. Sapendo che le conduttività molari degli ioni H_3O^+ e OH^- sono uguali rispettivamente a 350 e 198 $\text{ohm}^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$, quale fra le seguenti curve di titolazione conduttometrica corrisponde alla neutralizzazione di una forte BOH con un acido forte HA? (Le conduttività molari degli ioni A^- e B^+ siano entrambe uguali a 75 $\text{ohm}^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$).





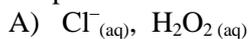
51. Soluzione

Nella titolazione di un equivalente di BOH con HA, all'inizio abbiamo B^+ e OH^- con $\Lambda = 75 + 198 = 273$ unità. Aggiungendo HA accade che H^+ neutralizza OH^- formando acqua mentre A^- si accumula.

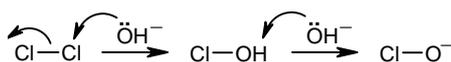
Al punto equivalente abbiamo, oltre ad acqua, solo B^+ e A^- con $\Lambda = 75 + 75 = 150$ unità.

Dopo l'aggiunta di un altro equivalente di HA avremo B^+ , A^- , A^- e H^+ con $\Lambda = 75 + 75 + 75 + 350 = 575$ unità. Solo nel grafico C l'andamento della conducibilità è: $273 \rightarrow 150 \rightarrow 575$. (Risposta C)

52. Quali prodotti si formano quando si fa passare una corrente di cloro in una soluzione di NaOH mantenuta a temperatura ambiente?



52. Soluzione

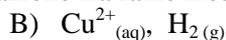


Il cloro Cl_2 si scioglie in una soluzione basica per NaOH formando ipoclorito di sodio, cloruro di sodio e acqua.



(Risposta C)

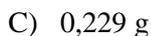
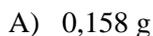
53. Quali prodotti si formano nella reazione fra rame metallico e una soluzione concentrata di acido nitrico?



53. Soluzione

Il potenziale del rame è $E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = 0,34$ V. Il potenziale di HNO_3 è: $E^\circ(NO_3^-/NO) = 0,96$ V; $E^\circ(NO_3^-/NO_2^-) = 0,94$ V. L'acido nitrico può ossidare il rame formando Cu^{2+} e NO (un gas rosso). (Risposta C)

54. Qual è la massa di Na_2CO_3 presente in una soluzione titolata da 36,0 mL di HCl 0,120 N (indicatore fenolftaleina)?



54. Soluzione

Le due reazioni possibili sono: $Na_2CO_3 + HCl \rightarrow NaHCO_3 + NaCl$ $NaHCO_3 + HCl \rightarrow H_2CO_3 + NaCl$

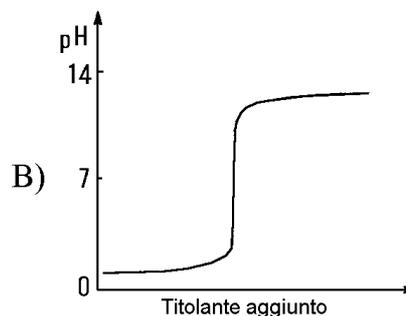
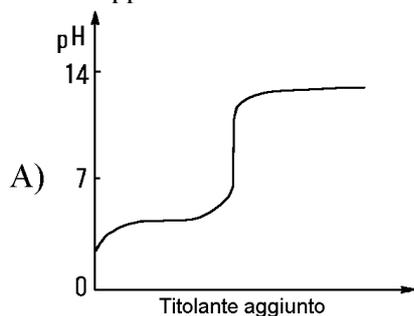
I due pK_a di H_2CO_3 sono: 6,38 e 10,32. Il primo punto equivalente è due unità di pH sotto il pK_{a2} :

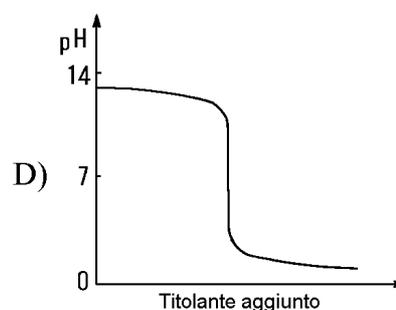
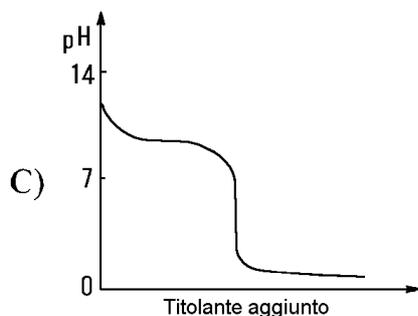
$pH = 10,32 - 2 = 8,32$. Dato che la fenolftaleina vira attorno a pH 9, si titola solo il primo equivalente di Na_2CO_3 .

Le moli di HCl sono: $n = M V = 0,120 \cdot 36 = 4,32$ mmol e coincidono con quelle di Na_2CO_3 .

La massa molare di Na_2CO_3 è: $23 \cdot 2 + 12 + 48 = 106$ g/mol. La massa è: $0,00432 \cdot 106 = 0,458$ g. (Risposta B)

55. I seguenti grafici rappresentano vari casi di neutralizzazione acido-base. Indicare la coppia di grafici in cui è presente un tratto di curva rappresentante un sistema tamponato.



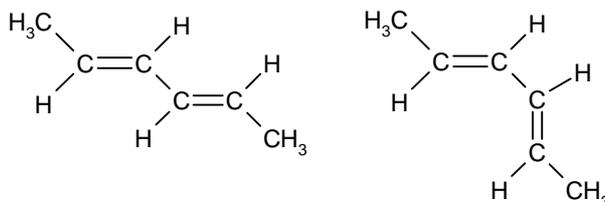


- A) A, B
 B) A, C
 C) B, D
 D) A, D

55. Soluzione

In A si vede la titolazione di un acido debole HA con una base forte. Il pH inizialmente sale, a metà titolazione il sistema è tamponato ad un pH quasi costante dal tampone HA/A^- , poi vi è il salto di pH al punto equivalente. In C è mostrata la titolazione di una base debole (come ad esempio NH_3) con un acido forte. Il pH inizialmente scende, a metà titolazione il sistema è tamponato ad un pH quasi costante dal tampone NH_3/NH_4^+ , poi vi è il salto di pH al punto equivalente. (Risposta B)

56. Come si classificano le due strutture seguenti?



- A) enantiomeri
 B) isomeri strutturali
 C) isomeri geometrici
 D) conformeri

56. Soluzione

Le molecole non possono ruotare attorno ai doppi legami, mentre, in generale possono ruotare quasi liberamente attorno ai legami singoli: basta ricordare le conformazioni eclissate e sfalsate dell'etano o quelle anti e gauche del butano. Nei dieni coniugati, il legame singolo che collega i due doppi legami non è del tutto singolo, infatti il diene è stabilizzato da forme limite di risonanza nelle quali può comparire un doppio legame tra i due carboni centrali. La rotazione, quindi, è impedita dal fatto che la risonanza obbliga i due doppi legami a stare nel piano perchè solo così i legami pi greco si sovrappongono e formano un sistema coniugato. La barriera energetica che ostacola la rotazione, però, non è molto alta e così le due conformazioni, chiamate sigma-cis e sigma-trans sono in equilibrio. Il conformero sigma-cis è meno stabile ed è presente in minor quantità, ma è il solo che può giustificare reazioni come le cicloaddizioni di Diels-Alder. (Risposta D)

57. Nella taratura di un piaccametro si deve utilizzare anche una soluzione tampone il cui pH abbia un valore prossimo a 9. Indicare quale coppia di sostanze può essere più convenientemente usata per la preparazione di tale soluzione:

- A) $HBO_2 / NaBO_2$
 B) CH_3COOH / CH_3COONa
 C) NaH_2PO_4 / Na_2HPO_4
 D) H_3PO_4 / NaH_2PO_4

57. Soluzione

Il pK_{a1} dell'acido borico è 9,14. Il pK_a di CH_3COOH è 4,74. Il pK_a di NaH_2PO_4 è 7,21. Il pK_a di H_3PO_4 è 2,12. Il solo tampone che lavora intorno a pH 9 è $HBO_2/NaBO_2$. (Risposta A)

58. Secondo la tabella dei potenziali di riduzione, quali delle seguenti specie può agire sia da ossidante che da riducente?

- A) Na^+
- B) Sn^0
- C) Hg_2^{2+}
- D) Zn^{2+}

58. Soluzione

Na^+ e Zn^{2+} possono solo ridursi formando Na e Zn metallici (A e D errate). Sn^0 può solo ossidarsi (B errata). Hg_2^{2+} può ossidarsi ad Hg^{2+} o ridursi ad Hg metallico. (Risposta C)

59. In laboratorio uno studente ha effettuato una titolazione per determinare la concentrazione di H_2SO_4 in una data soluzione. Quale delle seguenti operazioni eseguite dallo studente è ERRATA?

- A) ha utilizzato come soluzione titolante una soluzione di KOH a concentrazione nota
- B) dopo aver posto in un becher un volume noto di H_2SO_4 ha aggiunto acqua distillata
- C) nel becher contenente l'acido ha aggiunto 2 gocce di rosso di metile
- D) per eliminare le gocce di acqua distillata presenti nel becher lo ha avvinato con la soluzione di H_2SO_4

59. Soluzione

Le gocce di acqua distillata nel becher non danno problemi, infatti si può aggiungere acqua distillata al volume noto di H_2SO_4 nel becher. Invece, avvinare con la soluzione di H_2SO_4 , aggiunge una quantità non nota di acido al becher e altera il risultato della titolazione. (Risposta D)

60. Dopo aver bilanciato la seguente reazione:

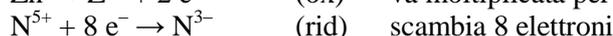


i coefficienti stechiometrici sono nell'ordine:

- A) 4, 1, 7, 6, 4, 1
- B) 3, 1, 5, 4, 3, 1
- C) 2, 1, 3, 6, 2, 1
- D) 2, 2, 2, 5, 2, 2

60. Soluzione

Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 4, sommando membro a membro, e completando il bilanciamento cominciando dalle cariche, si ottiene:



I coefficienti sono: 4, 1, 7, 6, 4, 1.

(Risposta A)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato