

Giochi della Chimica 2021

Problemi risolti – Fase regionale – Classe A (28 maggio)

1. Indicare quale tra queste reazioni è di metatesi:

- A) $2 \text{Al}_{(s)} + 6 \text{HCl} \rightarrow 3 \text{H}_{2(g)} + 2 \text{AlCl}_{3(aq)}$
 B) $\text{CaO}_{(s)} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_{2(aq)}$
 C) $\text{AgNO}_{3(aq)} + \text{NaCl}_{(aq)} \rightarrow \text{AgCl}_{(s)} + \text{NaNO}_{3(aq)}$
 D) $2 \text{HI}_{(g)} \rightarrow \text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)}$

1. Soluzione

La reazione di metatesi o di doppio scambio è quella in cui cationi di un sale si legano agli anioni dell'altro e viceversa spinti dalla formazione di un sale poco solubile (AgCl). (Risposta C)

2. Il numero massimo di elettroni che può essere contenuto in totale nei primi tre livelli elettronici è:

- A) 18 B) 30 C) 26 D) 28

2. Soluzione

Nel primo livello ci sono al massimo 2 elettroni ($1s^2$).

Nel secondo livello ci sono al massimo 8 elettroni ($2s^2 2p^6$).

Nel terzo livello ci sono al massimo 18 elettroni ($3s^2 3p^6 3d^{10}$). In totale: $2 + 8 + 18 = 28$ elettroni. (Risposta D)

3. Il numero di massa di un atomo è 18, il numero atomico è 8; i neutroni contenuti nel nucleo sono:

- A) 10 B) 18 C) 18 D) 26

3. Soluzione

Il numero di massa A è la somma di neutroni e protoni, mentre il numero atomico Z è dato dai soli protoni.

I neutroni nel nucleo sono, quindi: $n = A - Z = n + p - p = 18 - 8 = 10$. (Risposta A)

4. Un litro di CO e un litro di CO₂, nelle stesse condizioni di temperatura e pressione:

- A) hanno la stessa massa
 B) hanno masse che stanno nel rapporto 1:2
 C) contengono lo stesso numero di atomi
 D) contengono lo stesso numero di molecole

4. Soluzione

Due gas nelle stesse condizioni di V, T, P hanno lo stesso numero di moli ($n = PV/RT$). (Risposta D)

5. Sono stati ottenuti, con cinque differenti metodi, cinque campioni di un ossido di azoto; la percentuale in peso di azoto risulta essere la stessa in ognuno dei cinque campioni. Ciò costituisce una prova della legge:

- A) della conservazione della massa
 B) delle proporzioni multiple
 C) delle proporzioni definite
 D) di Avogadro

5. Soluzione

Per la legge di Proust delle proporzioni definite, un composto, di qualsiasi origine, contiene sempre gli stessi elementi nello stesso rapporto in massa. (Risposta C)

6. Indicare quanti atomi sono contenuti in 0,1 moli di ossigeno molecolare:

- A) 2 atomi
 B) $6,023 \cdot 10^{23}$ atomi
 C) $6,023 \cdot 10^{-23}$ atomi
 D) $1,205 \cdot 10^{23}$ atomi

6. Soluzione

Una molecola di O₂ contiene due atomi di ossigeno, quindi 0,1 mol di O₂ contengono 0,2 mol di atomi di O.

Quindi: $0,2 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 1,204 \cdot 10^{23}$ atomi. (Risposta D)

7. Il numero di ossidazione dello zolfo nel composto $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ è:

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

7. Soluzione

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ contiene ioni Al^{3+} e SO_4^{2-} . Le cariche formali positive di S sono uguali a quelle negative di O meno 2. Quindi: $(4 \cdot 2) - 2 = +6$. (Risposta B)

8. Il diossido di carbonio, a temperatura e pressione standard, è:

- A) aeriforme
- B) solido
- C) liquido
- D) una miscela in equilibrio solido-liquido

8. Soluzione

Il biossido di carbonio è CO_2 , un gas che si produce con la combustione di sostanze organiche e che è tra i principali responsabili dell'effetto serra. (Risposta A)

9. La formula H_2SO_3 secondo la nomenclatura IUPAC corrisponde a:

- A) acido solforico
- B) acido solforoso
- C) acido solfidrico
- D) acido metasolforico

9. Soluzione

L'acido solforico è H_2SO_4 , con un ossigeno in meno diventa H_2SO_3 , acido solforoso. (Risposta B)

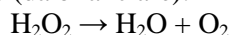
10. L'ossido di potassio, reagendo con l'acqua, forma:

- A) un sale
- B) una soluzione basica
- C) una soluzione acida
- D) non reagisce

10. Soluzione

L'ossido di potassio, K_2O , reagendo con acqua diventa idrossido di potassio, KOH , basico. (Risposta B)

11. La quantità di acqua ossigenata H_2O_2 presente in una soluzione acquosa viene spesso espressa in volumi, ovvero indicando il volume di O_2 (in L) misurato in condizioni normali che si forma quando l'acqua ossigenata si decompone completamente secondo la reazione (da bilanciare):



Sapendo che 1 L di soluzione contiene 8,5 volumi di H_2O_2 , indicare la massa dell' H_2O_2 contenuta:

- A) 26 g
- B) 13 g
- C) 20 g
- D) 8,5 g

11. Soluzione

La reazione è: $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$. Dalla legge dei gas ricaviamo le moli di O_2 in 8,5 L a 1 atm e 273 K:

$n = PV/RT = (1 \cdot 8,5)/(0,0821 \cdot 273) = 0,379$ mol. Le moli di H_2O_2 sono il doppio: $0,379 \cdot 2 = 0,758$ mol.

La massa molare di H_2O_2 è: $2 + 32 = 34$ g/mol. La massa di H_2O_2 è: $0,758 \cdot 34 = 25,8$ g. (Risposta A)

12. Un elemento possiede un'elevata affinità elettronica, quindi:

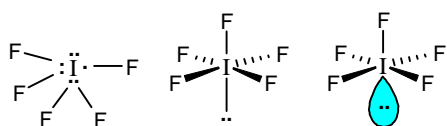
- A) tende a formare legami covalenti con ogni tipo di atomo
- B) è dotato di basso potenziale di ionizzazione
- C) non è possibile prevedere il suo comportamento in presenza di un elemento diverso
- D) è dotato di elevata elettronegatività

12. Soluzione

L'affinità elettronica indica la tendenza di un atomo a diventare ione negativo, quindi misura anche la tendenza ad attirare a sé elettroni e quindi è legata all'elettronegatività. Una delle tecniche per calcolare l'elettronegatività degli atomi parte proprio dalla loro affinità elettronica. (Risposta D)

13. Indicare la geometria molecolare di IF_5 :

- A) piramidale a base triangolare
 B) ottaedrica
 C) bipiramide trigonale
 D) piramidale a base quadrata

13. Soluzione

In base alla teoria VSEPR, la struttura di IF_5 va dedotta come segue.

Lo iodio ha 7 elettroni di valenza, 5 elettroni li usa per legare i 5 atomi di fluoro, gli restano 2 elettroni che costituiscono una coppia di non legame. Le coppie di elettroni da alloggiare attorno allo iodio sono 6 (5 di legame e 1 di non legame). Queste si dispongono verso i vertici di un ottaedro

regolare. La coppia di non legame occupa una posizione qualsiasi, per esempio quella in basso. Nelle 5 posizioni restanti si legano i 5 atomi di fluoro. La molecola è piramidale con base quadrata. (Risposta D)

14. Indicare lo ione con volume maggiore tra i seguenti: Cl^- , K^+ , S^{2-} , Ca^{2+}

- A) Cl^- B) K^+ C) S^{2-} D) Ca^{2+}

14. Soluzione

S^{2-} , Cl^- , K^+ , Ca^{2+} sono ioni isoelettronici con la configurazione del gas nobile Ar. Il più voluminoso è il più negativo, S^{2-} , perchè ha un numero minore di protoni nel nucleo per attirare gli stessi elettroni. (Risposta C)

15. Una bimba va spesso dal dentista a causa delle numerose carie, perché è golosa di dolci. I dentifrici al fluoro proteggono dalla carie perché possono trasformare l'idrossiapatite $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ dello smalto dei denti nella più insolubile e resistente fluoroapatite $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$, un sale costituito da ioni Ca^{2+} , F^- , e PO_4^{3-} . Indicare il numero di particelle che compongono 1,57 kg di fluoroapatite.

- A) $7,12 \cdot 10^{20}$ particelle
 B) $1,88 \cdot 10^{24}$ particelle
 C) $6,02 \cdot 10^{24}$ particelle
 D) nessuna delle precedenti è corretta

15. Soluzione

La massa molare di $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ è: $5 \cdot 40 + 3 \cdot 31 + 12 \cdot 16 + 19 = 504$ g/mol. Ogni molecola contiene 9 ioni.

Le moli di fluoroapatite sono: $1570/504 = 3,115$ mol. Le moli di ioni sono: $3,115 \cdot 9 = 28,0$ mol.

Il numero di ioni è: $28 \cdot N = 28 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 1,69 \cdot 10^{25}$ ioni. (nessuna delle risposte).

Quindi, forse, il termine particelle stava per "molecole di fluoroapatite" o meglio "unità di formula" ...

Il numero di molecole di fluoroapatite è: $3,115 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 1,88 \cdot 10^{24}$ formule. (Risposta B)

16. Indicare l'affermazione ERRATA tra le seguenti:

- A) il legame singolo Si-Cl è più polare del legame singolo C-Cl
 B) il legame singolo C-S è meno polare del legame singolo S-Br
 C) il legame singolo C-O è più polare del legame singolo P-O
 D) il legame singolo C-O è meno polare del legame singolo P-O

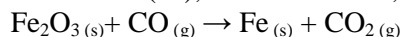
16. Soluzione

Le due risposte C e D sono opposte, una delle due deve essere errata.

Il carbonio è meno elettronegativo dell'azoto (2,5 contro 3,0). Anche il fosforo è meno elettronegativo dell'azoto (2,2? contro 3,0). Le elettronegatività di P e C sono così vicine che, a memoria, è rischioso rispondere.

Se il fosforo è meno elettronegativo del carbonio, allora C-O è meno polare di P-O. (Risposta D?)

17. Il ferro metallico si ottiene dall'ossido di ferro (III), o ossido ferrico, secondo la reazione (da bilanciare):

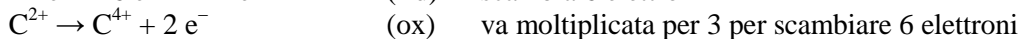


Indicare quanti kg di ferro si possono ottenere da 100,0 kg di Fe_2O_3 e da 50,0 kg di $\text{CO}(\text{g})$ se la resa della reazione è del 67%

- A) 44,5 kg B) 80,1 kg C) 100,0 kg D) 36,0 kg

17. Soluzione

Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 3 e sommando membro a membro si ottiene:

	Fe_2O_3	+ 3 CO	\rightarrow	2 $\text{Fe}(\text{s})$	+ 3 $\text{CO}_2(\text{g})$
Moli (mol)	(626,2)	1785,7		1190,4	
MM (g/mol)	159,7	28		55,85	
Massa (kg)	10	50		66,49	

La massa molare di Fe_2O_3 è: $2 \cdot 55,85 + 48 = 159,7$ g/mol. Le moli di Fe_2O_3 sono: $100000/159,7 = 626,2$ mol

La massa molare di CO è: $12 + 16 = 28$ g/mol. Le moli di CO sono: $50000/28 = 1785,7$ mol

Le moli di CO sono in difetto infatti consumano solo: $1785,7 / 3 = 595$ mol di Fe_2O_3 .

Le moli di Fe prodotte sono: $1785,7 \cdot (2/3) = 1190,4$ mol. La massa di Fe è: $1190,4 \cdot 55,85 = 66,49$ kg

Considerando una resa del 67%, la massa di Fe è: $66,49 \cdot 0,67 = 44,5$ kg. (Risposta A)

18. Nella tavola periodica degli elementi il potenziale di ionizzazione lungo un gruppo:

- A) cresce progressivamente
 B) decresce progressivamente
 C) decresce nei primi due gruppi, cresce negli altri
 D) decresce nei primi due gruppi, poi resta invariato.

18. Soluzione

L'energia di prima ionizzazione decresce lungo i gruppi a causa della sempre maggiore lontananza dell'elettrone esterno che deve essere perso perchè l'atomo diventi uno ione positivo. (Risposta B)

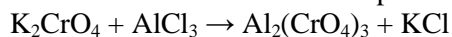
19. Indicare quale serie di numeri quantici è incompatibile:

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

19. Soluzione

Nella sequenza D, il numero quantico l non può essere 5 perchè l può assumere solo valori interi compresi tra zero e $n-1$. Quindi con $n = 5$, i valori di l possono essere 0, 1, 2, 3, 4 (s, p, d, f, g). (Risposta D)

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



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

20. Soluzione

La reazione è di doppio scambio: $3 \text{K}_2\text{CrO}_4 + 2 \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{CrO}_4)_3 + 6 \text{KCl}$. (Risposta C)

21. Un gas a comportamento ideale è contenuto in un recipiente chiuso da un setto scorrevole (cilindro-pistone) costituito da pareti adiabatiche. Il gas, inizialmente in equilibrio termodinamico, viene fatto espandere diminuendo lentamente la pressione esercitata sul pistone, fino a raggiungere un nuovo equilibrio. La temperatura del gas...

- A) rimane costante B) diminuisce C) aumenta D) i dati sono insufficienti

21. Soluzione

In un'espansione adiabatica, la temperatura del gas diminuisce. Nel diagramma P,V, la curva di un'adiabatica ($PV^\gamma = k$) scende più ripida di un'isoterma ($PV = k$) e si porta rapidamente a T minori. (Risposta B)

22. Un blocco di ferro di massa 4 kg alla temperatura di 20 °C viene messo in contatto con un blocco di alluminio di massa 3 kg alla temperatura di 65 °C. I due blocchi di metallo possono scambiare calore soltanto tra loro. Quale temperatura sarà raggiunta all'equilibrio? La capacità termica specifica del ferro è $460 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$, mentre quella dell'alluminio è $880 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ e si considerano indipendenti dalla temperatura.

- A) 40,0 °C
 B) 42,5 °C
 C) 45,0 °C
 D) 46,5 °C

22. Soluzione

Il calore Q_A ceduto dall'alluminio è uguale al calore Q_F assorbito dal ferro. Quindi: $m_A c_A \Delta T_A = m_F c_F \Delta T_F$
 Chiamando x la T di equilibrio si ha: $3 \cdot 880(65-x) = 4 \cdot 460(x-20)$ da cui: $17160 - 264x = 184x - 3680$
 $448x = 20840$ da cui: $x = T_{\text{equilibrio}} = 46,5 \text{ °C}$. (Risposta D)

23. L'acqua è caratterizzata da:

- A) valori alti di calore specifico ed entalpia di fusione
 B) valore alto di calore specifico e valore basso di entalpia di fusione
 C) valore basso di calore specifico e valore alto di entalpia di fusione
 D) valori bassi di calore specifico ed entalpia di fusione

23. Soluzione

I legami a idrogeno dell'acqua le danno valori elevati sia di calore specifico sia di ΔH di fusione. (Risposta A)

24. Le lamine di ferro vengono protette dall'ossidazione atmosferica con un rivestimento di zinco metallico (ferro zincato). Qual è la funzione dello $\text{Zn}_{(s)}$?

- A) $\text{Zn}_{(s)}$ non viene ossidato dall'ossigeno
 B) $\text{Zn}_{(s)}$ si ossida dopo il $\text{Fe}_{(s)}$
 C) $\text{Zn}_{(s)}$ si ossida prima del $\text{Fe}_{(s)}$
 D) $\text{Zn}_{(s)}$ forma una lega con il $\text{Fe}_{(s)}$

24. Soluzione

Lo Zn si ossida prima del Fe e così cede al ferro gli elettroni che gli impediscono di ossidarsi. Inoltre, lo zinco forma in superficie una patina di ossido che lo protegge da ulteriori ossidazioni. (Risposta C)

25. La soluzione fisiologica in vendita nelle farmacie è una soluzione acquosa allo 0,9% di NaCl ed ha la stessa pressione osmotica del sangue (isotonica). Indicare quale concentrazione di glucosio ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) fornisce una soluzione isotonica con il sangue.

- A) 0,31 M
 B) 0,11 M
 C) 0,28 M
 D) 0,45 M

25. Soluzione

La massa molare di NaCl è: $23 + 35,45 = 58,45$; In un litro i grammi di NaCl sono $0,9 \cdot 10 = 9 \text{ g}$.
 In 9 g le moli di NaCl sono: $9/58,45 = 0,154 \text{ mol}$. NaCl produce due ioni, le moli totali sono: $0,154 \cdot 2 = 0,308 \text{ mol}$.
 Una soluzione isotonica deve contenere 0,308 moli di glucosio su litro cioè deve essere 0,31 M. (Risposta A)

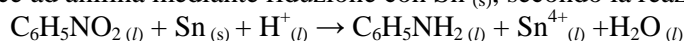
26. Il lievito artificiale utilizzato in cucina è costituito da una miscela di $\text{NaHCO}_3_{(s)}$ e $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2_{(s)}$.
 Alla temperatura di 160 °C, indicare i prodotti della lievitazione.

- A) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_3\text{PO}_4$
 B) $\text{CO}_2 + \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
 C) $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{PO}_4^{3-}$
 D) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{PO}_4$

26. Soluzione

La reazione è: $2 \text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{CaHPO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CaHPO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$
 I prodotti della decomposizione termica del lievito sono: CO_2 , HPO_4^{2-} , H_2O . (Risposta B)

27. Il nitrobenzene si riduce ad anilina mediante riduzione con Sn_(s), secondo la reazione (da bilanciare):

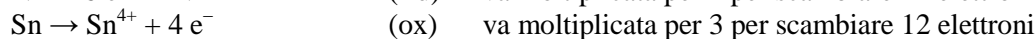
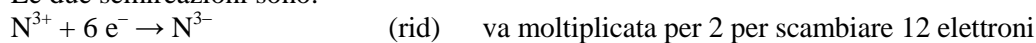


Quante moli di Sn occorrono per ridurre 2 moli di nitrobenzene?

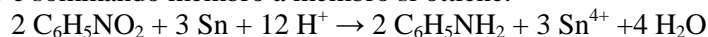
- A) 5,5 mol B) 3,0 mol C) 3,8 mol D) 1,5 mol

27. Soluzione

Le due semireazioni sono:



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



Servono 3 moli di Sn per ridurre 2 moli di nitrobenzene.

(Risposta B)

28. L'aceto di vino commerciale ha una concentrazione di acido acetico (CH₃COOH) del 6,0% (m/m) (densità 1,020 g mL⁻¹). Calcolare la concentrazione molare dell'acido acetico.

- A) 1,02 M B) 0,85 M C) 1,21 M D) 0,77 M

28. Soluzione

La massa molare di CH₃COOH è: 12 · 2 + 4 + 16 · 2 = 60 g/mol. Un litro di aceto pesa: 1000 · 1,020 = 1020 g e contiene: (6,0/100) · 1020 = 61,2 g/L di acido acetico. La concentrazione è: 61,2/60 = 1,02 M. (Risposta A)

29. Una bombola di acetilene di 10,0 L, alla pressione di 150,0 · 10⁵ Pa ed alla temperatura di 290,0 K, a causa di una perdita nel manometro, si svuota accidentalmente fino ad una pressione nella bombola di 100,0 · 10⁵ Pa. La stanza del laboratorio in cui si trova la bombola ha una superficie di 42 m² ed un'altezza di 2,9 m (a forma di parallelepipedo). Calcolare la concentrazione del gas nella stanza (in g/m³).

- A) 6,51 g/m³ B) 4,43 g/m³ C) 2,95 g/m³ D) 8,17 g/m³

29. Soluzione

La pressione iniziale era: 150,0/1,013 = 148 atm. La pressione finale è: 100/1,013 = 98,7 atm.

Le moli di acetilene nella bombola iniziale sono: n = PV/RT = (148 · 10)/(0,0821 · 290) = 62,16 mol.

Le moli rimaste sono: n = PV/RT = (98,7 · 10)/(0,0821 · 290) = 41,45 mol.

Le moli fuoruscite sono: 62,16 – 41,45 = 20,7 mol. La massa molare di acetilene, C₂H₂, è: 24 + 2 = 26 g/mol.

La massa uscita è: 26 · 20,7 = 538 g. La concentrazione è: 538/(42 · 2,9) = 4,42 g/m³. (Risposta B)

30. Il contenuto di azoto organico in un alimento si determina trasformandolo in NH_{3(g)}. Sapendo che da 10,53 g di farina si ottengono 0,016 mol di NH_{3(g)} determinare la percentuale di azoto organico (espresso come % di N).

- A) 8,1% B) 4,3% C) 5,7% D) 2,1%

30. Soluzione

Le moli di NH₃ in 100 g di farina sono: (0,016/10,53) · 100 = 0,152 mol.

La massa di N in 100 g di farina è 0,152 · 14 = 2,13 g cioè 2,1%. (Risposta D)

31. Un'acqua minerale contiene una concentrazione di As pari a 9,50 µg/L. Se si assumono 1,50 L di acqua al giorno, calcolare la quantità di As (in mg) ingerita in 1 anno (365 giorni).

- A) 7,21 mg B) 2,85 mg C) 5,20 mg D) 9,64 mg

31. Soluzione

La quantità di As assunta in un anno è: 0,0095 · 1,5 · 365 = 5,20 mg.

(Risposta C)

32. L'acqua distillata a 323 K ha un pH = 6,63. Calcolare il prodotto ionico dell'acqua a questa temperatura.

A) 9,1 · 10⁻¹⁴

B) 1,3 · 10⁻¹³

C) 5,5 · 10⁻¹⁴

D) 7,4 · 10⁻¹³

32. Soluzione

[H⁺] = 10^{-pH} = 10^{-6,63} = 2,34 · 10⁻⁷ M. Dato che: [OH⁻] = [H⁺] si ha: K_w = [H⁺] [OH⁻] = [H⁺]².

K_w = (2,34 · 10⁻⁷)² = 5,5 · 10⁻¹⁴.

(Risposta C)

33. Quanti mL di HCl 0,150 M si devono aggiungere a 3,50 g di NaNO₂ ($K_{a\text{HNO}_2} = 4,5 \cdot 10^{-4}$) per ottenere una soluzione con pH = 4,10 e con un volume finale di 500,0 mL ? (Considerare i volumi additivi)

- A) 75,3 mL B) 84,8 mL C) 67,3 mL D) 51,1 mL

33. Soluzione

Il pK_a di HNO₂ è $= -\log(4,5 \cdot 10^{-4}) = 3,347$. Il pH di una soluzione tampone è: $\text{pH} = pK_a - \log[\text{HA}]/[\text{A}^-]$ da cui: $\log[\text{HA}]/[\text{A}^-] = pK_a - \text{pH} = 3,347 - 4,10 = -0,753$ Da cui: $[\text{A}^-]/[\text{HA}] = 10^{0,753} = 5,665$.

La massa molare di NaNO₂ è: $23 + 14 + 32 = 69$ g/mol. Le moli di NaNO₂ sono: $3,50/69 = 50,7$ mmol.

Se chiamiamo x le mmoli da aggiungere di HCl si ha: $[\text{HA}] = x$ e $[\text{A}^-] = 50,7 - x$

quindi $[\text{A}^-]/[\text{HA}] = (50,7 - x)/x = 5,665$ da cui: $50,7 - x = 5,665x$ $x = 50,7/6,665 = 7,6$ mmol.

Il volume di HCl è: $V = n/M = 7,6/0,150 = 50,7$ mL. (Risposta D)

34. In quali condizioni di pH l'ossigeno disciolto in una soluzione acquosa mostra un potere ossidante maggiore?

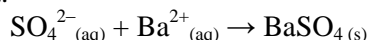
- A) soluzione acida
B) soluzione neutra
C) soluzione basica
D) non dipende dal pH

34. Soluzione

La semireazione di O₂ è: $\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$.

Una maggior concentrazione di H⁺ spinge la reazione a destra e rende O₂ più ossidante. (Risposta A)

35. Una soluzione di H₂SO₄ viene analizzata per determinarne il titolo, aggiungendo una soluzione 1 M di BaCl₂. Si verifica la reazione quantitativa:



Sapendo che da 80,0 mL di soluzione si ottengono 0,235 g di solido, calcolare il pH della soluzione di H₂SO₄.

- A) 1,55 B) 1,84 C) 1,33 D) 1,40

35. Soluzione

La massa molare di BaSO₄ è: $137,33 + 32 + 64 = 233,3$ g/mol. Le moli di BaSO₄ sono: $0,235/233,3 = 1,007$ mmol.

La concentrazione di H₂SO₄ è: $1,007/80 = 1,26 \cdot 10^{-2}$ M. Il pK_a di HSO₄⁻ è 1,92.

Se immaginiamo che H₂SO₄ liberi un solo H⁺, si ottiene: $\text{pH} = -\log(1,26 \cdot 10^{-2}) = 1,9$

Se calcoliamo con esattezza il pH considerando che il secondo H⁺ ha $pK_a = 1,92$, si ottiene: $\text{pH} = 1,75$

Se calcoliamo il pH considerando la dissociazione totale, si ha: $\text{pH} = -\log(2 \cdot 1,26 \cdot 10^{-2}) = 1,6$. (Risposta X?)

36. La concentrazione di un metallo in una lega si può esprimere in carati (k). 1 carato corrisponde ad 1 g su 24 g di lega. Una lega di oro-rame con 18,0 k in oro, quale percentuale (m/m) di oro contiene?

- A) 62% B) 75% C) 58% D) 81%

36. Soluzione

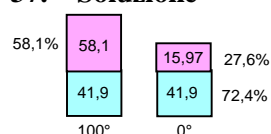
La lega contiene 18 g di Au e 6 g di Cu. La % di Au è $18/24 = 75\%$.

(Risposta B)

37. Sapendo che la solubilità di KCl a 100 °C è 58,1% ed a 0 °C è 27,6%, calcolare la resa di cristallizzazione dopo raffreddamento a 0 °C (cioè la % del solido cristallizzato rispetto al solido iniziale disciolto).

- A) 48,7%
B) 59,4%
C) 52,5%
D) 45,9%

37. Soluzione



In 100 g della soluzione a 100 °C vi sono 58,1 g di KCl e $100 - 58,1 = 41,9$ g di H₂O.

Dopo che la soluzione è stata raffreddata a 0 °C, una quantità x di KCl precipita.

La soluzione fredda è formata dal KCl residuo sciolto in 41,9 g di H₂O.

Il KCl è il 27,6% della soluzione fredda, l'acqua è il $100 - 27,6 = 72,4\%$.

Dato che l'acqua pesa 41,9 g, il KCl residuo pesa: $(41,9/72,4) \cdot 27,6 = 15,97$ g.

Il KCl estratto è $58,1 - 15,97 = 42,13$ g. La % cristallizzata è: $42,13/58,1 = 72,5\%$. (Risposta X?)

38. In un reattore industriale di 10 L, alla temperatura di 30 °C è presente una miscela costituita da:

11,5 g di N_{2(g)}, 18,7 g di O_{2(g)} e 31,4 g di CH_{4(g)}. Calcolare la % (v/v) di CH_{4(g)}.

- A) 58% B) 66% C) 49% D) 51%

38. Soluzione

Le moli di N₂ sono: $11,5/28 = 0,411$ mol. Moli di O₂: $18,7/32 = 0,584$ mol. Moli di CH₄: $31,4/16 = 1,963$ mol.

La % in volume è uguale a quella in moli: % di CH₄ = $1,962/(0,411 + 0,584 + 1,963) = 66\%$. (Risposta B)

39. L'umidità relativa rappresenta il rapporto tra l'umidità reale e l'umidità massima (satura) ad una data temperatura. A 24 °C l'umidità massima è 21,6 mg/L di vapor d'acqua. Calcolare la concentrazione del vapor d'acqua (in mg/L) in un ambiente con il 61,0% di umidità relativa.

- A) 18,4 mg/L B) 21,7 mg/L C) 13,2 mg/L D) 27,9 mg/L

39. Soluzione

La quantità di vapor d'acqua a 24 °C con il 61% di umidità relativa è $21,6 \cdot 0,61 = 13,2$ mg/L. (Risposta C)

40. Indicare l'osservazione ERRATA sull'etanolo (CH₃CH₂OH):

- A) il numero di ossidazione medio del carbonio è 2
 B) è un liquido in condizioni normali
 C) è un alcol secondario
 D) è in grado di formare legami a idrogeno

40. Soluzione

Il carbonio alchilico ha n.o. -3, il carbonio alcolico ha n.o. -1. Il n.o. medio è -2 (non è 2).

Gli alcoli vengono classificati primari, secondari o terziari a seconda del tipo di carbonio che regge l'OH (primario, secondario o terziario). Nell'etanolo, l'OH è legato ad un carbonio primario, quindi è un alcol primario. Nelle ammine, invece, la classificazione è fatta in base alla sostituzione dell'azoto amminico. Due molecole simili come l'alcol terzbutilico (alcol terziario) e la terzbutilammina (ammina primaria terzalchilica) possono chiarire la convenzione. (Risposta A e C)

41. Indicare quale carica ha un sistema formato da 7 protoni, 7 neutroni e 6 elettroni:

- A) -1 B) 0 C) +1 D) +7

41. Soluzione

Se i protoni (+) sono uno in più degli elettroni (-), la carica dello ione è +1. (Risposta C)

42. Elementi che hanno lo stesso numero di elettroni nella configurazione elettronica esterna:

- A) hanno la stessa affinità elettronica
 B) hanno la stessa energia di ionizzazione
 C) fanno parte dello stesso gruppo della tavola periodica
 D) occupano lo stesso periodo della tavola periodica

42. Soluzione

Due elementi diversi, che hanno lo stesso numero di elettroni nella configurazione elettronica esterna, fanno parte dello stesso gruppo della tavola periodica, come C (2s² 2p²) e Si (3s² 3p²) entrambi del gruppo 14. (Risposta C)

43. Aprendo la lattina di una bibita gassata si forma, nelle immediate vicinanze dell'apertura, una "nebbiolina". Ciò è dovuto:

- A) all'anidride carbonica che si libera e si rende evidente
 B) all'espansione improvvisa del vapor d'acqua, che condensa
 C) all'espansione della CO₂, che produce un abbassamento della temperatura con condensazione del vapor d'acqua
 D) alla formazione di un aerosol della bibita, dovuto allo scuotimento della lattina e all'improvvisa apertura.

43. Soluzione

Il gas nella lattina, soprattutto CO₂, è saturo di vapor d'acqua. Quando la lattina viene aperta, il gas si espande rapidamente e si raffredda. Il vapor d'acqua diventa soprassaturo e condensa formando la nebbiolina. (Risposta C)

44. Le molecole di ossigeno sciolte in acqua interagiscono con le molecole di solvente tramite interazioni di tipo:

- A) legame a idrogeno
- B) dipolo permanente-dipolo permanente
- C) dipolo indotto-dipolo indotto
- D) dipolo permanente-dipolo indotto

44. Soluzione

Le molecole di H_2O hanno un dipolo permanente dovuto ai due legami polari O–H angolati.

Le molecole di O_2 sono apolari, però possono formare un dipolo indotto se si avvicinano alla carica elettrica del dipolo dell'acqua. Il legame tra le due molecole, quindi, è dipolo permanente-dipolo indotto. (Risposta D)

45. Calcolare la composizione percentuale in massa di H_3PO_4 .

- A) 3,061% H; 31,63% O; 65,3% P
- B) 3,061% H; 65,3% O; 31,63% P
- C) 6,122% H; 61,969% O; 31,63% P
- D) 6,122% H; 31,63% O; 61,969% P

45. Soluzione

La massa molare di H_3PO_4 è: $3 + 31 + 64 = 98$ g/mol.

La % dei tre atomi è circa: 3% (H), 31% (P), 64% (O).

(Risposta B)

46. Indicare la formula del carbonato di alluminio.

- A) $Al(CO_3)_3$
- B) $Al(HCO_3)_3$
- C) $Al_2(CO_3)_3$
- D) $Al_3(CO_3)_2$

46. Soluzione

Lo ione alluminio è Al^{3+} , lo ione carbonato è CO_3^{2-} , quindi il sale è $Al_2(CO_3)_3$ (+6/–6).

(Risposta C)

47. I due nuclidi 14 e 12 del carbonio si distinguono perché il primo possiede:

- A) due neutroni in più
- B) due protoni in più
- C) due nucleoni in meno
- D) due elettroni in meno

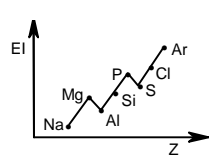
47. Soluzione

^{14}C e ^{12}C sono *isotopi*, cioè si trovano *nello stesso posto* della tavola periodica, infatti, essendo carboni, hanno 6 protoni, ma si differenziano per il numero di neutroni (8 il primo e 6 il secondo). (Risposta A)

48. Disporre in ordine crescente di energia di prima ionizzazione i seguenti elementi: Na, Mg, Al, Si.

- A) Si, Mg, Al, Na
- B) Na, Al, Si, Mg
- C) Na, Mg, Al, Si
- D) Na, Al, Mg, Si

48. Soluzione



Questi sono elementi consecutivi del 3° periodo ($Z = 11, 12, 13, 14$). L'energia di ionizzazione aumenta lungo il periodo, ma con piccole discontinuità. Aumenta da Na a Mg, poi diminuisce leggermente con Al (l'elettrone su Al è più facile da strappare a causa della schermatura degli elettroni 3s sui 3p), poi aumenta ancora con Si e P.

La sequenza, quindi, è: Na, Al, Mg, Si.

(Risposta D)

Vi è poi un'altra discontinuità con S che deve occupare l'orbitale $3p_x$ con due elettroni.

49. Nella molecola NH_3 l'atomo di azoto mette in compartecipazione con ciascun atomo di H:

- A) un elettrone
- B) due elettroni
- C) tre elettroni
- D) nessuna delle precedenti

49. Soluzione

In NH_3 , i legami covalenti N–H si realizzano con N e H che mettono in compartecipazione ognuno un elettrone per realizzare una coppia di elettroni di legame. (Risposta A)

50. Indicare la configurazione elettronica del molibdeno:

- A) $[\text{Ar}] 4s^2 3d^{10} 4p^2$
 B) $[\text{Kr}] 5s^1 4d^5$
 C) $[\text{Kr}] 5s^2 4d^5$
 D) nessuna delle precedenti è corretta

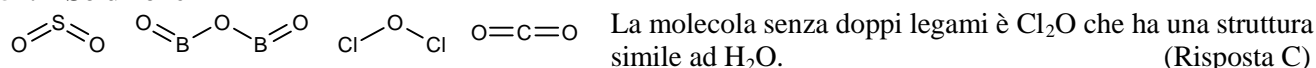
50. Soluzione

Il molibdeno è l'elemento 42 nel 5° periodo, ha il guscio interno del gas nobile precedente, Kr, e inoltre deve alloggiare altri 6 elettroni. Potrebbe avere la configurazione $[\text{Kr}] 5s^2 4d^4$, ma la schermatura degli elettroni 4d destabilizza l'orbitale 5s così il molibdeno trova più conveniente occupare con un singolo elettrone tutti gli orbitali 5s e 4d: $[\text{Kr}] 5s^1 4d^5$. (Risposta B)

51. Indicare la molecola che, secondo la teoria VSEPR, non presenta legami doppi:

- A) SO_2 B) B_2O_3 C) Cl_2O D) CO_2

51. Soluzione



52. Indicare la coppia di specie che hanno la stessa configurazione elettronica:

- A) Cl^- , N^{3-} B) Cl^- , Na^+ C) O^{2-} , Cl^- D) O^{2-} , Al^{3+}

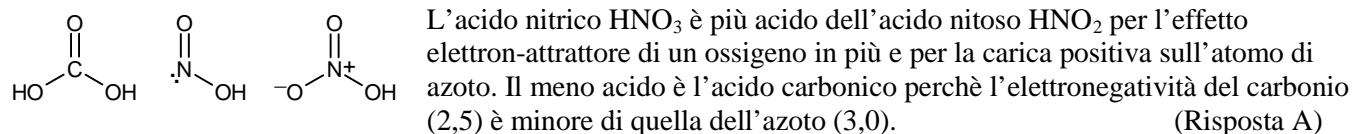
52. Soluzione

${}^8\text{O}^{2-}$ e ${}_{13}\text{Al}^{3+}$ hanno entrambi la configurazione elettronica del gas nobile ${}_{10}\text{Ne}$. (Risposta D)

53. Elencare l'acido nitrico, l'acido nitroso e l'acido carbonico in ordine di acidità crescente:

- A) H_2CO_3 , HNO_2 , HNO_3
 B) H_2CO_3 , HNO_3 , HNO_2
 C) HNO_2 , H_2CO_3 , HNO_3
 D) HNO_3 , HNO_2 , H_2CO_3

53. Soluzione



54. Individuare l'affermazione ERRATA riguardante il legame covalente:

- A) può essere semplice, doppio, o triplo
 B) non è direzionale
 C) può essere polarizzato e non polarizzato
 D) si instaura tra elementi con piccole differenze di elettronegatività

54. Soluzione

Il legame covalente è direzionale, se l'angolo di legame è costretto a stringersi o ad allargarsi la molecola è instabile a causa di una certa tensione angolare come nel ciclopropano nel quale il carbonio è costretto ad avere angoli di legame di 60° invece dei normali 109° del metano tetraedrico. (Risposta B)

55. L'isotopo 18 del fluoro (fondamentale in medicina nella tomografia a emissione di positroni, PET) decade con processo β^+ con tempo di dimezzamento ($t_{1/2}$) di 109,7 min. Supponendo di avere inizialmente 1 mol di ${}^{18}\text{F}$, indicare la massa di ${}^{18}\text{F}$ ancora presente dopo 5 h.

- A) si consuma tutto B) 2,500 g C) 1,250 g D) 5,000 g

55. Soluzione

5 ore sono $5 \cdot 60 = 300$ min. Quindi sono poco meno di 3 volte il tempo di dimezzamento (109 min).

La massa di ${}^{18}\text{F}$ si dimezza tre volte, quindi diventa: $100\% \rightarrow 50\% \rightarrow 25\% \rightarrow 12,5\%$.

La massa molare di ${}^{18}\text{F}$ è 20 g/mol. La massa residua è $20 \cdot 0,125 = 2,5$ g. (Risposta B)

56. Un sistema è costituito da una singola sostanza in due fasi all'equilibrio tra loro. In questo caso:
- temperatura, pressione, volume molare e capacità termica molare sono uguali in tutti i punti del sistema
 - temperatura, pressione, volume molare sono uguali in tutti i punti del sistema
 - temperatura e capacità termica molare sono uguali in tutti i punti del sistema
 - temperatura e pressione sono uguali in tutti i punti del sistema

56. Soluzione

Due fasi diverse di una sostanza hanno densità diversa quindi anche volume molare e capacità termica molare sono diversi. All'equilibrio, quindi, solo temperatura e pressione sono uguali. (Risposta D)

57. Fornendo calore pari a $9,5 \cdot 10^5$ J, una certa quantità di ghiaccio, inizialmente a -18 °C, viene trasformata in acqua liquida a 25 °C. Qual era la massa di ghiaccio? I calori specifici del ghiaccio e dell'acqua liquida sono $2090 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ e $4186 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ e possono essere considerati indipendenti dalla temperatura; l'entalpia di fusione dell'acqua è 334 kJ kg^{-1} .

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

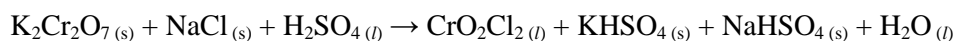
57. Soluzione

Bisogna fornire tre quantità di calore: Q_1 per scaldare il ghiaccio fino a 0 °C, Q_2 per fondere il ghiaccio e Q_3 per scaldare l'acqua fino a 25 °C. Il calore totale è: $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = m c_g \Delta T_1 + m \Delta H_{\text{fus}} + m c_a \Delta T_3$.

$$Q/m = c_g \Delta T_1 + \Delta H_{\text{fus}} + c_a \Delta T_3 = 2090 \cdot 18 + 334000 + 4186 \cdot 25 \quad Q/m = 476270 \text{ J}$$

Da cui: $m = (9,5 \cdot 10^5) / 476270 = 2,0 \text{ kg}$. (Risposta B)

58. La reazione tra un cloruro ed il dicromato di potassio forma un composto tossico, il cloruro di cromile (da bilanciare):



Quante moli di cloruro di cromile si formano da 0,500 moli di NaCl?

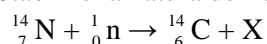
- A) 0,35 mol B) 0,14 mol C) 0,25 mol D) 0,45 mol

58. Soluzione

La reazione bilanciata è: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4 \text{NaCl} + 6 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{CrO}_2\text{Cl}_2 + 2 \text{KHSO}_4 + 4 \text{NaHSO}_4 + 3 \text{H}_2\text{O}$

Le moli di cloruro di cromile sono metà di quelle di NaCl, quindi $0,5/2 = 0,25 \text{ mol}$. (Risposta C)

59. L'isotopo del carbonio, ^{14}C , si forma per reazione dei neutroni cosmici (^1_0n) con l'azoto atmosferico, secondo la reazione seguente (da bilanciare). Stabilire la natura dell'atomo X.



- A) ^2_1H B) ^1_1H C) ^3_1H D) ^3_2He

59. Soluzione

La massa si conserva. Dato che la massa a sinistra è: $14 + 1 = 15$, a destra deve essere: $14 + 1 = 15$ quindi: ^1X .

Anche la carica si conserva. Dato che a sinistra è $7 + 0 = 7$, a destra deve essere: $6 + 1 = 7$ quindi ^1_1X .

La specie X ha massa 1 e carica 1, quindi è un protone, un nucleo di idrogeno: ^1_1H . (Risposta B)

60. Un composto solido insolubile ha una costante di solubilità pari a K_{ps} . Indicare la formula del composto sapendo che la solubilità s del solido è:

$$s = \sqrt[4]{\frac{K_{\text{ps}}}{27}}$$

- A) AB_2 B) A_2B_3 C) A_2B D) AB_3

60. Soluzione

Elevando alla quarta l'espressione data si ottiene: $K_{\text{ps}} = 27 s^4$. Procediamo per prove:

La dissociazione del composto A è: $\text{AB}_2 \rightarrow \text{A} + 2 \text{B}$ $K_{\text{ps}} = [\text{A}] [\text{B}]^2$ Dato che $[\text{A}] = s$ e $[\text{B}] = 2s$
 si ha: $K_{\text{ps}} = s (2s)^2 = 4 s^3$ (errato).

La dissociazione del composto D è: $\text{AB}_3 \rightarrow \text{A} + 3 \text{B}$ $K_{\text{ps}} = [\text{A}] [\text{B}]^3$ Dato che $[\text{A}] = s$ e $[\text{B}] = 3s$
 si ha: $K_{\text{ps}} = s (3s)^3 = 27 s^4$. Il composto incognito è AB_3 . (Risposta D)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato