Verifica di fine parte II

Scienze naturali 3 · Parte II · Legami, composti e soluzioni · versione 1.0
Verifica: Verifica di fine parte II · pagine 265–270 del volume completo · estratto per lo studio

Legami, composti e soluzioni (parte II: capitoli 6–10). Tempo: 100 minuti. Punteggio totale: 100 punti. Puoi usare la calcolatrice e le tavole dell'appendice (costanti, elementi, ioni, regole di solubilità). Nei calcoli scrivi i passaggi e indica sempre le unità di misura; dai i risultati con il numero corretto di cifre significative.

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 i passaggi e 2 per il risultato corretto 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. ● In quale di questi composti il legame è prevalentemente ionico?
   - **A.** CH_4
   - **B.** Cl_2
   - **C.** KF
   - **D.** HCl

2. ●● Quanti elettroni di valenza vanno disposti nella formula di Lewis dello ione carbonato, CO_3^{2-}?
   - **A.** 22
   - **B.** 24
   - **C.** 26
   - **D.** 18

3. ● I metalli conducono la corrente elettrica perché:
   - **A.** contengono ioni positivi e negativi liberi di muoversi
   - **B.** i loro atomi formano legami covalenti polari
   - **C.** hanno molecole piccole e leggere
   - **D.** alcuni elettroni sono delocalizzati in tutto il reticolo

4. ● Secondo la teoria VSEPR, la molecola di ammoniaca, NH_3, ha forma:

   A. piramidale trigonale, con angoli di circa 107°

   B. trigonale planare, con angoli di 120°

   C. tetraedrica, con angoli di 109,5° fra i legami N–H e nessuna coppia solitaria

   D. lineare

5. ●● Quale di queste molecole ha legami polari ma è apolare nel suo insieme?

   A. H_2O

   B. NH_3

   C. BF_3

   D. HCl

6. ●● Nella molecola di etino (acetilene), H–C≡C–H, gli atomi di carbonio sono ibridati:

   A. sp^3

   B. sp

   C. sp^2

   D. in nessun modo, perché il carbonio non forma legami tripli

7. ● Il numero di ossidazione del cromo nel dicromato di potassio, $K_2Cr_2O_7$, è:

   A. +6

   B. +3

   C. +7

   D. +12

8. ●● Il nome di Stock del composto $Fe_2(SO_4)_3$ è:

   A. solfato ferroso

   B. solfato di ferro(II)

   C. solfato di ferro(III)

   D. solfito di ferro(III)

9. ● Si sciolgono 0,50 mol di cloruro di potassio in acqua e si porta il volume a 250 mL. La molarità è:

   A. 0,125 M

   B. 0,50 M

   C. 1,25 M

   D. 2,0 M

10. ●●● Quale soluzione acquosa ha, idealmente, la stessa pressione osmotica di una soluzione 0,15 M di NaCl alla stessa temperatura?

    A. glucosio 0,15 M

    B. glucosio 0,30 M

    C. $CaCl_2$ 0,15 M

    D. glucosio 0,075 M

11. ● Quale di queste reazioni è un'ossidoriduzione?

A. $AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl + NaNO_3$

B. $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

C. $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

D. $Mg + 2\ HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$

12. ●●● Si mescolano soluzioni di carbonato di sodio e di nitrato di bario. L'equazione ionica netta è:

A. $Ba^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq) \rightarrow BaCO_3(s)$

B. $Na_2CO_3(aq) + Ba(NO_3)_2(aq) \rightarrow BaCO_3(s) + 2\ NaNO_3(aq)$

C. $Na^+(aq) + NO_3^-(aq) \rightarrow NaNO_3(s)$

D. nessuna: tutti i prodotti sono solubili

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

13. ● Nella molecola di cloro, Cl_2, il legame è covalente polare.

14. ●● Il legame a idrogeno è il legame covalente che unisce l'atomo di idrogeno all'atomo di ossigeno all'interno di una molecola d'acqua.

15. ● Il vetro è un solido amorfo: riscaldato, rammollisce gradualmente invece di fondere a una temperatura precisa.

16. ●● Nell'idruro di litio, LiH, l'idrogeno ha numero di ossidazione −1.

17. ●●● Una soluzione acquosa 1 molale e una soluzione acquosa 1 molare dello stesso soluto hanno sempre esattamente la stessa composizione.

18. ● In un'ossidoriduzione l'ossidante è la specie che acquista elettroni, e quindi si riduce.

Applicare (8 × 5 punti)

19. ●● Scrivi la formula di Lewis del fosgene, $COCl_2$ (atomo centrale C), contando gli elettroni di valenza, e calcola la carica formale di ogni atomo.

20. ● Calcola la differenza di elettronegatività dei legami Mg–O, S–O, C–H e H–F (valori dell'appendice) e classifica ciascun legame come covalente apolare, covalente polare o prevalentemente ionico, con le soglie convenzionali usate nel libro.

21. ●● Per ciascuna molecola indica la geometria prevista dalla teoria VSEPR, l'angolo di legame approssimato, l'ibridazione dell'atomo centrale e se la molecola è polare: a) tricloruro di boro, BCl_3 (B centrale); b) difluoruro di ossigeno, OF_2 (O centrale); c) tetrafluorometano, CF_4 (C centrale).

22. ● Scrivi la formula di: nitrato di magnesio; solfuro di potassio; idrogenocarbonato di calcio. Dai il nome (IUPAC o di Stock, e tradizionale) a: $Fe(OH)_2$; $HClO_3$; N_2O_5.

23. ●● Quanti grammi di solfato di rame(II) pentaidrato, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, servono per preparare 250,0 mL di soluzione 0,100 M di solfato di rame(II)? Si prelevano poi 10,00 mL di questa soluzione e si portano a 100,0 mL: qual è la nuova concentrazione?

24. ●●● Si sciolgono 11,1 g di cloruro di calcio, $CaCl_2$, in 500 g di acqua. Calcola la molalità e, supponendo un comportamento ideale, le temperature di congelamento e di ebollizione della soluzione a pressione normale.

25. ●● Quale massa di cloruro d'argento si ottiene aggiungendo nitrato d'argento in eccesso a 15,0 mL di una soluzione 0,140 M di cloruro di magnesio, $MgCl_2$? Quale volume minimo di nitrato d'argento 0,200 M occorre?

26. ●●● 25,00 mL di una soluzione di idrossido di potassio sono titolati con acido solforico 0,0500 M: il punto finale si raggiunge dopo l'aggiunta di 26,70 mL. Scrivi l'equazione bilanciata e calcola la molarità di KOH e la sua concentrazione in g/L.

Indagare e argomentare (4 × 6 punti)

27. ●● Lo iodio, I_2, si scioglie poco in acqua e molto in un solvente apolare come l'esano; il cloruro di sodio si comporta al contrario. Spiega queste osservazioni con i legami e le forze fra le particelle di soluto e di solvente.

28. ●●● Tre flaconi senza etichetta contengono soluzioni incolori di cloruro di sodio, carbonato di sodio e nitrato di sodio. Hai a disposizione acido cloridrico diluito e nitrato d'argento in soluzione. Progetta una sequenza di prove che permetta di riconoscerle con certezza, spiega perché l'ordine delle prove è importante e scrivi le equazioni ioniche nette delle reazioni attese. Indica le norme di sicurezza.

29. ●● D'inverno sulle strade ghiacciate si sparge cloruro di sodio, a volte cloruro di calcio. Spiega perché il sale abbassa la temperatura di congelamento dell'acqua. Confronta i due sali prima a parità di moli e poi a parità di massa: quale abbassa di più la temperatura di congelamento in ciascun caso (comportamento ideale)?

30. ●●● Una lamina di nichel immersa in una soluzione di nitrato d'argento si ricopre di argento; una lamina d'argento in una soluzione di solfato di nichel(II) resta inalterata. Spiega le due osservazioni con la serie di attività, scrivi l'equazione ionica netta della reazione che avviene e indica le variazioni dei numeri di ossidazione, l'ossidante e il riducente. Aggiungendo idrossido di sodio a una soluzione di solfato di nichel(II) si forma invece un precipitato verde: di quale composto si tratta, e perché questa reazione non è un'ossidoriduzione?

Tabella V2.1 Griglia di valutazione della verifica di fine parte II.

Sezione	Esercizi	Criteri	Punti
Comprendere e ricordare	1–12	12 domande a scelta multipla, 2 punti per risposta corretta, 0 se errata o non data	24
Vero o falso	13–18	2 punti ciascuno; 1 punto se manca la correzione dell'affermazione falsa	12
Applicare	19–26	8 problemi, 5 punti ciascuno: impostazione e passaggi 3, risultato con unità 2	40
Indagare e argomentare	27–30	4 domande aperte, 6 punti ciascuna: concetti 2, completezza 2, lessico 2	24
Totale			**100**

Soluzioni

1. C (2 punti). ΔEN(K–F) = 3,98 − 0,82 = 3,16 > 1,9; HCl 0,96 e C–H 0,35 sono covalenti, Cl_2 è covalente puro.

2. B (2 punti). C 4 + 3 × O 6 + 2 elettroni della carica = 24.

3. D (2 punti). Modello del «mare di elettroni»: gli elettroni di valenza sono delocalizzati e si muovono sotto l'azione di una differenza di potenziale.

4. A (2 punti). Quattro domini elettronici attorno a N, di cui una coppia solitaria: geometria piramidale, angolo ridotto a circa 107°.

5. C (2 punti). BF_3 è trigonale planare: i tre dipoli di legame B–F, uguali e a 120°, si annullano. H_2O, NH_3 e HCl sono polari.

6. B (2 punti). Ogni C ha due domini (il legame con H e il triplo legame): disposizione lineare, 180°, ibridazione sp; i due orbitali p non ibridati formano i due legami π del triplo legame.

7. A (2 punti). $2 \times (+1) + 2x + 7 \times (-2) = 0 \rightarrow x = +6$.

8. C (2 punti). Lo ione solfato ha carica 2−: tre solfati (6−) richiedono due ioni ferro con carica 3+. «Solfato ferroso» è il nome tradizionale di $FeSO_4$.

9. D (2 punti). c = 0,50 mol / 0,250 L = 2,0 M.

10. B (2 punti). NaCl 0,15 M libera 2 × 0,15 = 0,30 mol/L di particelle; il glucosio non si dissocia: serve 0,30 M. $CaCl_2$ 0,15 M darebbe 0,45 mol/L di particelle.

11. D (2 punti). Mg passa da 0 a +2, H da +1 a 0. Nelle altre reazioni nessun numero di ossidazione cambia.

12. A (2 punti). $BaCO_3$ è insolubile; Na^+ e NO_3^- sono spettatori. La B è l'equazione molecolare, non quella netta.

13. F. ΔEN = 0: il legame è covalente puro (apolare). (2 punti)

14. F. Il legame a idrogeno è un'attrazione fra molecole: fra un H legato a O (o N, F) di una molecola e una coppia solitaria di O, N o F di un'altra molecola; è molto più debole del legame covalente O–H. (2 punti)

15. V. Nel vetro le particelle non hanno un ordine regolare a lungo raggio: non c'è una temperatura alla quale si rompe di colpo un reticolo ordinato, e il solido rammollisce in un intervallo di temperature. (2 punti)

16. V. Negli idruri metallici l'idrogeno è legato a un metallo meno elettronegativo e ha n.o. −1; il litio ha +1. (2 punti)

17. F. La molalità si riferisce a 1 kg di solvente, la molarità a 1 L di soluzione: le due composizioni coincidono solo approssimativamente, nelle soluzioni acquose molto diluite. (2 punti)

18. V. L'ossidante acquista elettroni e il suo numero di ossidazione diminuisce; il riducente li cede e si ossida. (2 punti)

19. Elettroni di valenza: 4 + 6 + 2 × 7 = 24. C al centro, doppio legame C=O e due legami singoli C–Cl; due coppie solitarie su O, tre su ciascun Cl (24 elettroni, ottetto per tutti). Cariche formali: C = 4 − 0 − 4 = 0; O = 6 − 4 − 2 = 0; Cl = 7 − 6 − 1 = 0. Procedimento 3 punti, risultato 2. (5 punti)

20. Mg–O: 3,44 − 1,31 = 2,13 → prevalentemente ionico. S–O: 3,44 − 2,58 = 0,86 → covalente polare. C–H: 2,55 − 2,20 = 0,35 → covalente apolare (sotto 0,4). H–F: 3,98 − 2,20 = 1,78 → covalente polare. Le soglie sono convenzionali. Procedimento 3 punti, risultato 2. (5 punti)

21. a) BCl_3: tre domini, nessuna coppia solitaria sul boro, trigonale planare, 120°, B sp^2; legami B–Cl polari (ΔEN = 1,12) ma i tre dipoli a 120° si annullano: apolare. b) OF_2: 20 elettroni di valenza, quattro domini sull'ossigeno (due legami, due coppie solitarie), piegata, angolo minore di 109,5° (circa 103°), O sp^3; legami O–F polari (ΔEN = 0,54) non opposti: polare. c) CF_4: quattro domini, tutti legami, tetraedri-

ca, 109,5°, C sp^3; quattro dipoli C–F uguali si annullano: apolare. Procedimento 3 punti, risultato 2. (5 punti)

22. $Mg(NO_3)_2$; K_2S; $Ca(HCO_3)_2$. $Fe(OH)_2$: idrossido di ferro(II) (idrossido ferroso); $HClO_3$: acido clorico (n.o. del cloro +5); N_2O_5: pentossido di diazoto, o ossido di azoto(V) (anidride nitrica). Procedimento 3 punti, risultato 2. (5 punti)

23. $M(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = 159{,}61 + 5 \times 18{,}016 = 249{,}69$ g/mol; $n = 0{,}100 \times 0{,}2500 = 0{,}025\,00$ mol; $m = 0{,}025\,00 \times 249{,}69 = 6{,}24$ g (una mole di idrato contiene una mole di $CuSO_4$). Diluizione: $c_2 = 0{,}100 \times 10{,}00/100{,}0 = 0{,}0100$ M. Procedimento 3 punti, risultato 2. (5 punti)

24. $M(CaCl_2) = 110{,}98$ g/mol; $n = 11{,}1/110{,}98 = 0{,}100$ mol; $b = 0{,}100/0{,}500 = 0{,}200$ mol/kg; $i = 3$. $\Delta T_{cr} = 3 \times 1{,}86 \times 0{,}200 = 1{,}12$ °C → congela a −1,12 °C. $\Delta T_{eb} = 3 \times 0{,}512 \times 0{,}200 = 0{,}307$ °C → bolle a 100,31 °C. Procedimento 3 punti, risultato 2. (5 punti)

25. $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl(s)$. $n(MgCl_2) = 0{,}140 \times 0{,}0150 = 2{,}10 \times 10^{-3}$ mol; $n(Cl^-) = 4{,}20 \times 10^{-3}$ mol $= n(AgCl)$; $m = 4{,}20 \times 10^{-3} \times 143{,}35 = 0{,}602$ g. Volume minimo di $AgNO_3$: $4{,}20 \times 10^{-3}/0{,}200 = 0{,}0210$ L = 21,0 mL. Procedimento 3 punti, risultato 2. (5 punti)

26. $H_2SO_4 + 2\ KOH \rightarrow K_2SO_4 + 2\ H_2O$. $n(H_2SO_4) = 0{,}0500 \times 0{,}026\,70 = 1{,}335 \times 10^{-3}$ mol; $n(KOH) = 2{,}670 \times 10^{-3}$ mol; $c = 2{,}670 \times 10^{-3}/0{,}02500 = 0{,}1068$ M → 0,107 M (tre cifre significative, come la concentrazione dell'acido); $M(KOH) = 56{,}11$ g/mol; $0{,}1068 \times 56{,}11 = 5{,}99$ g/L (calcolato con il valore non arrotondato). Procedimento 3 punti, risultato 2. (5 punti)

27. Traccia (6 punti). I_2 è apolare: fra le sue molecole agiscono forze di London, e con l'esano, anch'esso apolare, si stabiliscono interazioni dello stesso tipo; l'acqua è polare e legata da legami a idrogeno, che le molecole di I_2 romperebbero senza offrire interazioni equivalenti. NaCl è un solido ionico: in acqua gli ioni sono stabilizzati da interazioni ione–dipolo (idratazione, ossigeno verso Na^+, idrogeno verso Cl^-); l'esano non ha dipoli e non può compensare l'energia reticolare. Regola: «il simile scioglie il simile».

28. Traccia (6 punti). Prima prova: qualche goccia di HCl diluito su un campione di ciascuna soluzione; effervescenza solo con il carbonato: $CO_3^{2-} + 2\ H^+ \rightarrow H_2O + CO_2$. Seconda prova, su campioni nuovi delle altre due: nitrato d'argento; precipitato bianco con il cloruro, $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl(s)$; nessun precipitato con il nitrato. L'ordine conta perché il nitrato d'argento dà un precipitato anche con il carbonato (Ag_2CO_3 è insolubile), e si confonderebbero carbonato e cloruro; per lo stesso motivo il nitrato d'argento non si aggiunge ai campioni già trattati con HCl, che contengono ioni cloruro: ogni prova si fa su un campione piccolo e nuovo. Sicurezza: occhiali, guanti (il nitrato d'argento macchia la pelle), residui d'argento nel contenitore apposito.

29. Traccia (6 punti). Le particelle di soluto ostacolano la formazione del reticolo del ghiaccio: la temperatura di congelamento si abbassa di $\Delta T = i \cdot K_{cr} \cdot b$, proporzionale al numero di particelle, non alla loro natura. A parità di moli $CaCl_2$ ($i = 3$) abbassa di più di NaCl ($i = 2$). A parità di massa: 1 g di NaCl dà $2/58{,}44 = 0{,}0342$ mol di ioni, 1 g di $CaCl_2$ $3/110{,}98 = 0{,}0270$ mol: in queste condizioni ideali è più efficace NaCl. (Nella pratica si usa $CaCl_2$ anche per altre ragioni, che non si chiedono qui.)

30. Traccia (6 punti). Nella serie di attività il nichel precede l'argento: sposta i suoi ioni; l'argento segue il nichel e non lo sposta. $Ni(s) + 2\ Ag^+(aq) \rightarrow Ni^{2+}(aq) + 2\ Ag(s)$; Ni da 0 a +2 (si ossida, riducente), Ag da +1 a 0 (Ag^+ si riduce, ossidante); NO_3^- spettatore. Con NaOH: $Ni^{2+}(aq) + 2\ OH^-(aq) \rightarrow Ni(OH)_2(s)$, idrossido di nichel(II), insolubile come la maggior parte degli idrossidi; nessun n.o. cambia (Ni +2, O −2, H +1): è una precipitazione per doppio scambio, non una redox.