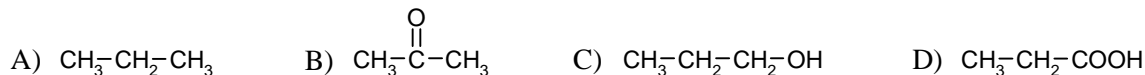


Giochi della Chimica 2017

Problemi risolti – Fase Regionale – Classi A e B

I primi 40 quesiti sono comuni alle classi A e B.

1. Osservando le strutture dei seguenti composti organici, indicare quale di essi ha lo stato di ossidazione medio più alto.



1. Soluzione

Il composto D è quello che contiene più atomi di ossigeno (2), quindi è il più ossidato. (Risposta D)
 Il composto D è un acido carbossilico. In ordine decrescente di ossidazione, vi è poi il composto B, un chetone, il composto C, un alcol, e infine il composto A, un alcano.

2. Un recipiente chiuso contiene n moli di un gas ideale. Se la pressione viene triplicata e il volume viene ridotto a due noni di quello iniziale, la temperatura:

- A) rimane costante
 B) diminuisce
 C) aumenta
 D) non si può dare una risposta a questa domanda, in mancanza di informazioni aggiuntive

2. Soluzione

Dalla legge dei gas si ricava la temperatura: $T = PV/nR$ dato che n e R sono costanti: $T = k PV$
 Se P diventa 3P e V diventa 2/9 V si ha: $T_1 = k \cdot 3P \cdot 2/9 V = 2/3 k PV$ $T_1 = 2/3 T$. (Risposta B)

3. Per aumentare la temperatura di X moli d'acqua da 25,0 °C fino a 37,0 °C è necessario fornire al sistema 905,0 J sotto forma di calore. Determinare X. Si trascuri il contributo delle dispersioni e della capacità termica del contenitore. La capacità termica specifica dell'acqua è 4,184 J K⁻¹ g⁻¹.

- A) 2,0 mol B) 3,0 mol C) 4,0 mol D) 1,0 mol

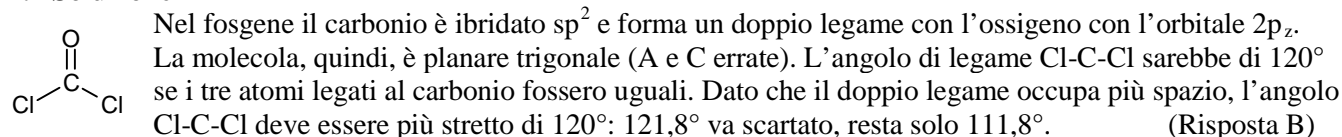
3. Soluzione

Il calore necessario per scaldare un corpo è: $Q = m c \Delta T$, da cui si ricava: $m = Q/(c \Delta T) = 905/(4,184 \cdot 12) = 18 \text{ g}$
 La massa molare di H₂O è: 18 g/mol; le moli di H₂O sono: 18/18 = 1,0 mol. (Risposta D)

4. La molecola di fosgene (COCl₂) ha geometria (posizione media relativa degli atomi):

- A) trigonale piramidale e l'angolo Cl-C-Cl è 104,4°
 B) trigonale planare e l'angolo Cl-C-Cl è 111,8°
 C) trigonale piramidale e l'angolo Cl-C-Cl è 114,4°
 D) trigonale planare e l'angolo Cl-C-Cl è 121,8°

4. Soluzione



5. L'unità di massa atomica, u, è equivalente a:

- A) 1,66 · 10⁻²⁷ g
 B) 1,66 · 10⁻²⁴ g
 C) 1,66 · 10⁻²⁴ kg
 D) 1/1836 della massa di un protone

5. Soluzione

Il numero di Avogadro è dato dal rapporto tra le due unità di misura: *grammo* e *u*: $N = g/u$
 quindi $u = g/N = 1/6,022 \cdot 10^{23} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$. (Risposta B)

6. Lo ione $^{39}\text{K}^+$ è costituito da:

- A) 20 protoni, 20 neutroni e 19 elettroni
 B) 20 protoni, 39 neutroni e 19 elettroni
 C) 19 protoni, 20 neutroni e 18 elettroni
 D) 18 protoni, 20 neutroni e 19 elettroni

6. Soluzione

$^{39}\text{K}^+$ ha numero atomico 19, quindi ha 19 protoni, 20 neutroni e un elettrone in meno di 19 (18). (Risposta C)

7. Indicare quale serie di numeri quantici è incompatibile:

- A) $n = 4$ $l = 3$ $m_l = -1$ $m_s = +1/2$
 B) $n = 1$ $l = 0$ $m_l = 0$ $m_s = +1/2$
 C) $n = 3$ $l = 3$ $m_l = -2$ $m_s = -1/2$
 D) $n = 5$ $l = 2$ $m_l = -2$ $m_s = +1/2$

7. Soluzione

Il numero quantico l può andare da 0 a $n-1$. Con $n=3$, l può valere 0, 1, 2, ma non può valere 3. (Risposta C)

8. Quale delle seguenti molecole è polare?

- A) CO_2 B) BeCl_2 C) NH_3 D) CCl_4

8. Soluzione

Anche se i singoli legami sono polari, una molecola simmetrica non è polare perché i dipoli si annullano tra loro. Le molecole CO_2 , BeCl_2 , CCl_4 sono simmetriche. Le prime due sono lineari, la terza è tetraedrica. La sola molecola non simmetrica, e quindi polare, è NH_3 piramidale a base trigonale. (Risposta C)

9. Indicare la formula ERRATA:

- A) $\text{Mg}(\text{HSO}_4)_2$ B) CaHPO_4 C) $\text{K}_2\text{H}_2\text{PO}_4$ D) NaClO

9. Soluzione

Nei sali le cariche negative degli anioni e quelle positive dei cationi devono compensarsi.

In A) HSO_4^- ha una carica negativa che, presa due volte, è compensata dalle due positive di Mg^{2+} .

In B) PO_4^{3-} ha tre cariche negative che sono compensate da Ca^{2+} e H^+ .

In D) ClO^- ha una carica negativa che è compensata da Na^+ .

Resta C) in cui PO_4^{3-} ha tre cariche negative che non compensano le 4 cariche positive: 2 K^+ e 2 H^+ . (Risposta C)

10. 14,0 g di azoto puro (N_2) sono costituiti da un numero di molecole uguale a:

- A) $6,02 \cdot 10^{23}$ B) $3,01 \cdot 10^{23}$
 C) $1,20 \cdot 10^{24}$ D) lo stesso numero di particelle contenute in 12,0 g di ^{12}C

10. Soluzione

La massa molare di N_2 è $14 + 14 = 28$ g/mol, quindi 14 g contengono mezza mole, $\text{N}/2$ molecole. (Risposta B)

11. Quanti grammi di $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ è necessario decomporre per ottenere $2,56 \cdot 10^{25}$ atomi di potassio?

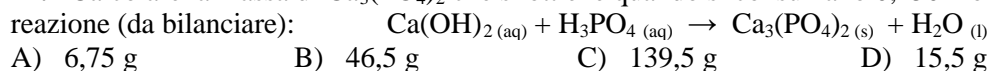
- A) $6,25 \cdot 10^3$ g B) $13,18 \cdot 10^3$ g C) $39,5 \cdot 10^3$ g D) $26,4 \cdot 10^3$ g

11. Soluzione

Le moli di potassio sono: $2,56 \cdot 10^{25}/\text{N} = 2,56 \cdot 10^{25}/6,022 \cdot 10^{23} = 42,5$ mol che sono contenute in metà moli di sale $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$: $42,5/2 = 21,25$ mol. La massa molare del sale è: $2 \cdot 39,10 + 2 \cdot 52 + 7 \cdot 16 = 294,2$ g/mol.

La massa di sale necessaria è: $m = n \cdot \text{MM} = 21,25 \cdot 294,2 = 6252$ g ($6,25 \cdot 10^3$ g). (Risposta A)

12. Calcolare la massa di $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ che si ottiene quando si consumano 0,150 mol di $\text{Ca}(\text{OH})_2$ nel corso della reazione (da bilanciare):



- A) 6,75 g B) 46,5 g C) 139,5 g D) 15,5 g

12. Soluzione

La reazione bilanciata è: $3 \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2 \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$

| | | |
|------------|------|--------|
| moli (mol) | 0,15 | 0,05 |
| MM (g/mol) | | 310,24 |
| massa (g) | | 15,5 |

Le moli di $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ sono $0,15/3 = 0,05$ mol. La massa molare è: $3 \cdot 40,08 + 2 \cdot 31 + 8 \cdot 16 = 310,24$ g/mol.

La massa di $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ è: $0,05 \cdot 310,24 = 15,5$ g. (Risposta D)

13. Determinare la formula minima di una sostanza che all'analisi elementare ha dato i seguenti valori di composizione percentuale: sodio: 18,85%; cloro: 28,69%; ossigeno : 52,46%.

- A) NaClO B) NaClO₂ C) NaClO₃ D) NaClO₄

13. Soluzione

Le moli su 100 g sono: Na ($18,85/23 = 0,82$ mol); Cl ($28,69/35,45 = 0,81$ mol); O ($52,46/16 = 3,28$ mol).

Dividendo per il valore minore si ottiene: Na ($0,82/0,81 = 1$ mol); Cl ($0,81/0,81 = 1$ mol); O ($3,28/0,81 = 4$ mol).

La formula minima è: NaClO₄.

(Risposta D)

14. L'antimonio ha massa atomica 121,760 u ed esiste in natura come miscela dei due isotopi ¹²¹Sb e ¹²²Sb. L'isotopo ¹²¹Sb ha massa 120,904 u e abbondanza naturale del 57,21%. Determinare la massa e l'abbondanza naturale dell'isotopo ¹²²Sb.

- A) 119,103 u, 42,79% B) 123,401 u, 42,79% C) 122,904 u, 53,24% D) 122,904 u, 42,79%

14. Soluzione

L'abbondanza naturale del secondo isotopo (¹²²Sb) è: $100 - 57,21\% = 42,79\%$ (C errata).

La massa atomica è la media pesata dei due isotopi puri (120,904 e x), quindi si può scrivere:

$$0,5721 \cdot 120,904 + 0,4279 x = 121,760 \quad 0,4279 x = 121,760 - 69,169 \quad \text{da cui: } x = 122,904 \text{ u. (Risposta D)}$$

15. L'ozono è una forma allotropica dell'ossigeno e ha formula O₃. Calcolare quanti atomi di ossigeno costituiscono una mole di ozono.

- A) $18,066 \cdot 10^{24}$ B) $6,022 \cdot 10^{23}$ C) $8,414 \cdot 10^{23}$ D) $18,066 \cdot 10^{23}$

15. Soluzione

Una mole di O₃ contiene 3 moli di O cioè 3N atomi: $3 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 18,066 \cdot 10^{23}$ atomi.

(Risposta D)

16. Indicare i valori di m_l compatibili con l = 3:

- A) -1/2; +1/2 B) -2; -1; 0; +1; +2 C) -3; -2; -1; 0; +1; +2; +3 D) -3; +3

16. Soluzione

l = 3 è il numero quantico degli orbitali f (l = 0, 1, 2, 3 → s, p, d, f). Ricordiamo che gli orbitali f sono 7 e corrispondono ai valori di m_l = -3; -2; -1; 0; +1; +2; +3 (da -l a +l).

(Risposta C)

17. Indicare la configurazione elettronica di Cl⁻.

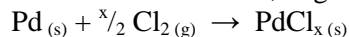
- A) [Ne] 3s² 3p⁵ B) [Ne] 3s² 3p⁶ C) [Ne] 3s² 3p⁴ D) [Ne] 3s² 3p⁸

17. Soluzione

Cl⁻ ha acquistato un elettrone per completare l'orbitale 3p e raggiungere la configurazione elettronica dell'ottetto del gas nobile successivo, Ar. La sua configurazione è quindi: [Ne] 3s² 3p⁶.

(Risposta B)

18. 3,00 g di palladio metallico reagiscono esattamente con 2,00 g di cloro molecolare secondo la seguente reazione:



Determinare la formula del cloruro PdCl_x.

- A) PdCl₅ B) PdCl₄ C) PdCl₃ D) PdCl₂

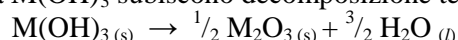
18. Soluzione

3,00 g di palladio sono $3/106,42 = 0,0282$ mol di Pd. 2,00 g di cloro sono $2/35,45 = 0,0564$ mol di Cl.

Dividendo le moli di Cl per quelle di Pd si ottiene: $0,0564/0,0282 = 2$ quindi: PdCl₂.

(Risposta D)

19. 1,51 g di un idrossido di formula M(OH)₃ subiscono decomposizione termica secondo la reazione:



Se la perdita in peso della fase solida è di 0,400 g, di quale idrossido si tratta?

- A) Al(OH)₃ B) B(OH)₃ C) V(OH)₃ D) Fe(OH)₃

19. Soluzione

Le moli di H₂O perdute sono: $0,400/18 = 0,0222$ mol. Le moli di M(OH)₃ reagite sono in rapporto 1:1,5

Moli di M(OH)₃ : $0,0222/1,5 = 0,0148$ mol. La massa molare di M(OH)₃ è: $m/n = 1,51/0,0148 = 102$ g/mol

Dato che MM di (OH)₃ è 51 g/mol, la massa molare di M è $102 - 51 = 51$ g/mol (vanadio).

(Risposta C)

20. Facendo reagire quantità equimolari di NH_3 e HBr il prodotto della reazione sarà:

- A) un sale B) un'anidride C) un ossido D) nessuno dei precedenti

20. Soluzione

La reazione è: $\text{NH}_3 + \text{HBr} \rightarrow \text{NH}_4\text{Br}$ si forma il sale bromuro di ammonio. (Risposta A)

21. Indicare le formule dei sali che si formano quando l'anione HPO_3^{2-} si lega con i cationi NH_4^+ , Ba^{2+} e Co^{3+} .

- A) NH_4HPO_3 , BaHPO_3 , $\text{Co}_2(\text{HPO}_3)_3$
 B) $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_3$, $\text{Ba}(\text{HPO}_3)_3$, $\text{Co}(\text{HPO}_3)_3$
 C) $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_3$, BaHPO_3 , $\text{Co}_2(\text{HPO}_3)_3$
 D) NH_4HPO_3 , BaHPO_3 , $\text{Co}_3(\text{HPO}_3)_3$

21. Soluzione

$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{P}}-\text{O}^-$ HPO_3^{2-} ha carica -2 , si deve legare con due ioni NH_4^+ : $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_3$ (A e D errate)
 $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{P}}-\text{O}^-$ HPO_3^{2-} si deve legare con uno ione Ba^{2+} : BaHPO_3 (risposta C).
 Anche $\text{Co}_2(\text{HPO}_3)_3$ è corretto: le cariche sono $+6$ e -6 . (Risposta C)

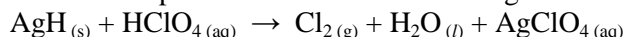
22. Quale dei seguenti composti ha maggiore carattere ionico?

- A) Fe_2S_3 B) PF_5 C) KBr D) TiCl_4

22. Soluzione

Il composto più ionico è KBr formato da un metallo alcalino e un alogeno che hanno una grande differenza di elettronegatività e possono esistere come K^+ e Br^- . (Risposta C)

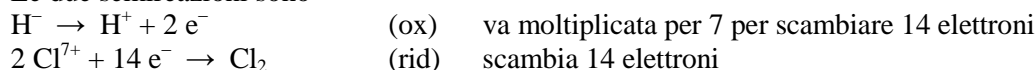
23. Indicare, nell'ordine, i coefficienti che permettono di bilanciare la seguente reazione:



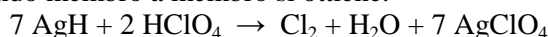
- A) 6; 9; 3; 7; 6
 B) 7; 9; 1; 8; 7
 C) 9; 7; 2; 8; 9
 D) 8; 4; 2; 7; 8

23. Soluzione

Le due semireazioni sono



Moltiplicando per 7 e poi sommando membro a membro si ottiene:



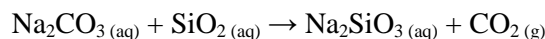
Completando il bilanciamento si ha:



I coefficienti sono: 7, 9, 1, 8, 7.

(Risposta B)

24. Facendo reagire 5,66 g di SiO_2 con un eccesso di Na_2CO_3 , la reazione che segue (da bilanciare) procede con una resa del 70,0%.



Calcolare la quantità di CO_2 che ottiene.

- A) 1,63 g B) 2,90 g C) 5,80 g D) 1,45 g

24. Soluzione

La reazione è già bilanciata: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2$

| | | | |
|--------------|--------|--------|-----------------------------|
| coefficienti | 1 | 1 | |
| moli (mol) | 0,0942 | 0,0942 | $\rightarrow (70\%) 0,0659$ |
| MM (g/mol) | 60,09 | 44 | |
| massa (g) | 5,66 | 2,90 | |

Le masse molari sono: SiO_2 ($28,09 + 32 = 60,09$ g/mol); CO_2 ($12 + 32 = 44$ g/mol)

Le moli di SiO_2 sono: $5,66/60,09 = 0,0942$ mol. Le moli teoriche di CO_2 sono le stesse, ma se ne ottiene solo il 70%: $0,0942 \cdot 0,7 = 0,0659$ mol. La massa di CO_2 è $0,0659 \cdot 44 = 2,90$ g. (Risposta B)

25. Calcolare la densità di $\text{SO}_2(\text{g})$ a 273 K e $1,01 \cdot 10^5$ Pa.

- A) 1,88 g/L B) 1,35 g/L C) 1,21 g/L D) 2,86 g/L

25. Soluzione

Dalla legge dei gas: $PV = nRT$ si ricavano le moli in un litro: $n/V = P/RT = 1/(0,0821 \cdot 273) = 0,0446$ mol/L. Massa molare di SiO_2 : $28,09 + 32 = 60,09$ g/mol. La massa in un litro è: $0,0446 \cdot 60,09 = 2,68$ g/L. (Risposta D)

26. Per determinare la concentrazione di una soluzione acquosa di HCl il cui titolo esatto è $0,1005 \pm 0,0003$ M, uno studente esegue quattro titolazioni. Dalle misure effettuate ottiene i valori che seguono:

0,1151 M; 0,1149 M; 0,1152 M; 0,1150 M. Le misure eseguite sono:

- A) accurate ma non precise B) precise ma non accurate
C) precise e accurate D) né precise né accurate

26. Soluzione

Accuratezza è il grado di corrispondenza alla misura teorica, mentre precisione è la riproducibilità della misura. Le misure sono precise (vicine tra loro) ma non accurate (si scostano dal valore esatto). (Risposta B)

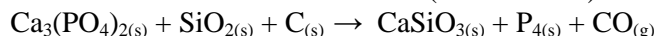
27. Un brandy ha una concentrazione di alcol etilico del 43,0% (v/v). Calcolare la concentrazione dell'alcol etilico in % (m/m), sapendo che la densità dell'alcol etilico è $0,789$ g mL^{-1} e la densità del brandy è $0,977$ g mL^{-1} .

- A) 21,5% B) 34,7% C) 45,7% D) 17,9%

27. Soluzione

Dalla definizione di densità $d = m/v$ si ricava il volume di 100 g di brandy: $v = m/d = 100/0,977 = 102,35$ mL. Di questi il 43% è alcol, quindi: $0,43 \cdot 102,35 = 44$ mL di alcol. La sua massa è: $m = v \cdot d = 44 \cdot 0,789 = 34,7$ g. Abbiamo quindi 34,7 g di alcol in 100 g di brandy: 34,7% m/m. (Risposta B)

28. Il fosforo si può preparare a 1500 °C utilizzando la reazione (da bilanciare):

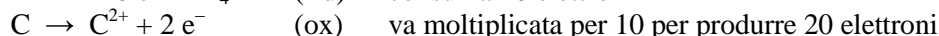
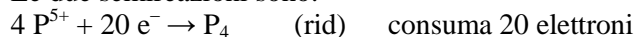


Quante moli di C occorrono per produrre 3,0 moli di P_4 ?

- A) 62 mol B) 30 mol C) 48 mol D) 21 mol

28. Soluzione

Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 10 e sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento: $2 \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6 \text{SiO}_2 + 10 \text{C} \rightarrow 6 \text{CaSiO}_3 + \text{P}_4 + 10 \text{CO}$

Il rapporto in moli C/ P_4 è 10:1 quindi servono 30 moli di carbonio per produrre 3,0 moli di P_4 . (Risposta B)

29. Quale composto contiene la più alta percentuale in peso di carbonio?

- A) $\text{BaC}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ B) CdCO_3 C) $\text{Ni}(\text{CN})_2$ D) MnCO_3

29. Soluzione

In $\text{BaC}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ci sono 2 C per 6 O, un Ba e 4 H

In CdCO_3 c'è un C per 3 O e un Cd (quindi: 2 C per 6 O e 2 Cd)

In $\text{Ni}(\text{CN})_2$ ci sono 2 C per 2 N e un Ni

In MnCO_3 c'è un C per 3 O e un Mn (quindi: 2 C per 6 O e 2 Mn)

La % maggiore è in $\text{Ni}(\text{CN})_2$: $24/(28 + 59) = 28\%$. (Risposta C)

30. Calcolare quanti L di una soluzione 0,058 M di glucosio contengono la stessa quantità di soluto presente in 0,25 L di una soluzione 0,080 M di glucosio.

- A) 0,18 L B) 0,24 L C) 0,57 L D) 0,34 L

30. Soluzione

Le moli nelle due soluzioni devono essere uguali quindi deve valere: $n = M_1 V_1 = M_2 V_2$. $V_1 = (M_2 V_2)/M_1$

$V_1 = (0,080 \cdot 0,25)/0,058 = 0,34$ L. (Risposta D)

31. La concentrazione di caffeina ($C_8H_{10}N_4O_2$) in una bevanda energetica è $1,38 \cdot 10^{-3}$ M. Qual è la concentrazione di $C_8H_{10}N_4O_2$ in % (m/v) nella bevanda?

- A) 0,027%
 B) 0,053%
 C) 0,015%
 D) 0,087%

31. Soluzione

La massa molare della caffeina è: $8 \cdot 12 + 10 + 4 \cdot 14 + 2 \cdot 16 = 194$ g/mol.

In 1 L la massa è: $194 \cdot 1,38 \cdot 10^{-3} = 0,268$ g. In 100 mL la massa è 1/10: 0,0268 g (0,027%). (Risposta A)

32. Quanta acqua occorre aggiungere a 60 g di una soluzione di $NaNO_3$ al 45% (m/m) per ottenere una soluzione al 18% (m/m) di $NaNO_3$?

- A) 10 g B) 20 g C) 90 g D) 40 g

32. Soluzione

In 60 g di soluzione ci sono: $60 \cdot 0,45 = 27$ g di $NaNO_3$. Chiamando x la quantità di acqua da aggiungere si può scrivere: $27/(60 + x) = 0,18$ $27 = 10,8 + 0,18x$ $0,18x = 16,2$ da cui: $x = 90$ g. (Risposta C)

33. Calcolare il pH di una soluzione ottenuta mescolando 50,0 mL di una soluzione acquosa di HCl 0,020 M con 10,0 mL di una soluzione acquosa di NaOH 0,060 M.

- A) 3,55 B) 4,70 C) 6,20 D) 2,17

33. Soluzione

Le moli di HCl sono: $n = M V = 0,020 \cdot 50 = 1,0$ mmol. Le moli di NaOH sono: $0,060 \cdot 10 = 0,6$ mmol.

Nella reazione HCl neutralizza NaOH e alla fine restano: $1,0 - 0,6 = 0,4$ mmol di HCl in 60 mL.

$[H^+] = [HCl] = 0,4/60 = 6,67 \cdot 10^{-3}$ M. $pH = -\log(6,67 \cdot 10^{-3}) = 2,18$. (Risposta D)

34. Indicare quale composto possiede la più alta percentuale di Si:

- A) SiO_2 B) SiC C) SiF_4 D) Si_3N_4

34. Soluzione

Il composto è SiC, quello in cui il silicio è accompagnato dalla minor quantità di altri atomi.

La percentuale di silicio è: $28,09/(28,09 + 12) = 70\%$. (Risposta B)

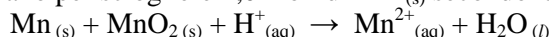
35. Calcolare le concentrazioni di ioni $Ca^{2+}_{(aq)}$ e di ioni $Mg^{2+}_{(aq)}$ in un'acqua minerale che contiene 120 mg/L di $Ca^{2+}_{(aq)}$ e 25,0 mg/L di $Mg^{2+}_{(aq)}$:

- A) $9,71 \cdot 10^{-3}$ M; $4,22 \cdot 10^{-3}$ M
 B) $7,55 \cdot 10^{-3}$ M; $3,68 \cdot 10^{-3}$ M
 C) $2,99 \cdot 10^{-3}$ M; $1,03 \cdot 10^{-3}$ M
 D) $5,74 \cdot 10^{-3}$ M; $3,35 \cdot 10^{-3}$ M

35. Soluzione

Massa molare di Ca: 40,08 g/mol, le moli in un litro sono: $(120 \cdot 10^{-3})/40,08 = 2,99 \cdot 10^{-3}$ mol/L. (Risposta C)

36. Quante moli di H^+ si consumano per sciogliere 2,0 moli di $Mn_{(s)}$ secondo la reazione (da bilanciare):



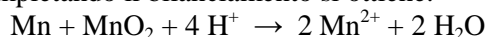
- A) 6,5 mol B) 3,7 mol C) 2,5 mol D) 8,0 mol

36. Soluzione

Le due semireazioni sono:



Sommando membro a membro e completando il bilanciamento si ottiene:



Le moli di H^+ sono il quadruplo di quelle di Mn, quindi ne servono $4 \cdot 2,0 = 8,0$ mol. (Risposta D)

37. Calcolare la molarità dell'ammoniaca in una soluzione di 100 mL ottenuta sciogliendo in H₂O 653 mL di NH_{3(g)} misurati a 293 K e 9,56 · 10⁴ Pa.

- A) 0,119 M B) 0,327 M C) 0,127 M D) 0,256 M

37. Soluzione

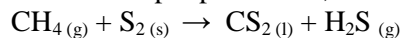
La pressione di NH₃ è 9,56 · 10⁴/1,013 · 10⁵ = 0,944 atm. Dalla legge dei gas si ricavano le moli di NH₃:

$$n = PV/RT = (0,944 \cdot 0,653)/(0,0821 \cdot 293) = 0,0256 \text{ mol di NH}_3 \text{ in 100 mL.}$$

In un litro le moli sono 10 volte di più: 0,256 mol/L.

(Risposta D)

38. Calcolare quante moli di metano si consumano per produrre 8,0 mol di H₂S_(g) secondo la reazione (da bilanciare):



- A) 2,7 mol B) 4,0 mol C) 8,3 mol D) 7,4 mol

38. Soluzione

La reazione bilanciata è: $\text{CH}_4 + 2 \text{S}_2 \rightarrow \text{CS}_2 + 2 \text{H}_2\text{S}$

Le moli di metano sono la metà di quelle di H₂S, quindi sono: 8,0/2 = 4,0 mol.

(Risposta B)

39. Una soluzione contenente 0,74 g/L di un acido organico debole HY, con K_a = 1,0 · 10⁻⁶, ha pH = 4,0. Calcolare la massa molare dell'acido.

- A) 74,0 g mol⁻¹ B) 63,8 g mol⁻¹ C) 95,4 g mol⁻¹ D) 55,3 g mol⁻¹

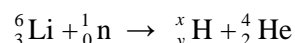
39. Soluzione

La reazione di dissociazione è: $\text{HY} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Y}^-$ K_a = [H⁺] [Y⁻]/[HY] K_a = [H⁺]²/C da cui: C = [H⁺]²/K_a

C = (10⁻⁴)²/(1,0 · 10⁻⁶) = 10⁻² mol/L. La massa molare di HY è: 0,74/10⁻² = 74 g/mol.

(Risposta A)

40. Bombardando atomi di litio con neutroni (¹₀n), si ottengono idrogeno ed elio, secondo la reazione:



Determinare i valori di x e y.

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

40. Soluzione

Per la conservazione della massa: 6 + 1 = x + 4 da cui si ricava x = 3 (risposta A)

Per la conservazione della carica: 3 + 0 = y + 2 da cui si ricava y = 1 (trizio ³₁H).

(Risposta A)

Seguono gli ultimi 20 quesiti della sola classe A

41. Un recipiente dal volume di 1,00 m³ contiene 10,0 kg di ossigeno alla pressione di 1,00 · 10⁶ Pa. Qual è la temperatura nel recipiente?

- A) 385 K B) 345 K C) 305 K D) 265 K

41. Soluzione

La pressione è: 1,00 · 10⁶/1,013 · 10⁵ = 9,87 atm. Le moli di O₂ sono: 10 · 10³/32 = 312,5 mol.

Dalla legge dei gas si ricava: T = PV/nR = (9,87 · 1000)/(312,5 · 0,0821) = 385 K.

(Risposta A)

42. Due sistemi sono in contatto attraverso una parete conduttrice di calore. Quando viene raggiunto uno stato di equilibrio essi hanno:

- A) uguale energia
B) uguale temperatura
C) uguale energia e uguale temperatura
D) uguale capacità termica

42. Soluzione

Due corpi in equilibrio termico hanno la stessa temperatura.

(Risposta B)

43. Se 13,5 g di un gas X occupano 6,87 L misurati a 273 K e a $1,01 \cdot 10^5$ Pa, qual è la sua massa molare?
 A) $65,9 \text{ g mol}^{-1}$ B) $44,0 \text{ g mol}^{-1}$ C) $56,2 \text{ g mol}^{-1}$ D) $33,4 \text{ g mol}^{-1}$

43. Soluzione

Dalla legge dei gas si ricavano le moli: $n = PV/RT = (1 \cdot 6,87)/(0,0821 \cdot 273) = 0,3065 \text{ mol}$

La massa molare è quindi: $13,5/0,3065 = 44,0 \text{ g/mol}$.

(Risposta B)

44. Calcolare il pH di una soluzione ottenuta diluendo 2,0 mL di una soluzione acquosa di HCl 12,0 M con 0,65 L di acqua (assumere i volumi additivi):

A) 1,44 B) 2,55 C) 3,21 D) 4,05

44. Soluzione

Le moli di HCl sono: $n = M V = 12,0 \cdot 2,0 = 24 \text{ mmol}$. Il volume diventa: $650 + 2 = 652 \text{ mL}$

$[H^+] = [HCl] = 24/652 = 3,68 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$; $\text{pH} = -\log(3,68 \cdot 10^{-2}) = 1,43$.

(Risposta A)

45. La concentrazione di pentano nell'aria di ambienti industriali non può superare il valore di 810 ppm. Indicare il valore limite di pentano in % (v/v):

A) 0,027% B) 0,12% C) 0,081% D) 0,22%

45. Soluzione

ppm significa parti per milione, cioè molecole ogni 10^6 molecole o mL ogni 10^6 mL.

La % v/v, invece, è mL ogni 100 mL: rispetto a ppm considera un campione più piccolo di $10^6/10^2 = 10^4$ volte.

Quindi $810/10^4 = 0,081\%$.

(Risposta C)

46. Per preparare una soluzione acquosa 1 M di NaCl si è utilizzato un matraccio da 1 L. Nell'aggiungere acqua al sale, il menisco della soluzione ha superato il livello indicato dalla tacca. Si è deciso di eliminare parte della soluzione ottenuta in modo da riportare il livello a 1000 mL. La soluzione contenuta nel matraccio avrà una concentrazione:

A) $< 1 \text{ M}$
 B) $> 1 \text{ M}$
 C) $= 1 \text{ M}$
 D) non si può dire nulla sulla concentrazione

46. Soluzione

La soluzione è stata diluita un po' troppo, quindi la concentrazione sarà $< 1 \text{ M}$.

(Risposta A)

47. La solubilità di una sostanza in acqua indica:

A) la quantità di sostanza che si scioglie in una determinata quantità di acqua
 B) la tendenza della sostanza a sciogliersi in acqua
 C) la quantità massima di sostanza che si scioglie in una determinata quantità di acqua
 D) la velocità con cui la sostanza si scioglie in acqua

47. Soluzione

La solubilità indica la quantità massima di sostanza che si scioglie in 1 L di soluzione.

(Risposta C)

48. Indicare la formula bruta del composto idrogenocarbonato di calcio.

A) CaCO_3 B) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ C) CaCO_2 D) CaH_2CO_3

48. Soluzione

Il carbonato è CO_3^{2-} , lo ione idrogenocarbonato è HCO_3^- : ce ne vogliono due per compensare le due cariche positive del Ca^{2+} , quindi il sale è $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

(Risposta B)

49. Indicare in quale delle seguenti specie l'azoto ha numero di ossidazione +5.

A) N_2 B) HNO_3 C) NO_2 D) NO_2^-

49. Soluzione

In HNO_3 lo stato di ossidazione dell'azoto ha tante cariche positive da compensare quelle negative lasciate dai 3 ossigeni e dall'idrogeno, quindi è: $3 \cdot 2 - 1 = +5$.

(Risposta B)

50. Completa la frase: gli isotopi ^{12}C e ^{14}C differiscono per
 A) due protoni B) due neutroni C) un protone e un neutrone D) due elettroni

50. Soluzione

Gli isotopi hanno lo stesso numero di protoni, infatti sono nello *stesso posto (isos topos)* della tavola periodica. Gli isotopi differiscono per il numero di neutroni: ^{14}C ha due neutroni in più di ^{12}C . (Risposta B)

51. Indicare quale delle seguenti quantità di sostanze elementari contiene il maggior numero di atomi:
 A) 56,0 g di ferro B) 46,0 g di sodio C) 100 g di platino D) 180 g di piombo

51. Soluzione

Le masse molari sono: Fe (56 g/mol); Na (23 g/mol); Pt (195 g/mol); Pb (207 g/mol).

Il numero maggiore di moli (e quindi di atomi) è in 46 g di sodio ($46/23 = 2$ mol). (Risposta B)

52. Indicare quale delle seguenti coppie di specie chimiche ha la stessa configurazione elettronica.

- A) He, I^- B) H^- , Al^{3+} C) Na, Mg^{2+} D) O^{2-} , F^-

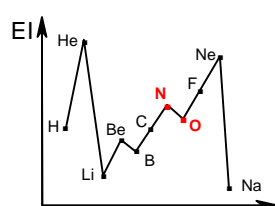
52. Soluzione

O^{2-} ed F^- hanno acquistato elettroni per completare gli orbitali 2p ed assumere la configurazione elettronica del gas nobile successivo (Ne), l'ottetto elettronico. (Risposta D)

53. L'energia di prima ionizzazione è

- A) l'energia che si libera quando un atomo cede un elettrone di valenza
 B) maggiore se l'elettronegatività dell'elemento è maggiore
 C) maggiore nei metalli alcalini che negli alogeni
 D) zero nei gas nobili

53. Soluzione



A è errata perché l'energia viene assorbita dall'atomo che si ionizza e non liberata.
 B è errata perché l'elettronegatività cresce lungo i periodi, mentre EI cresce in modo discontinuo. Per esempio, l'ossigeno ha EN maggiore dell'azoto (3,5 contro 3,1), ma ha energia di ionizzazione inferiore all'azoto a causa dell'appaiamento di elettroni nell'orbitale $2p_x$. EI, infatti, dipende anche dal riempimento degli orbitali, così l'ossigeno, che ha l'ultimo elettrone in un orbitale 2p doppiamente occupato, perde l'elettrone più facilmente dell'azoto che ha l'ultimo elettrone in un orbitale 2p semipieno.

C è errata perché, complessivamente, EI cresce lungo il periodo con l'aumentare dei protoni nel nucleo.

D è errata perché proprio i gas nobili hanno i massimi di EI. (Risposta X?)

54. Indicare l'affermazione ERRATA:

- A) il volume dell'atomo di Mg è uguale a quello dello ione Mg^{2+}
 B) l'atomo di fluoro è più piccolo dell'atomo di ossigeno e dell'atomo di cloro
 C) l'atomo di elio è il più piccolo della tavola periodica
 D) all'interno di ogni periodo, gli elementi del primo gruppo hanno il raggio atomico maggiore

54. Soluzione

A è errata perché, rispetto a Mg, Mg^{2+} attira gli elettroni più vicino al nucleo, grazie alla carica positiva in eccesso nel nucleo, ed ha quindi un volume minore. (Risposta A)

55. L'elemento con configurazione elettronica: $[\text{Ne}] 3s^2 3d^5$

- A) è un metallo di transizione
 B) è un alogeno
 C) è un elemento del terzo periodo
 D) non esiste

55. Soluzione

Nella configurazione $[\text{Ne}]$ sono già inclusi gli orbitali del secondo periodo, quindi la configurazione data doveva essere: $[\text{Ne}] 3s^2 3d^5$. In ogni caso, gli orbitali 2d non esistono: nel secondo guscio esistono solo orbitali 2s e 2p. Gli orbitali d iniziano nel terzo guscio che ha orbitali 3s, 3p e 3d. L'elemento proposto non esiste. (Risposta D)

56. Gli atomi di Al, O, e S hanno affinità elettronica AE diversa. Indicare la relazione tra i diversi valori:

- A) $AE_{(Al)} > AE_{(O)} > AE_{(S)}$
- B) $AE_{(O)} = AE_{(S)} > AE_{(Al)}$
- C) $AE_{(O)} > AE_{(S)} > AE_{(Al)}$
- D) $AE_{(S)} > AE_{(O)} > AE_{(Al)}$

56. Soluzione

In prima approssimazione, l'affinità elettronica (in valore assoluto) cresce andando verso destra nei periodi o salendo nei gruppi. Quindi $AE_{(O)} > AE_{(S)}$ (stesso gruppo); $AE_{(S)} > AE_{(Al)}$ (stesso periodo). (Risposta C)

57. Il triossido di zolfo è un'anidride. In acqua si trasforma in:

- A) acido solfidrico
- B) acido solforoso
- C) acido solforico
- D) nessuno dei tre

57. Soluzione

SO_3 in acqua si trasforma in acido solforico secondo la reazione: $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$. (Risposta C)

58. La vitamina D₃ (colecalfiferolo) viene somministrata ai pazienti carenti, in soluzione di olio d'oliva. Si può dedurre che tale vitamina è:

- A) apolare
- B) polare
- C) liquida
- D) nessuna delle tre

58. Soluzione

Dato che le sostanze si sciolgono in solventi con caratteristiche simili di polarità, la vitamina D₃ deve essere apolare come l'olio d'oliva. (Risposta A)

59. Indicare l'affermazione corretta:

- A) $KHCO_3$ è un sale
- B) $NaClO_4$ è un composto covalente polare
- C) HI è un composto covalente apolare
- D) CaO è un'anidride

59. Soluzione

$KHCO_3$ è un sale. Anche $NaClO_4$ è un sale (non è quindi covalente polare). HI è covalente polare (non è apolare) e CaO è un ossido basico (non è un'anidride). (Risposta A)

60. Indicare in quale delle seguenti specie è presente un legame covalente dativo.

- A) NH_4^+
- B) HCO_3^-
- C) CH_4
- D) N_2

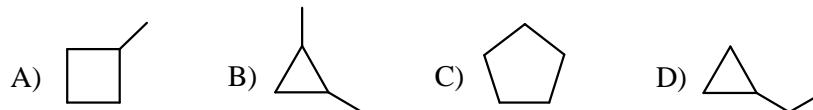
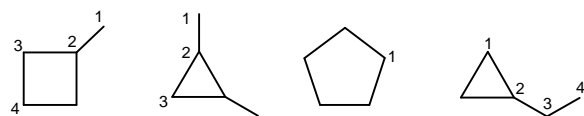
60. Soluzione

I legami covalenti dativi non esistono, sono dei normali legami covalenti. Il termine dativo si riferisce a come si può immaginare che il legame si sia formato. Si tratta di legami tra una base di Lewis (che dona un doppietto di elettroni) e un acido di Lewis (che lo accetta). NH_4^+ è un classico esempio nel quale l'azoto di NH_3 ha donato la coppia di elettroni di non legame all' H^+ per formare il quarto legame covalente.

(A rigore anche tra O^- e H^+ in HCO_3^- vi è un legame dativo...). (Risposta A?)

Qui riprendono i quesiti della classe B (41-60)

41. Quale dei seguenti cicloalcani, con formula molecolare C_5H_{12} , forma un solo prodotto di monoclorurazione quando viene riscaldato in presenza di Cl_2 ?

**41. Soluzione**

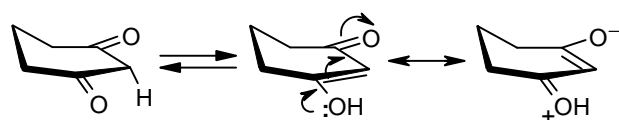
In figura sono indicati i punti dove si formano prodotti di monoclorurazione diversi.

Solo il composto C dà un solo prodotto di monoclorurazione, mentre gli altri ne danno 3 o 4. (Risposta C)

42. Le aldeidi e i chetoni con almeno un idrogeno sul carbonio α sono in equilibrio con le loro rispettive forme enoliche, e generalmente l'equilibrio è spostato verso la forma carbonilica.

Perché nel caso dell'1,3-cicloesandione, invece, l'equilibrio è spostato verso la forma enolica?

- A) la forma enolica è stabilizzata dalla coniugazione
 B) la forma enolica è stericamente meno impedita
 C) la forma enolica è stabilizzata da un legame a idrogeno intramolecolare
 D) la forma enolica ha una maggiore reattività

42. Soluzione

Il doppio legame dell'enolo è coniugato col secondo carbonile e questa risonanza stabilizza la forma enolica rispetto quella che si forma quando vi è un solo chetone, come nel cicloesانونe. (Risposta A)

43. La pressione osmotica del sangue è $7,75 \cdot 10^5$ Pa. Si vuole preparare 1,00 L di soluzione di glucosio ($C_6H_{12}O_6$) isotonica rispetto al sangue. Quanto glucosio bisogna utilizzare?

- A) 45,6 g B) 54,1 g C) 72,5 g D) 66,2 g

43. Soluzione

La pressione osmotica obbedisce alla legge dei gas $PV = nRT$ Le moli di glucosio sono quindi $n = PV/RT$

Dove $P = 7,75 \cdot 10^5/1,013 \cdot 10^5 = 7,65$ atm $n = (7,65 \cdot 1)/(0,0821 \cdot 298) = 0,3127$ mol

La massa molare del glucosio $C_6H_{12}O_6$ è: $12 \cdot 6 + 12 + 16 \cdot 6 = 180$ g/mol.

La massa del glucosio è: $0,3127 \cdot 180 = 56,3$ g. (Risposta B)

44. Un sistema adiabatico si espande da $1,0 \text{ m}^3$ a $1,3 \text{ m}^3$ contro una pressione esterna costante di $1,00 \cdot 10^4$ Pa. Qual è la variazione di energia interna?

- A) $\Delta U = -3,0$ kJ B) $\Delta U = -30$ kJ C) $\Delta U = 30$ kJ D) $\Delta U = -40$ kJ

44. Soluzione

In un sistema adiabatico non vi è scambio di calore con l'ambiente ($Q = 0$).

Per il primo principio:

$\Delta U = Q - W$ (calore assorbito - lavoro fatto) se $Q = 0$ si ha: $\Delta U = -W$ (se il sistema compie il lavoro W , si abbassa la sua energia interna). $\Delta U = -P\Delta V = -10^4 \cdot (1,3 - 1,0) = -3,0$ kJ. (Risposta A)

45. Si consideri la conversione dell'ozono in ossigeno molecolare. Se in determinate condizioni la velocità con cui si produce ossigeno è $6,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$, la velocità con cui si consuma ozono sarà:

- A) $9,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$
 B) $12,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$
 C) $6,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$
 D) $4,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$

45. Soluzione

La reazione è: $2 O_3 \rightarrow 3 O_2$ la velocità con cui si consuma O_3 è: $2/3 \cdot 6,0 \cdot 10^{-5} = 4,0 \cdot 10^{-5}$ M/s. (Risposta D)

46. Si osserva sperimentalmente che la velocità della reazione $A \rightarrow \text{Prodotti}$ non cambia se varia la concentrazione di A. Qual è l'ordine di tale reazione? Quale andamento avrà la concentrazione di A al trascorrere del tempo?

- A) primo ordine; la concentrazione di A diminuisce linearmente
 B) ordine zero; la concentrazione di A diminuisce linearmente
 C) ordine zero; la concentrazione di A non cambia
 D) primo ordine; il logaritmo della concentrazione di A diminuisce linearmente

46. Soluzione

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

$$\text{Ordine zero: } v = k \quad A_0 - A = kt \quad t_{1/2} = A_0/2k$$

$$\text{Ordine I: } v = k A \quad \ln(A_0/A) = kt \quad t_{1/2} = \ln 2 / k$$

$$\text{Ordine II: } v = k A^2 \quad 1/A - 1/A_0 = kt \quad t_{1/2} = 1/kA_0$$

Se la velocità di reazione non dipende da A, la reazione è di ordine zero ($v = k$).

La concentrazione di A diminuisce linearmente ($A_0 - A = kt$).

(Risposta B)

47. L'equilibrio di formazione dell'acqua: $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

si sposta a destra se la temperatura diminuisce. Si può quindi concludere che:

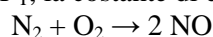
- A) la reazione ha un ΔH maggiore di zero B) la reazione è endotermica
 C) la reazione è esotermica D) non si possono trarre conclusioni in assenza di altri dati

47. Soluzione

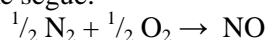
Per il principio dell'equilibrio mobile di Le Chatelier, una reazione all'equilibrio tende a contrastare ogni perturbazione del sistema. Se la reazione si sposta a destra quando la temperatura diminuisce, significa che spostandosi a destra produce più calore, quindi la reazione è esotermica.

(Risposta C)

48. Alla temperatura di 300 K e alla pressione P_T , la costante di equilibrio per la reazione:



è K_p . Se, invece, la reazione viene scritta come segue:



la costante di equilibrio sarà:

- A) $(K_p)^{1/2}$ B) K_p C) $(K_p)^2$ D) $K_p \cdot P_T$

48. Soluzione

Nel primo caso (considerando solo il numeratore) si ha: $K_p = p_{\text{NO}}^2$ Nel secondo caso: $K_2 = p_{\text{NO}}$

Quindi $K_2 = (K_p)^{1/2}$.

(Risposta A)

49. In quale soluzione vi è la concentrazione di ioni Ag^+ maggiore?

$$K_{ps}(\text{AgCl}) = 1,8 \cdot 10^{-10}; \quad K_{ps}(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 1,7 \cdot 10^{-5}; \quad K_{ps}(\text{AgCN}) = 1,2 \cdot 10^{-16}$$

- A) soluzione satura di AgCl B) soluzione satura di Ag_2SO_4
 C) soluzione 0,015 M di AgNO_3 D) soluzione satura di AgCN

49. Soluzione

$$\text{AgCl} \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \quad K_{ps} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] \quad K_{ps} = [\text{Ag}^+]^2 \quad [\text{Ag}^+] = (K_{ps})^{1/2} = (1,8 \cdot 10^{-10})^{1/2} = 1,34 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{Ag}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{Ag}^+ + \text{SO}_4^{2-} \quad K_{ps} = [\text{Ag}^+]^2 [\text{SO}_4^{2-}] \quad K_{ps} = [\text{Ag}^+]^3 \quad [\text{Ag}^+] = (K_{ps})^{1/3} = (17 \cdot 10^{-6})^{1/3} = 2,6 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{NO}_3^- \quad \text{è solubile in acqua, quindi } [\text{Ag}^+] = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ M.}$$

Dato che $K_{ps}(\text{AgCN})$ è troppo piccola, la $[\text{Ag}^+]$ maggiore si ha con Ag_2SO_4 ($2,6 \cdot 10^{-2} \text{ M}$).

(Risposta B)

50. Calcolare il pH di una soluzione ottenuta sciogliendo in acqua 0,015 mol di HCl e 0,030 mol di NaNO_2 e portando il volume a 0,50 L.

- A) 2,2 B) 3,3 C) 4,3 D) 4,9

50. Soluzione

La reazione tra HCl e NaNO_2 trasforma metà delle molecole di NaNO_2 in HNO_2 per cui alla fine si forma una soluzione tampone 1:1 con $\text{NaNO}_2/\text{HNO}_2$. Il pH di una soluzione tampone è: $\text{pH} = \text{p}K_a - \log[\text{HA}]/[\text{A}^-]$.

Se, come in questo caso, $[\text{HA}] = [\text{A}^-]$ $\log[\text{HA}]/[\text{A}^-] = 0$ quindi $\text{pH} = \text{p}K_a$.

Dalle tabelle, per HNO_2 , si ottiene: $K_a = 4,5 \cdot 10^{-4}$ quindi: $\text{pH} = \text{p}K_a = -\log 4,5 \cdot 10^{-4} = 3,35$.

(Risposta B)

51. Quanti grammi di acqua devono evaporare da 80,0 g di una soluzione al 37,0% (m/m) di KBr, per ottenere una soluzione al 55,0%?

- A) 34,3 g
B) 12,8 g
C) 11,7 g
D) 26,2 g

51. Soluzione

In 100 g di soluzione vi sono 37 g di KBr e quindi: $100 - 37 = 63$ g di H_2O .

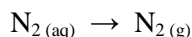
In 80 g di soluzione vi sono: $37 \cdot 0,8 = 29,6$ g di KBr e $63 \cdot 0,8 = 50,4$ g di H_2O .

Perché 29,6 g di KBr siano il 55%, devono essere scolti in $(29,6/55) \cdot 45 = 24,2$ g di H_2O .

Devono evaporare $50,4 - 24,2 = 26,2$ g di acqua.

(Risposta D)

52. Alla temperatura di 293 K, in 250 mL di soluzione acquosa sono scolti 0,019 g di $N_{2(aq)}$ nelle condizioni in cui la pressione parziale di $N_{2(g)}$ sulla soluzione è $1,01 \cdot 10^5$ Pa. Calcolare la costante (in unità Pa/M) relativa all'equilibrio:



- A) $4,11 \cdot 10^6$ Pa/M B) $1,55 \cdot 10^5$ Pa/M C) $3,73 \cdot 10^7$ Pa/M D) $8,44 \cdot 10^7$ Pa/M

52. Soluzione

In un litro di soluzione sono scolti $0,019 \cdot 4 = 0,076$ g di N_2 che corrispondono a $0,076/28 = 2,71 \cdot 10^{-3}$ mol

La K di equilibrio della reazione è: $K = P_{N_2}/M_{N_2} = 1,01 \cdot 10^5/2,71 \cdot 10^{-3} = 3,73 \cdot 10^7$ Pa/M. (Risposta C)

53. Calcolare il pH di una soluzione ottenuta mescolando: 100,0 mL di $NH_4Cl_{(aq)}$ 0,020 M con 20,0 mL di $HCl_{(aq)}$ 0,030 M e 50,0 mL di $NaOH_{(aq)}$ 0,052 M. Considerare i volumi additivi.

- A) 10,7 B) 12,5 C) 7,21 D) 9,15

53. Soluzione

In 20 mL di HCl 0,03 M le moli sono: $n = M V = 0,03 \cdot 20 = 0,6$ mmol.

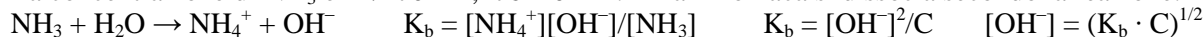
In 50 mL di $NaOH$ 0,052 M le moli sono: $n = M V = 0,052 \cdot 50 = 2,6$ mmol.

$NaOH$ viene in parte neutralizzato da HCl e restano: $2,6 - 0,6 = 2,0$ mmol di $NaOH$

In 100 mL di NH_4Cl 0,02 M le moli sono: $n = M V = 0,02 \cdot 100 = 2,0$ mmol (NH_4^+).

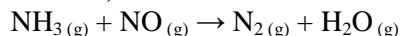
2 mmol di $NaOH$ reagiscono completamente con 2 mmol di NH_4^+ formando 2 mmol di NH_3 in 170 mL.

La concentrazione di NH_3 è $2/170 = 1,176 \cdot 10^{-2}$ M. L'ammoniaca si dissocia secondo la reazione:



$[OH^-] = (1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 1,176 \cdot 10^{-2})^{1/2} = 4,6 \cdot 10^{-4}$ M. $pOH = -\log[OH^-] = 3,34$ $pH = 10,7$. (Risposta A)

54. A 1000 K avviene la reazione (da bilanciare):



Quante moli di N_2 si ottengono se si mettono a reagire 15,3 mol di NO e 8,5 moli di NH_3 ?

- A) 12,1 mol
B) 11,2 mol
C) 13,1 mol
D) 10,6 mol

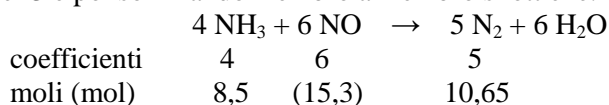
54. Soluzione

Le due semireazioni sono:

$2 N^{3-} \rightarrow N_2 + 6 e^-$ (ox) va moltiplicata per 2 per scambiare 12 elettroni

$2 N^{2+} + 4 e^- \rightarrow N_2$ (rid) va moltiplicata per 3 per scambiare 12 elettroni

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



Le moli di NO che reagiscono con 8,5 mol di NH_3 sono: $(8,5/4) \cdot 6 = 12,75$ mol. Le moli di NO sono in eccesso.

Le moli di N_2 che si formano da 8,5 mol di NH_3 sono: $(8,5/4) \cdot 5 = 10,65$ mol.

(Risposta D)

55. Mettendo a reagire 2,00 mol di N_2 con una quantità stechiometrica di H_2 , ad alta temperatura, si forma NH_3 . Calcolare il numero di moli di tutte le specie presenti alla fine della trasformazione, se la reazione ha una resa del 75%.

- A) 1,0 mol N_2 ; 3,0 mol H_2 ; 2,0 mol NH_3
 B) 0,5 mol N_2 ; 1,5 mol H_2 ; 3,0 mol NH_3
 C) 0,7 mol N_2 ; 0,21 mol H_2 ; 1,75 mol NH_3
 D) 0,25 mol N_2 ; 0,50 mol H_2 ; 3,0 mol NH_3

55. Soluzione

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

| | | | |
|---------------|-----|-----|-----|
| moli iniziali | 2,0 | 6,0 | |
| moli finali | 0,5 | 1,5 | 3,0 |

Se la resa è 75%, le moli non reagite sono il 25%.

Le moli finali di N_2 sono: $0,25 \cdot 2,0 = 0,5$ mol. Le moli finali di H_2 sono: $0,25 \cdot 6,0 = 1,5$ mol.

Le moli reagite di N_2 sono: $2,0 - 0,5 = 1,5$ mol. Le moli finali di NH_3 sono $1,5 \cdot 2 = 3,0$ mol. (Risposta B)

56. Nella struttura di Lewis dello ione NO_3^- la carica formale sull'azoto è:

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

56. Soluzione

Nello ione nitrato l'azoto fa quattro legami e quindi sta utilizzando anche il suo doppietto di non legame. Sull'azoto, invece dei normali 5 elettroni, ve ne sono solo 4, quindi l'azoto ha una carica formale positiva: +1. (Risposta B)

57. Indicare, in base alla teoria VSEPR, quale delle due specie, SF_4 e NH_4^+ , ha una geometria a cavalletto:

- A) solo SF_4
 B) solo NH_4^+
 C) ambedue le specie
 D) nessuna delle due specie

57. Soluzione

Sappiamo che NH_4^+ (come il metano CH_4) ha una struttura tetraedrica.

Analizziamo SF_4 . Lo zolfo (come l'ossigeno) ha 6 elettroni di valenza. Con 4 elettroni lega i 4 atomi di fluoro, gli restano due elettroni che formano una coppia di non legame. Le coppie da alloggiare attorno a S sono $4 + 1 = 5$ e si dispongono a bipiramide trigonale. La coppia di non legame (più ingombrante) va posta su uno dei vertici della base (angoli di 120°).

La molecola ha quindi una geometria a cavalletto. (Risposta A)

58. La reazione tra zinco e acido solforico produce solfato di zinco e idrogeno gassoso. Calcolare quanti grammi di solfato di zinco si producono se si formano 28,0 L di H_2 misurato a 273,15 K e 101,3 kPa.

- A) 202,0 g
 B) 404,0 g
 C) 606,0 g
 D) 134,7 g

58. Soluzione

La reazione è: $Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$

Dalla legge dei gas si ottengono le moli di H_2 : $n = PV/RT = (1 \cdot 28)/(0,0821 \cdot 273) = 1,25$ mol

Il rapporto in moli $H_2/ZnSO_4$ è 1:1, quindi si ottengono 1,25 moli anche di $ZnSO_4$.

La massa molare di $ZnSO_4$ è: $65,38 + 32,06 + 64 = 161,4$ g/mol

La massa di $ZnSO_4$ è: $161,4 \cdot 1,25 = 202$ g. (Risposta A)

59. 2,95 g di un miscuglio costituito unicamente da carbonato di calcio e carbonato di magnesio vengono completamente decomposti per riscaldamento. Dalla decomposizione si ottengono 750 mL di CO₂ misurati a 298 K e 101,3 kPa. Calcolare la composizione percentuale della miscela.

- A) CaCO₃ = 74,58%; MgCO₃ = 25,42%
 B) CaCO₃ = 62,64%; MgCO₃ = 37,36%
 C) CaCO₃ = 30,51%; MgCO₃ = 69,49%
 D) CaCO₃ = 78,3%; MgCO₃ = 21,7%

59. Soluzione

Le reazioni sono: CaCO₃ → CaO + CO₂ e MgCO₃ → MgO + CO₂

Le masse molari sono: CaCO₃ (40,08 + 12 + 48 = 100,08 g/mol); MgCO₃ (24,3 + 12 + 48 = 84,3 g/mol)

Dalla legge dei gas si ricavano le moli di CO₂: $n = PV/RT = (1 \cdot 0,75)/(0,0821 \cdot 298) = 0,030655$ mol

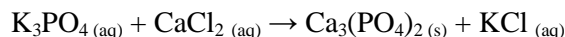
Le moli di CO₂ sono la somma delle moli dei due sali: $x = \text{moli CaCO}_3$ (0,030655 - x) = moli MgCO₃

$x \cdot MM_{\text{CaCO}_3} + (0,030655 - x) \cdot MM_{\text{MgCO}_3} = 2,95$ g $100,08 x + 84,3 (0,030655 - x) = 2,95$

$100,08 x + 2,584 - 84,3 x = 2,95$ $15,78 x = 0,366$ $x = 0,0232$ mol $0,0232 \cdot 100,08 = 2,32$ g CaCO₃

$2,32/2,95 = 78,6\%$ CaCO₃ e quindi 21,4% MgCO₃. (Risposta D)

60. Calcolare quanti grammi di Ca₃(PO₄)₂ si ottengono facendo reagire 22 g di K₃PO₄ con 12 g di CaCl₂. La reazione (da bilanciare) è:



- A) 44 g
 B) 33 g
 C) 22 g
 D) 11 g

60. Soluzione

La reazione bilanciata è: $2 \text{K}_3\text{PO}_4 + 3 \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6 \text{KCl}$

| | | | |
|--------------|----------|-------|-------|
| coefficienti | 2 | 3 | 1 |
| moli (mol) | (0,1036) | 0,108 | 0,036 |
| MM (g/mol) | 212,3 | 111 | 310,2 |
| massa (g) | 22 | 12 | 11,2 |

Le masse molari (in g/mol) sono:

K₃PO₄ (3 · 39,1 + 31 + 64 = 212,3); CaCl₂ (40,1 + 2 · 35,45 = 111); Ca₃(PO₄)₂ (120,2 + 95 · 2 = 310,2).

Le moli di K₃PO₄ sono: 22/212,3 = 0,1036 mol; le moli di CaCl₂ sono: 12/111 = 0,108 mol.

Il K₃PO₄ è in eccesso: per reagire con 0,108 mol di CaCl₂ bastano: 0,108 · (2/3) = 0,072 mol di K₃PO₄.

Quindi, CaCl₂ è il reagente limitante.

Le moli di Ca₃(PO₄)₂ sono: 0,108 · (1/3) = 0,036 mol. La sua massa è: 310,2 · 0,036 = 11,2 g. (Risposta D)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato