

Giochi della Chimica 2021

Problemi risolti – Fase regionale – Classe B

1. Un ricercatore fa reagire un campione di cromo metallico, di 0,500 g, con un eccesso di ossigeno, ottenendo un ossido di cromo. Al termine della reazione, l'ossido formatosi pesa 0,731 g. Determinare la formula dell'ossido di cromo:

- A) CrO B) Cr₂O₃ C) CrO₂ D) CrO₃

1. Soluzione

Le moli di cromo metallico sono: $0,5/52 = 9,62$ mmol. La massa di ossigeno nell'ossido è: $0,731 - 0,5 = 0,231$ g. Le moli di ossigeno sono: $0,231/16 = 14,44$ mmol. Dividendo per le moli di cromo si ottiene: $14,44/9,62 = 1,5$. La formula dell'ossido è: CrO_{1,5}. Moltiplicando per 2, diventa: Cr₂O₃. (Risposta B)

2. Lo scheletro umano pesa in media 11,0 kg: di questa massa, il 58% è costituito da fosfato di calcio. Calcolare la massa in chilogrammi di fosforo che può essere ricavata dallo scheletro umano.

- A) 6,4 kg B) 3,2 kg C) 0,7 kg D) 1,3 kg

2. Soluzione

La massa molare del Ca₃(PO₄)₂ è: $3 \cdot 40 + 2 \cdot 31 + 8 \cdot 16 = 310$ g/mol. La massa di Ca₃(PO₄)₂ è: $0,58 \cdot 11 = 6,38$ kg. La % di P nel Ca₃(PO₄)₂ è: $62/310 = 20\%$. La massa di P nello scheletro è: $6,38 \cdot 0,2 = 1,28$ kg. (Risposta D)

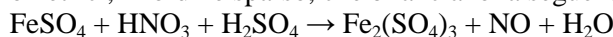
3. Si abbiano 50,0 mg del composto NO₂. Da questa quantità di sostanza vengono allontanate $3,45 \cdot 10^{20}$ molecole. Quante moli di NO₂ rimangono?

- A) $6,56 \cdot 10^{-20}$ mol B) $5,15 \cdot 10^{-5}$ mol C) $1,09 \cdot 10^{-4}$ mol D) $5,15 \cdot 10^{-4}$ mol

3. Soluzione

La massa molare di NO₂ è: $14 + 32 = 46$ g/mol. Le moli iniziali di NO₂ sono: $50/46 = 1,087$ mmol. Le moli allontanate sono: $3,45 \cdot 10^{20}/6,022 \cdot 10^{23} = 0,573$ mmol. Le moli rimaste sono $1,087 - 0,573 = 0,514$ mmol cioè $5,14 \cdot 10^{-4}$ mol. (Risposta D)

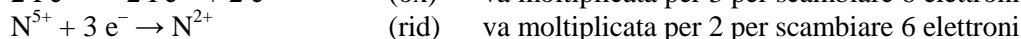
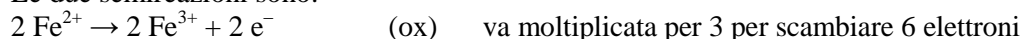
4. Indicare i coefficienti stechiometrici, in ordine sparso, che bilanciano la seguente reazione:



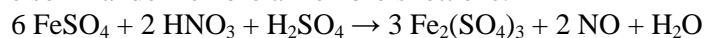
- A) 2, 3, 6, 2, 4, 3 B) 1, 3, 2, 5, 3, 2 C) 2, 4, 3, 2, 2, 4 D) 2, 3, 4, 5, 4, 3

4. Soluzione

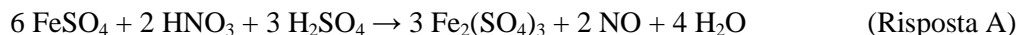
Le due semireazioni sono:



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



Completando il bilanciamento si ottiene:



5. Uno studente ha trovato una confezione di una miscela di PbO e PbO₂ contenente il 90,7 % in peso di piombo. Determina la composizione percentuale della miscela.

- A) 55% PbO₂, 45% PbO
B) 45% PbO₂, 55% PbO
C) 66% PbO₂, 34% PbO
D) 34% PbO₂, 66% PbO

5. Soluzione

La percentuale di ossigeno è: $100 - 90,7 = 9,3\%$. Su 100 g le moli di O sono: $9,3/16 = 0,581$ mol.

Le moli di piombo sono: $90,7/207,2 = 0,4377$ mol. Dividendo le moli di O per quelle di Pb: $0,581/0,4377 = 1,33$

La formula media dell'ossido è: PbO_{1,33}. Chiamiamo x la frazione molare di PbO₂.

Il numero medio di ossigeni (1,33) si può scrivere come: $2_{\text{Ossigeni}} \cdot x + 1_{\text{Ossigeno}} (1-x) = 1,33$

$2x + (1-x) = 1,33$ $x + 1 = 1,33$ da cui: $x = 0,33$ Quindi PbO₂ = 33%. (Risposta D)

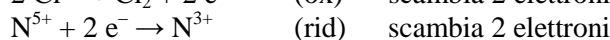
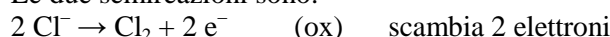
6. Indicare i coefficienti stechiometrici, in ordine sparso, che bilanciano la seguente reazione:



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

6. Soluzione

Le due semireazioni sono:



L'ossido-riduzione è già bilanciata, ma va moltiplicata per 2 per aggiustare il cloro in NOCl:



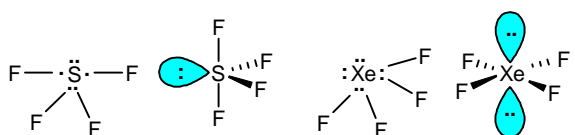
Completando il bilanciamento si ottiene:



7. Indicare quali fra questi composti non è polare secondo la teoria VSEPR:

- A) XeF_4 B) NH_3 C) SF_4 D) nessuna delle precedenti

7. Soluzione



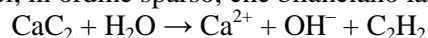
NH_3 è una molecola ben conosciuta: ha una struttura piramidale e quindi è polare. Esaminiamo le altre due molecole.

In SF_4 lo zolfo deve sistemare attorno a sé 5 coppie di elettroni: 4 di legame e una di non legame. Queste si dispongono a bipiramide trigonale. La coppia di non legame (ingombrante)

occupa una delle posizioni sulla base (angoli di 120°), quindi la molecola ha una struttura a cavalletto (ad altalena) che non è simmetrica e quindi è una molecola polare.

In XeF_4 , lo xenon deve sistemare 6 coppie di elettroni: 4 di legame e 2 di non legame. Queste si dispongono adottaedro regolare. Le coppie di non legame (ingombranti) occupano le due posizioni opposte assiali (lontane tra loro), quindi la molecola è planare quadrata e simmetrica: non è polare. (Risposta A)

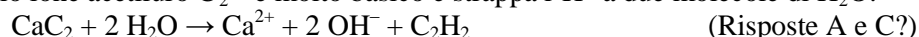
8. Indicare i coefficienti stechiometrici, in ordine sparso, che bilanciano la seguente reazione:



- A) 1, 2, 1, 2, 1 B) 2, 4, 2, 1, 2 C) 1, 1, 1, 2, 2 D) nessuna delle precedenti

8. Soluzione

Si tratta di una reazione acido-base: lo ione acetiluro C_2^{2-} è molto basico e strappa l' H^+ a due molecole di H_2O .



9. Elenca i seguenti elementi in ordine decrescente di raggio atomico: Rb, Se, Ar, Cs

- A) Cs, Rb, Ar, Se
B) Cs, Rb, Se, Ar
C) Se, Ar, Cs, Rb
D) Rb, Cs, Se, Ar

9. Soluzione

Il raggio atomico cresce scendendo lungo i gruppi, quindi: $\text{Cs} > \text{Rb} > \text{K}$ (metalli alcalini dei periodi 6, 5, 4)

Il raggio atomico diminuisce lungo i periodi, quindi: $\text{K} > \text{Se} > \text{Kr}$. Inoltre: $\text{Kr} > \text{Ar}$ (nello stesso gruppo).

La sequenza completa è: $\text{Cs} > \text{Rb} > \text{Se} > \text{Ar}$.

(Risposta B)

10. In relazione alla definizione di acido e di base secondo la teoria di Brønsted e Lowry, indica l'affermazione ERRATA:

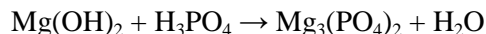
- A) si definiscono basi soltanto le specie chimiche che sono in grado di produrre ioni OH^-
B) si definiscono acidi tutte le specie chimiche che sono in grado di cedere ioni H^+
C) una reazione acido-base consiste nel trasferimento di un protone dall'acido alla base
D) si definiscono basi tutte le specie chimiche che sono in grado di acquistare ioni H^+

10. Soluzione

La definizione di Brønsted e Lowry estende la definizione delle basi rispetto a quella di Arrhenius.

Vengono definite basi non solo le molecole come NaOH , che possono liberare OH^- , ma anche quelle come NH_3 , che possono accettare ioni H^+ . La definizione A è errata. (Risposta A)

11. In un recipiente vengono posti 10,0 g di idrossido di magnesio e 12,0 g di acido fosforico affinché reagiscano per dare fosfato di magnesio e acqua secondo la reazione da bilanciare:



Indicare l'affermazioni ERRATA.

- A) l'acido fosforico è il reagente in eccesso
 B) l'idrossido di magnesio è il reagente limitante
 C) la resa teorica è di 15,0 g di fosfato di magnesio
 D) l'acido fosforico è il reagente limitante

11. Soluzione

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

Moli (mol) 0,1715 → 0,114 (0,122 eccesso)

Massa molare (g/mol) 58,3 98

Massa (g) 10 12

La massa molare di $\text{Mg}(\text{OH})_2$ è: $24,3 + 34 = 58,3$ g/mol. La massa molare di H_3PO_4 è: $3 + 31 + 64 = 98$ g/mol.

Le moli di $\text{Mg}(\text{OH})_2$ sono: $10/58,3 = 0,1715$ mol. Le moli di H_3PO_4 sono: $12/98 = 0,122$ mol.

Le moli stechiometriche di H_3PO_4 sono: $0,1715 \cdot 2/3 = 0,114$ mol.

H_3PO_4 , con 0,122 mol, è in eccesso, quindi NON è il reagente limitante.

(Risposta D)

12. Calcolare la perdita in peso che 300,0 g di acetato di cobalto, $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$, subiscono per disidratazione.

- A) 213,2 g
 B) 72,345 g
 C) 86,8 g
 D) tutte le precedenti sono errate

12. Soluzione

La massa molare di $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ è: $(59 + 4 \cdot 12 + 4 \cdot 16 + 6) + (4 \cdot 18)_{\text{H}_2\text{O}} = 177 + 72_{\text{H}_2\text{O}} = 249$ g/mol.

Le moli di sale idrato sono: $300/249 = 1,2$ mol. L' H_2O che può perdere è: $72 \cdot 1,2 = 86,7$ g. (Risposta C)

13. Sapendo che a 25 °C l'acqua pura presenta una tensione di vapore di $3,13 \cdot 10^3$ Pa, calcolare la tensione di vapore a 25 °C di una soluzione contenente 13,0 g di urea, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, in 100 g di acqua.

- A) $3,01 \cdot 10^3$ Pa B) $6,68 \cdot 10^3$ Pa C) $1,19 \cdot 10^2$ Pa D) resta invariata

13. Soluzione

Un soluto non volatile, sciolto in acqua, ne abbassa la tensione di vapore (B e D errate, C troppo bassa).

La massa molare dell'urea è: $12 + 16 + 2 \cdot 16 = 60$ g/mol. Le moli di urea sono: $13/60 = 0,2167$ mol.

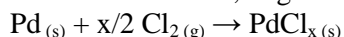
La molalità della soluzione è: $0,2167/0,1 = 2,167$ mol/kg. Le moli di H_2O su kg sono: $1000/18 = 55,556$ mol.

La frazione molare dell'acqua è: $55,556/(2,167 + 55,556) = 0,962$.

La tensione di vapore è: $p_A = x_A P_A = 0,962 \cdot 3,13 \cdot 10^3 = 3,01 \cdot 10^3$ Pa.

(Risposta A)

14. 8,00 g di palladio metallico reagiscono esattamente con 5,33 g di cloro molecolare secondo la reazione:



Determinare la formula del cloruro PdCl_x .

- A) PdCl_5 B) PdCl_4 C) PdCl_3 D) PdCl_2

14. Soluzione

Le moli di Pd sono: $8,0/106,4 = 0,0752$ mol. Le moli di Cl atomico sono: $5,33/35,45 = 0,1504$ mol.

Dividendo entrambi i valori per quello minore si ottiene: Pd: 1 mol; Cl: $0,1504/0,0752 = 2$ mol.

La molecola è: PdCl_2 .

(Risposta D)

15. Quali delle seguenti sostanze: MgO , N_2O_5 , I_2 , SiO_2 possono reagire con O_2 ?

- A) I_2 B) SiO_2 C) tutte e quattro D) nessuna delle quattro

15. Soluzione

Gli ossidi MgO , N_2O_5 , SiO_2 contengono già la massima quantità di ossigeno.

Solo I_2 può ossidarsi formando ossidi come I_2O_5 .

(Risposta A)

16. Determina la geometria molecolare di PCl_3 .

- A) piramidale trigonale B) trigonale planare C) angolare D) nessuna delle precedenti

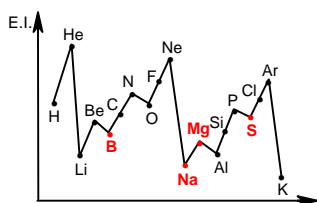
16. Soluzione

Il fosforo ha 5 elettroni esterni come l'azoto: PCl_3 ha una struttura piramidale trigonale come NH_3 . (Risposta A)

17. Elenca i seguenti elementi in ordine crescente di energia di prima ionizzazione: B, Mg, Na, S.

- A) Na, Mg, B, S B) S, B, Na, Mg C) Na, B, Mg, S D) S, B, Mg, Na

17. Soluzione



L'energia di ionizzazione aumenta in modo discontinuo lungo i periodi, mentre diminuisce lungo i gruppi. Quindi la EI minore è da attribuire ad Na, quella maggiore ad S (B e D errate). Le energie di B e Mg sono pericolosamente vicine perchè il boro è appena giù dallo scalino della prima discontinuità (comincia a riempire orbitali p), ma, sapendo che il magnesio forma facilmente ioni Mg^{2+} , mettiamo prima il magnesio: Na, Mg, B, S. (Domanda inopportuna). (Risposta A)

18. Indica il composto che contiene legami covalenti.

- A) NaH B) MgO C) OF_2 D) CaF_2

18. Soluzione

Sono tutti composti ionici fuorchè OF_2 che ha piccole differenze di elettronegatività. (Risposta C)

19. Un composto binario AB è tanto più polare:

- A) se aumenta la differenza di elettronegatività tra A e B
B) se aumenta la percentuale di carattere covalente del legame
C) quanto più gli elementi sono vicini nella tavola periodica
D) tutte le precedenti sono errate

19. Soluzione

La differenza di elettronegatività tra A e B è direttamente legata alla polarità del legame. (Risposta A)

20. Da quanti protoni e neutroni è costituito un nucleo di ^{13}C ?

- A) 6 neutroni e 7 protoni B) 6 neutroni e 6 protoni
C) 7 neutroni e 6 protoni D) nessuna delle precedenti è corretta

20. Soluzione

Nel carbonio vi sono 6 protoni, quindi, in ^{13}C i neutroni sono $13 - 6 = 7$. (Risposta C)

21. Un recipiente chiuso costituito da pareti rigide è diviso in due settori da un setto scorrevole ed adiabatico.

Entrambi i settori contengono gas il cui comportamento è ideale. All'equilibrio i due settori (denominati A e B) hanno lo stesso volume, e B contiene 1,5 volte il numero moli contenuto in A. Si può asserire che:

- A) la pressione in B sarà più alta di quella in A
B) la pressione in A sarà più alta di quella in B
C) la temperatura di A è il 50% più alta di quella di B
D) non è possibile che il numero di moli in A ed in B sia diverso

21. Soluzione

Se il setto è scorrevole, all'equilibrio le pressioni in A e B sono uguali. Dato che A e B hanno anche lo stesso volume, si ha: $PV/R = n_A T_A = n_B T_B$ da cui: $n_B/n_A = T_A/T_B = 1,5$ quindi: $T_A = 1,5 T_B$. (Risposta C)

22. Il recipiente A contiene 2 moli di acqua a 12°C , il recipiente B contiene del metanolo a 33°C . I due recipienti vengono messi a contatto attraverso una parete diatermica (le altre pareti sono adiabatiche); raggiunto l'equilibrio, la temperatura dell'acqua è di 25°C . Quante moli di metanolo erano contenute nel recipiente B? La capacità termica specifica dell'acqua è $4,184 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$, mentre quella del metanolo è $2,53 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$. Si trascuri il contributo delle dispersioni e della capacità termica del contenitore.

- A) circa 3 moli B) circa 2 moli C) circa 8 moli D) circa 5 moli

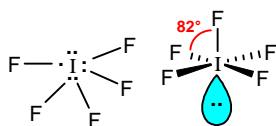
22. Soluzione

Il calore scambiato è: $Q = m_A c_A \Delta T_A = m_B c_B \Delta T_B$. $\Delta T_A = 25 - 12 = 13 \text{ }^\circ\text{C}$; $\Delta T_B = 33 - 25 = 8 \text{ }^\circ\text{C}$

Si ottiene: $m_B = m_A c_A \Delta T_A / (c_B \Delta T_B) = (2 \cdot 18 \cdot 4,184 \cdot 13) / (2,53 \cdot 8)$ $m_B = 96,7 \text{ g}$. La massa molare del metanolo (CH_3OH) è: $12 + 4 + 16 = 32 \text{ g/mol}$. Le moli di metanolo sono: $96,7/32 = 3,0 \text{ mol}$. (Risposta A)

23. Nella molecola di pentafluoruro di iodio l'angolo tra il legame I-F assiale e uno di quelli equatoriali è:

- A) 90° B) 93° C) 82° D) 180°

23. Soluzione

Lo iodio ha 7 elettroni di valenza, 5 elettroni servono per legare i 5 atomi di fluoro, i due elettroni che restano formano una coppia di non legame.

In totale, in IF_5 , lo iodio deve alloggiare attorno a sé 6 coppie di elettroni (5 di legame e una di non legame), che si dispongono ad ottaedro regolare. La coppia di non legame occupa uno dei vertici, nelle altre 5 posizioni si legano i 5 atomi di fluoro.

IF_5 ha la struttura di una piramide a base quadrata. La coppia di non legame occupa uno spazio maggiore e quindi spinge le altre coppie di legame. L'angolo tra il legame I-F assiale e uno di quelli equatoriali è inferiore ai 90° teorici dell'ottaedro regolare e sarà di 82° . (Risposta C)

24. La massima concentrazione ammissibile di piombo nelle verdure a foglia è $2,00 \text{ mg/kg}$, riferito al prodotto fresco. Se una verdura contiene il $92,0\%$ di acqua, qual è il limite corrispondente nel prodotto secco (cioè senz'acqua)?

- A) 32 mg/kg B) 25 mg/kg C) 12 mg/kg D) 16 mg/kg

24. Soluzione

Il prodotto secco in 1000 g di verdura fresca è l' 8% : $0,08 \cdot 1000 = 80 \text{ g}$ e può contenere 2 mg di Pb.

Il contenuto di piombo in 1000 g di prodotto secco è: $(2/80) \cdot 1000 = 25 \text{ mg}$. (Risposta B)

25. Quale deve essere il valore della concentrazione idrogenionica in una soluzione di H_3PO_4 affinché risulti

$$[\text{H}_3\text{PO}_4] = [\text{H}_2\text{PO}_4^-]$$

- A) $2,3 \cdot 10^{-5}$ B) $5,8 \cdot 10^{-3}$ C) $7,5 \cdot 10^{-3}$ D) $1,6 \cdot 10^{-4}$

25. Soluzione

Dalla reazione: $\text{HA} \rightarrow \text{H}^+ + \text{A}^-$ con $K_a = [\text{H}^+][\text{A}^-]/[\text{HA}]$ si ottiene: $[\text{H}^+] = K_a \cdot [\text{HA}]/[\text{A}^-]$ da cui si ottiene l'equazione delle soluzioni tampone: $\text{pH} = \text{p}K_a - \log [\text{HA}]/[\text{A}^-]$. Se vogliamo che risulti: $[\text{HA}] = [\text{A}^-]$ otteniamo: $\text{pH} = \text{p}K_a$. Dato che $K_a(\text{H}_3\text{PO}_4) = 7,5 \cdot 10^{-3}$, otteniamo: $[\text{H}^+] = K_a = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$. (Risposta C)

26. A $273,15 \text{ K}$ e $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $1,71 \text{ L}$ di $\text{CO}_2(\text{g})$ si solubilizzano in $0,500 \text{ L}$ di acqua. Calcolare la molarità della CO_2 nella soluzione.

- A) $0,112 \text{ M}$ B) $0,276 \text{ M}$ C) $0,152 \text{ M}$ D) $0,194 \text{ M}$

26. Soluzione

Le moli di CO_2 si ricavano dalla legge dei gas: $n = PV/RT = (1 \cdot 1,71)/(0,0821 \cdot 273) = 0,0763 \text{ mol}$.

La molarità è: $M = n/V = 0,0763/0,5 = 0,153 \text{ M}$. (Risposta C)

27. Quanta acqua occorre aggiungere a $0,450 \text{ L}$ di una soluzione $0,770 \text{ M}$ di CaCl_2 per preparare una soluzione $0,330 \text{ M}$ di CaCl_2 ? (i volumi siano additivi).

- A) $0,511 \text{ L}$ B) $0,600 \text{ L}$ C) $0,370 \text{ L}$ D) $0,812 \text{ L}$

27. Soluzione

Le moli delle due soluzioni sono uguali: $n = M_1 V_1 = M_2 V_2$ da cui: $V_2 = M_1 V_1 / M_2 = 0,77 \cdot 0,45 / 0,33 = 1,05 \text{ L}$.

Il volume da aggiungere è: $1,05 - 0,45 = 0,6 \text{ L}$. (Risposta B)

28. Calcolare il peso molecolare di un composto X, sapendo che una soluzione ottenuta sciogliendo $5,27 \text{ g}$ in $0,88 \text{ L}$ risulta $0,1021 \text{ M}$.

- A) $63,22$ B) $58,65$ C) $81,39$ D) $44,48$

28. Soluzione

Le moli sono: $n = M V = 0,1021 \cdot 0,88 = 0,0899 \text{ mol}$. La MM è: $5,27/0,0899 = 58,65 \text{ g/mol}$. (Risposta B)

29. Calcolare la concentrazione in % (m/m) di una soluzione di MgBr_2 che si ottiene mescolando 70,00 g di una soluzione 8,00% (m/m) di MgBr_2 con 32,00 g di una soluzione 26,00% (m/m) di MgBr_2 .

- A) 23,4% B) 19,4% C) 13,6% D) 30,3%

29. Soluzione

La massa totale di MgBr_2 è: $(70 \cdot 0,08) + (32 \cdot 0,26) = 13,92$ g. La massa della soluzione finale è $70 + 32 = 102$ g.
La % m/m è: $13,92/102 = 13,6\%$. (Risposta C)

30. Il grado alcolico ($^\circ$) di una bevanda indica i mL di alcol etilico in 100,0 mL di bevanda. Calcolare il volume di una grappa con 41° , che contiene la stessa quantità di alcol etilico di 0,500 L di vino con $11,5^\circ$.

- A) 0,14 L B) 0,21 L C) 0,31 L D) 0,19 L

30. Soluzione

La quantità x di alcol è la stessa: $x = 0,41 V = 0,115 \cdot 0,5$ da cui: $V = 0,115 \cdot 0,5/0,41 = 0,14$ L. (Risposta A)

31. Un composto solido idrato di formula $X \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, con massa molecolare 245,4 u, viene riscaldato a 150°C per 4 ore. L'acqua prodotta allo stato di vapore è raccolta in un contenitore di 4,30 L a 273,15 K e $1,013 \cdot 10^5$ Pa.

Indicare la massa iniziale del composto.

- A) 7,55 g B) 2,79 g C) 9,41 g D) 4,55 g

31. Soluzione

L'acqua a 0°C non è gassosa. Eseguiamo comunque i calcoli proposti immaginando che l'acqua sia un gas ideale. Le moli di acqua sono: $n = PV/RT = (1 \cdot 4,3)/(0,0821 \cdot 273) = 0,192$ mol. Le moli del composto idrato sono $1/5$.
 $n = 0,192/5 = 0,0384$ mol. La massa iniziale del composto era: $245,4 \cdot 0,0384 = 9,41$ g. (Risposta C?)

32. Calcolare i grammi di Neon contenuti in $250,0 \text{ m}^3$ di aria (in condizioni standard: 273,15 K; $1,013 \cdot 10^5$ Pa), sapendo che l'atmosfera contiene 0,00182% (v/v) di Neon.

- A) 8,51 g B) 4,10 g C) 6,76 g D) 9,51 g

32. Soluzione

In condizioni standard, le moli di aria in 250 m^3 sono: $n = PV/RT = (1 \cdot 250000)/(0,0821 \cdot 273) = 11154$ mol
Le moli di neon sono: $11154 \cdot 0,00182/100 = 0,203$ mol. Che corrispondono a $0,203 \cdot 20,2 = 4,1$ g. (Risposta B)

33. Qual è il composto più solubile tra i seguenti solfati (M, X, Y e Z sono metalli), considerando solo le rispettive costanti di solubilità K_{ps} ?

- A) MSO_4 ($K_{ps} = 2,8 \cdot 10^{-7}$)
B) XSO_4 ($K_{ps} = 2,4 \cdot 10^{-5}$)
C) Y_2SO_4 ($K_{ps} = 1,7 \cdot 10^{-5}$)
D) ZSO_4 ($K_{ps} = 1,8 \cdot 10^{-8}$)

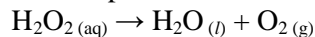
33. Soluzione

Fra i tre solfati A, B, D, che hanno la stessa formula, il più solubile è B, con la K_{ps} maggiore.

Da B otteniamo: $[X^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = K_{ps}$ quindi: $s^2 = K_{ps}$ da cui: $s = \sqrt{2,4 \cdot 10^{-5}} = 4,9 \cdot 10^{-3}$ M.

Da C otteniamo: $[Y^+]^2[\text{SO}_4^{2-}] = K_{ps}$ quindi: $(2s)^2 s = 4s^3 = K_{ps}$ $s = \sqrt[3]{1,7 \cdot 10^{-5} / 4} = 1,62 \cdot 10^{-2}$ M (Risposta C?)

34. Una soluzione di acqua ossigenata (H_2O_2) si decompone liberando ossigeno, secondo la reazione (da bilanciare):



Quanti litri di $\text{O}_2(\text{g})$ (misurati a 273,15 K e $1,013 \cdot 10^5$ Pa) si sviluppano da 1,00 L di soluzione di H_2O_2 a concentrazione 0,480 M?

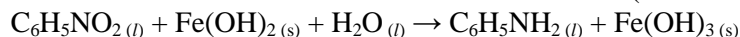
- A) 3,21 L B) 8,54 L C) 7,21 L D) 5,38 L

34. Soluzione

La reazione è: $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ da 0,48 mol di H_2O_2 si sviluppano: $0,48/2 = 0,24$ mol di O_2 .

Il volume di O_2 è: $V = nRT/P = (0,24 \cdot 0,0821 \cdot 273)/1 = 5,38$ L. (Risposta D)

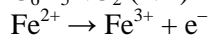
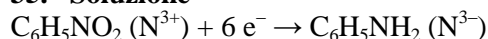
35. Il nitrobenzene reagisce in soluzione alcolica alcalina secondo la reazione (da bilanciare):



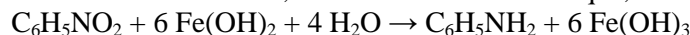
Quante moli di nitrobenzene reagiscono con 0,020 moli di $\text{Fe}(\text{OH})_2(s)$?

- A) $5,0 \cdot 10^{-3}$ mol B) $3,3 \cdot 10^{-3}$ mol C) $1,8 \cdot 10^{-3}$ mol D) $2,4 \cdot 10^{-3}$ mol

35. Soluzione



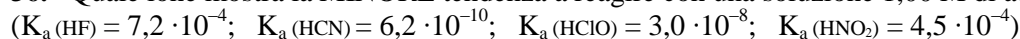
Moltiplicando per 6, sommando membro a membro, e bilanciando anche l'acqua, si ottiene:



Le moli di nitrobenzene sono 1/6 di quelle di $\text{Fe}(\text{OH})_2$: $0,020/6 = 3,3 \cdot 10^{-3}$ mol.

(Risposta B)

36. Quale ione mostra la MINORE tendenza a reagire con una soluzione 1,00 M di acido acetico?



- A) F^- B) CN^- C) ClO^- D) NO_2^-

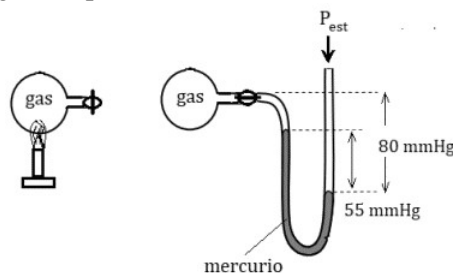
36. Soluzione

Più basico è lo ione, più tenderà a strappare H^+ all'acido acetico. Quindi dobbiamo individuare lo ione MENO basico, quello che si libera dall'acido più forte. L'acido più forte è HF ($\text{K}_a = 7,2 \cdot 10^{-4}$) seguito da HNO_2 ($\text{K}_a = 4,5 \cdot 10^{-4}$). Quindi lo ione cercato è F^- .

(Risposta A?)

37. Un gas contenuto in un pallone di vetro viene riscaldato a 350,0 K. Subito dopo il recipiente viene collegato ad un manometro a mercurio. Sapendo che la pressione esterna è $P_{\text{est}} = 1,013 \cdot 10^5$ Pa, osservando i dati riportati in figura, calcolare la pressione del gas nel pallone.

- A) $0,073 \cdot 10^5$ Pa
B) $0,21 \cdot 10^5$ Pa
C) $0,032 \cdot 10^5$ Pa
D) $0,018 \cdot 10^5$ Pa



37. Soluzione

Il dislivello nella colonna di mercurio del manometro differenziale è di 55 mm.

La pressione nel pallone è 55 mm Hg minore di quella atmosferica. Quindi è $760 - 55 = 705$ mm Hg.

Cioè vale $(705/760) \cdot 1,013 \cdot 10^5 = 0,94 \cdot 10^5$ Pa.

(Risposta X?)

38. Una miscela gassosa è costituita da 3 gas, A, B, C, tutti aventi la stessa pressione parziale. Se la pressione totale della miscela è $15,0 \cdot 10^3$ Pa, calcolare la pressione parziale dei gas e le loro frazioni molari.

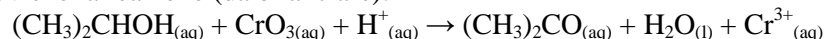
- A) $1,0 \cdot 10^3$ Pa; 0,66 B) $5,0 \cdot 10^3$ Pa; 0,33 C) $8,0 \cdot 10^3$ Pa; 0,45 D) $2,5 \cdot 10^3$ Pa; 0,72

38. Soluzione

Dato che la somma delle pressioni parziali è la pressione totale, la pressione parziale di ogni gas è: $p = P/3$

Quindi $p = 15 \cdot 10^3/3 = 5,0 \cdot 10^3$ Pa. Vale anche: $p_A = x_A P$ quindi: $x_A = p_A/P = 1/3 = 0,33$. (Risposta B)

39. Il reagente di Jones (soluzione acida di CrO_3) serve per identificare gli alcoli primari e secondari. Nel caso di un alcol secondario avviene la reazione (da bilanciare):

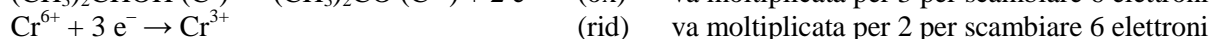
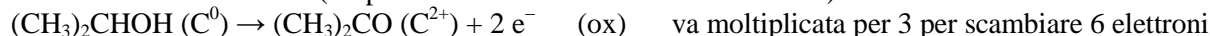


con formazione di $\text{Cr}^{3+}_{(\text{aq})}$ verde. Quante moli di CrO_3 si consumano con 0,5 moli di alcol?

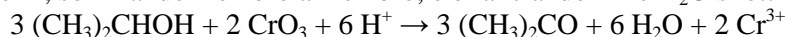
- A) 0,33 mol B) 0,54 mol C) 0,18 mol D) 0,71 mol

39. Soluzione

Le due semireazioni sono (tra parentesi il n.o. del solo C che si ossida):



Moltiplicando per 3 e per 2, sommando membro a membro, e bilanciando H^+ e H_2O si ottiene:



Le moli di CrO_3 sono 2/3 di quelle di alcol, cioè $0,5 \cdot 2/3 = 0,33$ mol.

(Risposta A)

40. Indicare l'osservazione ERRATA sul propanolo ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$):

- A) il numero di ossidazione medio del carbonio è -2
- B) è liquido in condizioni normali
- C) ha un punto di ebollizione molto diverso dall'etilmetiletero ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$)
- D) è in grado di formare legami a idrogeno intramolecolari

40. Soluzione

Nell'1-propanolo ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$), la carica formale degli 8 H è $+8$, quella di O è -2 , in totale: $8 - 2 = +6$. Quindi, complessivamente, i carboni hanno carica -6 . Il numero di ossidazione medio del carbonio è: $-6/3 = -2$. L'1-propanolo ha un punto di ebollizione molto più alto dell'etilmetiletero perchè, con l'ossidrilico, forma legami idrogeno intermolecolari, ma non ne può formare di intramolecolari. (Risposta D)

41. Il sistema acqua-ghiaccio è:

- A) chimicamente omogeneo e fisicamente omogeneo
- B) chimicamente eterogeneo e fisicamente eterogeneo
- C) chimicamente eterogeneo e fisicamente omogeneo
- D) chimicamente omogeneo e fisicamente eterogeneo

41. Soluzione

Il sistema acqua-ghiaccio è chimicamente omogeneo perchè in ogni punto contiene la stessa specie chimica, acqua, ma è fisicamente eterogeneo perchè in alcuni punti vi è un liquido e in altri vi è un solido. (Risposta D)

42. Secondo la teoria VSEPR la geometria molecolare dell'anione SO_3^{2-} è:

- A) trigonale planare
- B) tetraedrica
- C) piramidale trigonale
- D) ottaedrica

42. Soluzione

Lo zolfo ha 6 elettroni di valenza, usa 4 elettroni per legare i tre atomi di ossigeno (un ossigeno con un doppio legame e gli altri due, quelli negativi, con un legame singolo), gli restano due elettroni che costituiscono una coppia di non legame. Le coppie di elettroni da sistemare attorno allo zolfo sono 4 ($3+1$) (nel doppio legame si considera una sola coppia) e si dispongono a tetraedro. Una posizione è occupata dalla coppia di non legame e quindi la molecola è a piramide trigonale. (Risposta C)

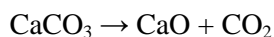
43. Indicare in base alla teoria VSEPR quali di questi composti ha una geometria molecolare planare quadrata.

- A) BrF_5
- B) SF_4
- C) ClF_3
- D) XeF_4

43. Soluzione

BrF_5 e ClF_3 vanno scartate perchè non hanno 4 legandi. La struttura planare quadrata deriva da quella ottaedrica, ponendo due coppie di non legame ai vertici assiali, quindi l'atomo centrale deve disporre di $4 + (2+2) = 8$ elettroni. Xe ha 8 elettroni esterni, ne usa 4 per legare i quattro atomi di fluoro, e i 4 elettroni restanti formano due coppie di non legame. Le coppie di elettroni attorno a Xe sono 6 (4 coppie di legame e 2 di non legame) e si dispongono ad ottaedro regolare. La prima coppia di non legame occupa una posizione a caso (sono tutte equivalenti), la seconda coppia di non legame deve occupare la posizione opposta (per questioni di ingombro sterico). Per le 4 coppie di legame restano le quattro posizioni nel piano e la struttura della molecola è planare quadrata. (Risposta D)

44. Un operaio edile sta preparando della calce viva (CaO). Per far questo pone 1 kg di carbonato di calcio (CaCO_3) puro in un forno. Indicare la massa di calce viva che otterrà sapendo che la reazione di produzione di CaO è la seguente:



- A) 560 g
- B) 1 kg
- C) 200 g
- D) 2 kg

44. Soluzione

La massa molare di CaCO_3 è: $40 + 12 + 48 = 100$ g/mol. Le moli di CaCO_3 sono: $1000/100 = 10$ mol. La massa molare di CaO è: $40 + 16 = 56$ g/mol. Se l'operaio si è ricordato di accendere il forno, la massa molare di CaO che ottiene è: $56 \cdot 10 = 560$ g. (Risposta A)

45. La distillazione è un metodo per separare due o più sostanze liquide presenti in una miscela che si basa su:
- differente densità dei liquidi
 - differente peso specifico dei liquidi
 - differente punto di ebollizione dei liquidi
 - differente energia cinetica delle molecole dei liquidi

45. Soluzione

La distillazione sfrutta il differente punto di ebollizione dei liquidi nella soluzione. (Risposta C)

46. La vitamina E è un antiossidante che gioca un ruolo molto importante nella protezione delle strutture cellulari. La combustione di un campione di 0,430 g di vitamina E ha prodotto 1,28 g di diossido di carbonio e 0,450 g di acqua. Determinare la formula empirica della vitamina E.

- $C_{29}H_{50}O_2$
- $C_{12}H_{24}O$
- $C_{28}H_{28}O_2$
- nessuna delle precedenti

46. Soluzione

La massa molare della CO_2 è: $12 + 32 = 44$ g/mol. Le moli di CO_2 sono: $1,28/44 = 29,09$ mmol.

La massa molare dell' H_2O è: $2 + 16 = 18$ g/mol. Le moli di H_2O sono: $0,450/18 = 25$ mmol.

Nella combustione, gli atomi di carbonio della vitamina E formano CO_2 , mentre gli atomi di idrogeno formano H_2O , quindi la formula bruta della vitamina E (che contiene anche ossigeno) deve essere $C_{29}H_{50}O_x$.

La massa di 29 mmol di C e 50 mmol di H è: $29 \cdot 12 + 50 = 0,398$ g. La massa di O è: $0,430 - 0,398 = 0,032$ g che corrisponde a: $0,032/16 = 2$ mmol di O. Quindi la formula è $C_{29}H_{50}O_2$. (Risposta A)

47. Un contenitore è diviso in due parti da un setto rigido e permeabile solo alle molecole di acqua. I due settori possono essere riempiti indipendentemente mediante dei colli che rimangono aperti. In uno dei due settori (indicato con A) è contenuta una soluzione acquosa di un disaccaride, mentre l'altro (indicato con B) contiene solo acqua. Entrambi i settori non sono completamente pieni. Il disaccaride si dissocia progressivamente nei monosaccaridi che lo compongono. Le soluzioni acquose del disaccaride e dei monosaccaridi hanno comportamento ideale. Cosa si osserverà?

- non si osserverà nulla
- il volume della soluzione contenuta in A aumenterà
- il volume di acqua contenuta in B aumenterà
- la pressione sul pelo libero della soluzione aumenterà.

47. Soluzione

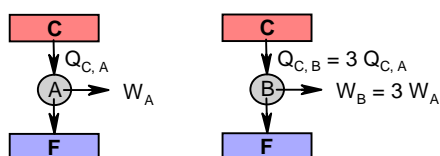
Nel contenitore A il disaccaride si dissocia e la concentrazione di molecole contenute nella soluzione aumenta. Anche se la dissociazione non avvenisse, la concentrazione delle due soluzioni è comunque diversa e le molecole di acqua tenderanno a passare dalla soluzione B di acqua pura alla soluzione A per equilibrare le concentrazioni e quindi il volume di A aumenterà fino a quando il dislivello tra le due soluzioni non bilancia la differenza di pressione osmotica. (Risposta B)

48. Due macchine termiche (denominate A e B) lavorano scambiando calore esclusivamente con gli stessi due serbatoi di calore a temperatura T_C e a temperatura T_F (con $T_{Calda} > T_{Fredda}$). Dopo aver svolto un numero intero di cicli costituiti da trasformazioni reversibili, la macchina A ha prelevato una quantità di calore $Q_{C,A}$ dal serbatoio di calore alla temperatura T_C , svolgendo il lavoro W_A . Dopo aver svolto un numero doppio di cicli, la macchina B ha invece prelevato dal serbatoio di calore alla temperatura T_C una quantità di calore $Q_{C,B}$ pari a tre volte $Q_{C,A}$.

Quanto lavoro ha svolto la macchina B?

- $W_B = 3 W_A$
- $W_B = 2 W_A$
- $W_B = 3/2 W_A$
- $W_B = 2/3 W_A$

48. Soluzione



Indipendentemente dal numero di cicli, se le due macchine operano trasformazioni reversibili, hanno lo stesso rendimento (W/Q_C), quindi il rapporto tra lavoro prodotto e calore prelevato dalla sorgente calda è lo stesso nelle due macchine. Se la macchina B preleva un calore triplo, svolge un lavoro triplo. (Risposta A)

49. In una reazione autocatalitica il catalizzatore è:

- A) uno dei reagenti
- B) uno dei prodotti
- C) un inerte
- D) nessuna delle precedenti

49. Soluzione

Una reazione autocatalitica è catalizzata dal prodotto stesso della reazione come accade nella reazione del permanganato con l'ossalato che è catalizzata da Mn^{2+} . (Risposta B)

50. La cinetica delle reazioni di isomerizzazione è, in genere:

- A) enzimatica
- B) del secondo ordine
- C) del primo ordine
- D) di ordine zero

50. Soluzione

In una isomerizzazione, una molecola si trasforma in un'altra più stabile. La reazione può essere catalizzata dagli acidi o dalle basi, ma la sua cinetica dipende solo dalla concentrazione della molecola coinvolta. La stessa cosa accade nel decadimento radioattivo, anche questo, infatti, segue una cinetica del primo ordine. (Risposta C)

51. Si consideri una reazione esotermica, la cui energia di attivazione è talmente alta da poter assumere che essa non avvenga in assenza di catalizzatori.

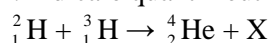
In determinate condizioni, il valore del quoziente di reazione Q è uguale al valore della costante di equilibrio K . Cosa accadrebbe se si diminuisse la temperatura, in assenza di catalizzatori?

- A) K e Q aumenterebbero
- B) K aumenterebbe e Q rimarrebbe uguale
- C) K diminuirebbe e Q aumenterebbe
- D) K aumenterebbe e Q diminuirebbe

51. Soluzione

Diminuendo la temperatura, una reazione esotermica all'equilibrio si sposta a destra (per annullare la perturbazione), quindi la K aumenta, mentre il quoziente di reazione Q (il rapporto tra le concentrazioni presenti in quel momento) resta lo stesso: la reazione non avviene senza catalizzatori. (Risposta B)

52. La fusione nucleare è una reazione tra due nuclei leggeri che porta alla produzione di almeno una specie chimica nucleare più pesante dei nuclei iniziali. Indicare quanti neutroni X si producono nella fusione:



- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4

52. Soluzione

Osservando il bilancio dei numeri atomici Z , nel nucleo finale (${}^4_2\text{He}$) troviamo tutti e due i protoni dei nuclei iniziali di deuterio e trizio: $1 + 1 = 2$.

Osservando il bilancio dei numeri di massa A , nel nucleo finale (${}^4\text{He}$) manca un nucleone ($2 + 3 \neq 4$) cioè manca un neutrone, quindi, nella reazione, $X = 1$ neutrone. (Risposta A)

La produzione di neutroni nella reazione di fusione deuterio-trizio è un serio problema delle future centrali atomiche a fusione. Questi neutroni sfuggono al campo magnetico di confinamento e producono atomi radioattivi quando vengono assorbiti dai nuclei dei metalli del reattore.

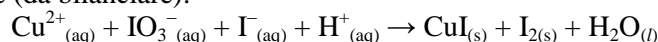
53. Un filo di un metallo $M_{(s)}$ puro non si solubilizza in HCl 1M. In base ai potenziali redox, indicare qual è il metallo.

- A) Ni
- B) Cu
- C) Tl
- D) Cr

53. Soluzione

Il metallo con il potenziale più alto è Cu ($E^\circ = +0,34$ V) che non può essere ossidato da H^+ 1 M ($E = 0$ V), mentre gli altri tre metalli, Ni, Tl, Cr, hanno potenziali negativi e possono essere ossidati. (Risposta B)

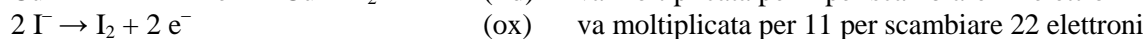
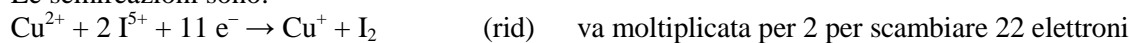
54. 0,004 moli di $\text{Cu}(\text{IO}_3)_2$ sono sciolte in 1,00 L di acqua e trattate con un eccesso di KI. Calcolare le moli di I_2 che si formano nella reazione (da bilanciare):



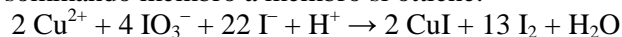
- A) 0,032 mol B) 0,056 mol C) 0,026 mol D) 0,043 mol

54. Soluzione

Le semireazioni sono:



Moltiplicando per 2 e per 11 e sommando membro a membro si ottiene:



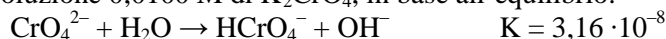
Completando il bilanciamento si ottiene:



Le moli di I_2 sono $13/2 = 6,5$ volte quelle di $\text{Cu}(\text{IO}_3)_2$: $0,004 \cdot 6,5 = 0,026$ mol.

(Risposta C)

55. Calcolare il pH di una soluzione 0,0100 M di K_2CrO_4 , in base all'equilibrio:



- A) 9,25 B) 8,63 C) 10,05 D) 7,91

55. Soluzione

La K della reazione è: $K = [\text{HCrO}_4^{-}][\text{OH}^{-}]/[\text{CrO}_4^{2-}] = [\text{OH}^{-}]^2/C$ da cui: $[\text{OH}^{-}] = \sqrt{K C} = \sqrt{3,16 \cdot 10^{-8} \cdot 0,01}$

$[\text{OH}^{-}] = 1,78 \cdot 10^{-5}$ M. $\text{pOH} = -\log(1,78 \cdot 10^{-5}) = 4,75$. $\text{pH} = 14 - 4,75 = 9,25$. (Risposta A)

56. La precipitazione di un idrossido dell'elemento M, di formula $\text{M}(\text{OH})_2$, da una soluzione di MSO_4 0,100 M, inizia a pH 4,84. Calcolare la K di solubilità di $\text{M}(\text{OH})_{2(\text{s})}$.

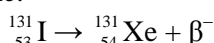
- A) $8,11 \cdot 10^{-15}$
B) $2,36 \cdot 10^{-11}$
C) $4,79 \cdot 10^{-20}$
D) $1,19 \cdot 10^{-14}$

56. Soluzione

$\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 4,84 = 9,16$ $[\text{OH}^{-}] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-9,16} = 6,92 \cdot 10^{-10}$ M

La reazione è: $\text{M}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{M}^{2+} + 2 \text{OH}^{-}$ $K_{\text{ps}} = [\text{M}^{2+}][\text{OH}^{-}]^2 = 0,1 \cdot (6,92 \cdot 10^{-10})^2 = 4,79 \cdot 10^{-20}$. (Risposta C)

57. L'elemento ^{131}I decade secondo la reazione:



In 1,00 L di una soluzione contenente il radionuclide ^{131}I si verificano in totale $3,5 \cdot 10^{10}$ decadimenti, nel periodo necessario per esaurire tutto lo iodio. Qual era la concentrazione iniziale in mg/L di ^{131}I ?

(la massa atomica di ^{131}I è 130,91 u)

- A) $1,8 \cdot 10^{-6}$ mg/L
B) $5,3 \cdot 10^{-7}$ mg/L
C) $7,6 \cdot 10^{-9}$ mg/L
D) $3,4 \cdot 10^{-10}$ mg/L

57. Soluzione

Ogni decadimento corrisponde ad un atomo di ^{131}I . Le moli di ^{131}I sono: $3,5 \cdot 10^{10}/6,022 \cdot 10^{23} = 5,8 \cdot 10^{-14}$ mol.

La massa di ^{131}I in un litro è: $5,8 \cdot 10^{-14} \cdot 130,9 = 7,6 \cdot 10^{-9}$ mg/L.

(Risposta D)

58. Durante la cottura della pasta, l'ebollizione dell'acqua porta alla formazione di un residuo solido bianco, costituito da vari composti. Indicane uno.

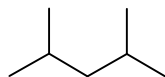
- A) CaO
B) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
C) $\text{Ca}(\text{OH})_2$
D) CaCO_3

58. Soluzione

Il bicarbonato $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, con l'ebollizione, perde CO_2 e precipita come CaCO_3 .

(Risposta D)

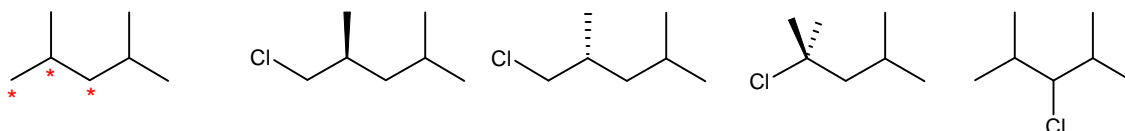
59. Quanti prodotti di monocloração (compresi tutti i possibili stereoisomeri) dà il 2,4-dimetilpentano quando viene riscaldato in presenza di Cl_2 ?



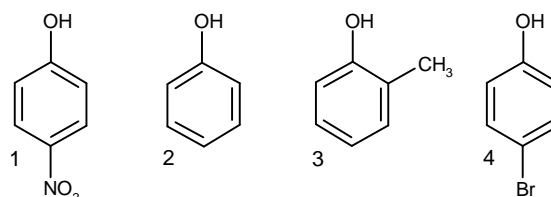
- A) 2 B) 3 C) 4 D) 5

59. Soluzione

La molecola data può legarsi al cloro in tre punti diversi mostrati dagli asterischi. Si possono formare quattro prodotti diversi di monocloração, dei quali i primi due sono enantiomeri. (Risposta C?)

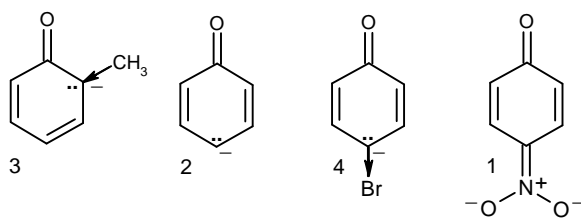


60. Tenendo conto degli effetti elettronici (induttivi e di risonanza) dei sostituenti mettere in ordine di acidità crescente i seguenti fenoli.



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

60. Soluzione



L'acidità dei fenoli cresce se aumenta la loro capacità di stabilizzare la carica negativa del fenato. Il più acido è il p-nitrofenolo per l'effetto elettronattrattore del nitrogruppo che stabilizza la carica negativa sia per effetto induttivo che per risonanza (B, C, D errate). Il meno acido è il 2-metilfenolo per l'effetto elettrondonatore del metile. La sequenza è 3, 2, 4, 1. (Risposta A?)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato