Verifica di fine parte III

Scienze naturali 4 · Parte III · Acidi e basi, ossidoriduzioni, chimica del carbonio · versione 1.0
Verifica: Verifica di fine parte III · pagine 199–202 del volume completo · estratto per lo studio

Acidi e basi, ossidoriduzioni, chimica del carbonio (parte III: capitoli 5–7). Tempo: 100 minuti. Punteggio totale: 100 punti. Puoi usare la calcolatrice e le tavole dell'appendice (masse atomiche, costanti degli acidi, indicatori, potenziali di riduzione, classi dei composti organici). Nei calcoli scrivi i passaggi e indica le unità di misura; dai i valori di pH con due decimali.

Punteggio. Scelta multipla: 2 punti per ogni risposta corretta (24 punti). Vero o falso: 2 punti ciascuno; 1 punto se la risposta è giusta ma la correzione dell'affermazione falsa manca o è sbagliata (12 punti). Applicare: 5 punti ciascuno, di cui 3 per l'impostazione e il procedimento e 2 per il risultato con le unità (40 punti). Indagare e argomentare: 6 punti ciascuno, 2 per i concetti scientifici corretti, 2 per la completezza del ragionamento, 2 per la chiarezza e l'uso del lessico specifico (24 punti).

Comprendere e ricordare (12 × 2 punti)

1. ● Nella reazione $NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$ la base coniugata dell'acqua è:
   - **A.** NH_4^+
   - **B.** NH_3
   - **C.** OH^-
   - **D.** H_3O^+

2. ● Una soluzione acquosa a 25 °C ha pH 9,00. Quale affermazione è corretta?
   - **A.** $[H_3O^+]$ è maggiore di $[OH^-]$
   - **B.** la soluzione è neutra
   - **C.** $[H_3O^+]$ vale 9,00 mol/L
   - **D.** $[OH^-]$ vale $1{,}0 \times 10^{-5}$ mol/L

3. ●● Due soluzioni 0,10 M contengono una l'acido nitroso, HNO_2, e l'altra l'acido cianidrico, HCN (appendice, Tabella D.1). Quale affermazione è corretta?
   - **A.** la soluzione di HNO_2 ha il pH più basso, perché il suo K_a è maggiore
   - **B.** la soluzione di HCN ha il pH più basso, perché il suo K_a è minore
   - **C.** le due soluzioni hanno lo stesso pH, perché hanno la stessa concentrazione
   - **D.** entrambe hanno pH 1,00, perché la concentrazione è 0,10 M

4. ●● Quale di queste miscele, in acqua, forma una soluzione tampone?
   A. HCl e NaCl
   B. CH_3COOH e CH_3COONa
   C. NaOH e NaCl
   D. HNO_3 e KNO_3

5. ●● Si titola una soluzione di acido acetico con NaOH. Usando la Tabella D.3 dell'appendice, l'indicatore più adatto è:
   A. il metilarancio
   B. il rosso metile
   C. la fenolftaleina
   D. il blu di bromotimolo

6. ● Nella reazione $2\ Mg + O_2 \rightarrow 2\ MgO$ il riducente è:
   A. O_2, che acquista elettroni
   B. Mg, che cede elettroni
   C. MgO, che si forma
   D. nessuno: non è un'ossidoriduzione

7. ● Il numero di ossidazione dell'azoto nello ione nitrato, NO_3^-, è:
   A. −3
   B. +3
   C. −1
   D. +5

8. ●● In base alla Tabella E.1 dell'appendice, quale di questi ioni ossida il ferro metallico a Fe^{2+} ma non ossida il rame metallico?
   A. Zn^{2+}
   B. Ag^+
   C. Ni^{2+}
   D. Mg^{2+}

9. ●●● Nella semireazione $2\ IO_3^- \rightarrow I_2$, bilanciata in ambiente acido, il numero di elettroni acquistati è:
   A. 10
   B. 5
   C. 6
   D. 12

10. ● Nella molecola del metano, CH_4, l'angolo fra due legami C–H è:

A. 90°
B. 109,5°
C. 120°
D. 180°

11. ● Quale di questi composti è un chetone?

A. CH_3CH_2CHO
B. CH_3CH_2COOH
C. $CH_3CH_2OCH_3$
D. $CH_3COCH_2CH_3$

12. ●● L'addizione del bromo, Br_2, al propene, $CH_2{=}CHCH_3$, dà:

A. 1,2-dibromopropano
B. 1-bromopropano
C. 2-bromopropano
D. 1,3-dibromopropano

Vero o falso (6 × 2 punti; correggi le affermazioni false)

13. ● Una soluzione acquosa con pH 7 è neutra a qualunque temperatura.

14. ●● Se si diluisce dieci volte una soluzione di acido acetico, il suo pH aumenta esattamente di un'unità.

15. ● In una semireazione di riduzione gli elettroni compaiono fra i reagenti.

16. ●● Nell'equazione complessiva bilanciata di un'ossidoriduzione compaiono gli elettroni scambiati.

17. ● Gli alcheni hanno formula generale C_nH_{2n+2}.

18. ●● Il cis-but-2-ene si trasforma nel trans-but-2-ene per semplice rotazione attorno al doppio legame.

Applicare (8 × 5 punti)

19. ● Calcola il pH e il pOH a 25 °C di una soluzione di acido cloridrico, HCl, 0,0025 M.

20. ●● Per titolare 20,00 mL di una soluzione di acido cloridrico servono 12,50 mL di NaOH 0,1000 M. Calcola la concentrazione dell'acido e il pH della soluzione prima della titolazione.

21. ●●● Calcola il pH di una soluzione di acido nitroso, HNO_2, 0,40 M ($K_a = 5{,}6 \times 10^{-4}$) e la percentuale di molecole ionizzate; verifica che l'approssimazione usata sia accettabile.

22. ●● Il rame reagisce con l'acido nitrico concentrato e si libera diossido di azoto. Bilancia in ambiente acido con il metodo ionico-elettronico: $Cu + NO_3^- \rightarrow Cu^{2+} + NO_2$. Indica l'ossidante e il riducente.

23. ●●● Bilancia in ambiente acido: $MnO_4^- + SO_3^{2-} \rightarrow Mn^{2+} + SO_4^{2-}$. Scrivi le due semireazioni e controlla atomi e cariche.

24. ●●● Per titolare 20,00 mL di una soluzione acida di ioni Fe^{2+} servono 15,20 mL di $KMnO_4$ 0,02000 M ($MnO_4^- + 5\ Fe^{2+} + 8\ H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 5\ Fe^{3+} + 4\ H_2O$). Calcola la concentrazione degli ioni Fe^{2+} in mol/L e in g/L.

25. ●● Dai il nome IUPAC a questi composti e indica la classe di ciascuno: a) $CH_3CH(CH_3)CH_2CH_2CH_3$; b) $CH_3CH{=}CHCH_2CH_3$; c) $CH_3CH_2CH_2OH$; d) $CH_3CH_2COOCH_3$. Quale dei quattro esiste come coppia di isomeri cis/trans?

26. ●● Scrivi le formule condensate dei prodotti organici: a) ossidazione del butan-1-olo, in due passaggi; b) addizione di HBr all'etene; c) esterificazione dell'acido etanoico con il metanolo (scrivi l'equazione e dai il nome all'estere).

Indagare e argomentare (4 × 6 punti)

27. ●● Una soluzione contiene ammoniaca, NH_3, e cloruro di ammonio, NH_4Cl, in concentrazioni simili. Spiega, con le equazioni, perché il suo pH cambia poco se si aggiunge un po' di HCl o un po' di NaOH, e perché smette di funzionare se l'acido aggiunto supera la quantità di NH_3 presente.

28. ●●● Un secchio d'acciaio zincato e una scatoletta di latta (acciaio ricoperto di stagno) vengono graffiati fino al ferro e lasciati sotto la pioggia. Usando la Tabella E.1 dell'appendice, prevedi quale dei due arrugginisce prima e spiega perché, scrivendo le semireazioni di ossidazione che avvengono nei due casi.

29. ●●● L'etanolo, CH_3CH_2OH, bolle a 78 °C, mentre il metossimetano, CH_3OCH_3, bolle a −25 °C. a) Che relazione c'è fra i due composti? b) Spiega la differenza con le forze intermolecolari. c) Spiega perché l'etanolo si mescola con l'acqua in ogni proporzione, mentre l'esan-1-olo, $CH_3(CH_2)_5OH$, è poco solubile.

30. ●●● La combustione dei combustibili fossili lega fra loro i tre capitoli di questa parte. a) Mostra che la combustione del metano è un'ossidoriduzione, indicando i numeri di ossidazione del carbonio e dell'ossigeno. b) Spiega come la CO_2 e gli ossidi di zolfo prodotti dalla combustione modificano il pH della pioggia e del mare, con almeno un'equazione. c) Proponi due azioni per ridurre questi effetti.

Soluzioni

1. C (2 punti). L'acqua cede un protone e diventa OH^-; NH_4^+ è l'acido coniugato di NH_3.

2. D (2 punti). pOH = 14,00 − 9,00 = 5,00, quindi $[OH^-] = 1{,}0 \times 10^{-5}$ mol/L; la soluzione è basica.

3. A (2 punti). $K_a(HNO_2) = 5{,}6 \times 10^{-4} \gg K_a(HCN) = 6{,}2 \times 10^{-10}$: a parità di concentrazione l'acido nitroso libera più H_3O^+. Sono acidi deboli, quindi il pH non è 1,00.

4. B (2 punti). Un acido debole e la sua base coniugata. Le altre coppie contengono un acido o una base forte e un sale neutro.

5. C (2 punti). Al punto di equivalenza la soluzione contiene ioni acetato ed è basica (pH sopra 7): serve un indicatore che viri in ambiente basico, come la fenolftaleina (8,2–10,0).

6. B (2 punti). Il magnesio passa da 0 a +2: cede elettroni, si ossida ed è il riducente; O_2 è l'ossidante.

7. D (2 punti). $x + 3 \times (-2) = -1$, quindi $x = +5$.

8. C (2 punti). $E°(Ni^{2+}/Ni) = -0{,}26$ V è maggiore di $E°(Fe^{2+}/Fe) = -0{,}45$ V e minore di $E°(Cu^{2+}/Cu) = +0{,}34$ V. Ag^+ ossida entrambi i metalli; Zn^{2+} e Mg^{2+} nessuno dei due.

9. A (2 punti). Ogni iodio passa da +5 a 0 e acquista 5 elettroni; gli atomi di iodio sono due: 10 elettroni ($2\ IO_3^- + 12\ H^+ + 10\ e^- \rightarrow I_2 + 6\ H_2O$; cariche: $-2 + 12 - 10 = 0$ a sinistra, 0 a destra).

10. B (2 punti). Carbonio ibridato sp^3, geometria tetraedrica.

11. D (2 punti). Butanone: il carbonile è fra due atomi di carbonio. A è un'aldeide, B un acido carbossilico, C un etere.

12. A (2 punti). Il legame π si apre e un atomo di bromo si lega a ciascuno dei due carboni del doppio legame, C1 e C2.

13. F (2 punti). La neutralità corrisponde a $[H_3O^+] = [OH^-]$; poiché K_w dipende dalla temperatura, il pH di neutralità vale 7,00 solo a 25 °C (a 37 °C è un po' più basso).

14. F (2 punti). Per un acido debole $[H_3O^+] \approx \sqrt{(K_a \cdot c)}$: diluendo dieci volte, $[H_3O^+]$ diminuisce di circa $\sqrt{10} \approx 3{,}2$ volte e il pH aumenta di circa 0,5 unità.

15. V (2 punti). Per esempio $Cu^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Cu$: chi si riduce acquista elettroni.

16. F (2 punti). Gli elettroni ceduti nell'ossidazione sono uguali a quelli acquistati nella riduzione e si semplificano: nell'equazione complessiva non compaiono.

17. F (2 punti). C_nH_{2n+2} è la formula degli alcani; quella degli alcheni è C_nH_{2n}.

18. F (2 punti). Il legame π impedisce la rotazione attorno a C=C: i due isomeri sono sostanze distinte, e per trasformarne uno nell'altro bisogna rompere il legame π.

19. pH = −log 0,0025 = 2,60; pOH = 14,00 − 2,60 = 11,40 (procedimento 3 punti, risultati 2 punti).

20. $n(NaOH) = 0{,}1000$ mol/L × 0,01250 L = $1{,}250 \times 10^{-3}$ mol = n(HCl); $c(HCl) = 1{,}250 \times 10^{-3}$ mol / 0,02000 L = 0,06250 mol/L. HCl è un acido forte: $[H_3O^+] = 0{,}06250$ mol/L e pH = 1,20 (procedimento 3 punti, risultati 2 punti).

21. $K_a \ll c$: $[H_3O^+] \approx \sqrt{(5{,}6 \times 10^{-4} \times 0{,}40)} = \sqrt{(2{,}24 \times 10^{-4})} = 1{,}5 \times 10^{-2}$ mol/L; pH = 1,82. Molecole ionizzate: $1{,}5 \times 10^{-2} / 0{,}40 \times 100 = 3{,}7$ %, sotto il 5 %: l'approssimazione è accettabile (procedimento 3 punti, risultati 2 punti).

22. Ossidazione: $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2\ e^-$. Riduzione: $NO_3^- + 2\ H^+ + e^- \rightarrow NO_2 + H_2O$ (N da +5 a +4), moltiplicata per 2. Somma: $Cu + 2\ NO_3^- + 4\ H^+ \rightarrow Cu^{2+} + 2\ NO_2 + 2\ H_2O$; cariche +2 = +2. Ossidante NO_3^-, riducente Cu (procedimento 3 punti, equazione e ruoli 2 punti).

23. Riduzione: $MnO_4^- + 8\ H^+ + 5\ e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4\ H_2O$ (× 2). Ossidazione: $SO_3^{2-} + H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 2\ H^+ + 2\ e^-$ (× 5). Sommando e semplificando H^+ e H_2O: $2\ MnO_4^- +$

$6\ H^+ + 5\ SO_3^{2-} \rightarrow 2\ Mn^{2+} + 5\ SO_4^{2-} + 3\ H_2O$. Controllo: Mn 2, S 5, O 23, H 6 per parte; cariche −6 = −6 (procedimento 3 punti, equazione 2 punti).

24. $n(MnO_4^-) = 0{,}02000\ mol/L \times 0{,}01520\ L = 3{,}040 \times 10^{-4}\ mol$; $n(Fe^{2+}) = 5 \times 3{,}040 \times 10^{-4} = 1{,}520 \times 10^{-3}\ mol$; $c = 1{,}520 \times 10^{-3}\ mol / 0{,}02000\ L = 0{,}07600\ mol/L$; in massa $0{,}07600\ mol/L \times 55{,}85\ g/mol = 4{,}245\ g/L$ (procedimento 3 punti, risultati 2 punti).

25. a) 2-metilpentano, alcano; b) pent-2-ene, alchene; c) propan-1-olo, alcol (primario); d) propanoato di metile, estere. Il pent-2-ene esiste come cis e trans: ognuno dei due carboni del doppio legame porta due gruppi diversi (nomi 3 punti, classi e isomeria 2 punti).

26. a) $CH_3CH_2CH_2CH_2OH \rightarrow CH_3CH_2CH_2CHO$ (butanale) → $CH_3CH_2CH_2COOH$ (acido butanoico); b) CH_3CH_2Br (bromoetano); c) $CH_3COOH + CH_3OH \rightleftarrows CH_3COOCH_3 + H_2O$, etanoato di metile (acetato di metile) (procedimento 3 punti, prodotti e nome 2 punti).

27. Traccia di risposta. NH_3/NH_4^+ è una coppia coniugata (base debole e suo acido). L'acido aggiunto è consumato dalla base: $NH_3 + H_3O^+ \rightarrow NH_4^+ + H_2O$; la base aggiunta dall'acido: $NH_4^+ + OH^- \rightarrow NH_3 + H_2O$. Ioni H_3O^+ e OH^- si trasformano in specie deboli e il pH varia poco. Quando tutta l'NH_3 è consumata, l'acido in più resta libero e il pH crolla: un tampone ha una capacità limitata. (Concetti 2, completezza 2, lessico 2.)

28. Traccia di risposta. $E°(Zn^{2+}/Zn) = -0{,}76\ V < E°(Fe^{2+}/Fe) = -0{,}45\ V < E°(Sn^{2+}/Sn) = -0{,}14\ V$. Nel secchio zincato lo zinco, riducente più forte, si ossida al posto del ferro ($Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2\ e^-$) anche nel graffio: il ferro è protetto. Nella latta lo stagno è meno riducente del ferro: nel graffio si ossida il ferro ($Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2\ e^-$), e la ruggine compare prima. L'ossigeno disciolto nell'acqua si riduce in entrambi i casi. (Concetti 2, completezza 2, lessico 2.)

29. Traccia di risposta. a) Sono isomeri di struttura (di gruppo funzionale): stessa formula C_2H_6O. b) Nell'etanolo l'H legato all'ossigeno forma legami a idrogeno fra le molecole; nel metossimetano non ci sono H legati all'ossigeno, e agiscono solo forze dipolo–dipolo e di London, più deboli. c) L'OH dell'etanolo forma legami a idrogeno con l'acqua e la catena è corta; nell'esan-1-olo la lunga catena apolare non interagisce con l'acqua e prevale. (Concetti 2, completezza 2, lessico 2.)

30. Traccia di risposta. a) $CH_4 + 2\ O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$: il carbonio passa da −4 a +4 (si ossida, riducente), l'ossigeno da 0 a −2 (si riduce, ossidante). b) $CO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3$, acido debole: abbassa il pH della pioggia (circa 5,6 anche senza inquinanti) e del mare (acidificazione degli oceani); gli ossidi di zolfo formano acido solforico ($2\ SO_2 + O_2 + 2\ H_2O \rightarrow 2\ H_2SO_4$), acido forte, e danno le piogge acide. c) Per esempio: risparmio energetico e fonti rinnovabili; combustibili desolforati e filtri sugli impianti; trasporto pubblico. (Concetti 2, completezza 2, lessico 2.)