Verifica di fine parte I

Scienze naturali 3 · Parte I · La quantità chimica e la struttura dell'atomo · versione 1.0
Verifica: Verifica di fine parte I · pagine 135–138 del volume completo · estratto per lo studio

La quantità chimica e la struttura dell'atomo (parte I: capitoli 1–5). Tempo: 100 minuti. Punteggio totale: 100 punti. Puoi usare la calcolatrice e le tavole dell'appendice (costanti, elementi, ioni). 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. ● Quante molecole contengono 0,500 mol di ammoniaca, NH_3?
   - **A.** $6{,}022 \times 10^{23}$
   - **B.** $1{,}204 \times 10^{24}$
   - **C.** $3{,}011 \times 10^{23}$
   - **D.** $3{,}011 \times 10^{22}$

2. ●● Un composto ha formula molecolare $C_4H_8O_2$. La sua formula minima è:
   - **A.** CH_2O
   - **B.** C_2H_4O
   - **C.** CHO
   - **D.** $C_4H_8O_2$

3. ● A 0 °C e 1 atm, 2,00 mol di un gas ideale occupano:
   - **A.** 22,41 L
   - **B.** 49,58 L
   - **C.** 44,82 L
   - **D.** 11,21 L

4. ●● Per la reazione $N_2 + 3\ H_2 \rightarrow 2\ NH_3$ si mescolano 2 mol di N_2 e 3 mol di H_2. Il reagente limitante è:
   - **A.** N_2, perché ce n'è di meno
   - **B.** nessuno: i reagenti sono in rapporto stechiometrico
   - **C.** entrambi
   - **D.** H_2

5. ● Quale coppia è formata da due isotopi dello stesso elemento?
   - **A.** carbonio-12 e carbonio-13
   - **B.** carbonio-14 e azoto-14
   - **C.** O_2 e O_3
   - **D.** Na e Na^+

6. ●● Lo ione cloruro $^{37}Cl^-$ contiene:
   - **A.** 17 protoni, 20 neutroni, 16 elettroni
   - **B.** 17 protoni, 20 neutroni, 18 elettroni
   - **C.** 18 protoni, 19 neutroni, 17 elettroni
   - **D.** 17 protoni, 37 neutroni, 18 elettroni

7. ● Se la lunghezza d'onda di una radiazione raddoppia, l'energia dei suoi fotoni:
   - **A.** si dimezza
   - **B.** resta la stessa
   - **C.** raddoppia
   - **D.** diventa quattro volte più piccola

8. ●● La configurazione elettronica dello ione Co^{2+} ($Z = 27$) è:
   - **A.** $[Ar]\ 3d^7\ 4s^2$
   - **B.** $[Ar]\ 3d^5\ 4s^2$
   - **C.** $[Ar]\ 3d^6\ 4s^1$
   - **D.** $[Ar]\ 3d^7$

9. ● Nello stato fondamentale dell'azoto i tre elettroni 2p occupano tre orbitali diversi, con spin paralleli. Lo stabilisce:
   - **A.** il principio di esclusione di Pauli
   - **B.** il principio di indeterminazione
   - **C.** la regola di Hund
   - **D.** la regola dell'ottetto

10. ● Gli elementi del gruppo 17 si chiamano:
    - **A.** metalli alcalini
    - **B.** alogeni
    - **C.** gas nobili
    - **D.** metalli alcalino-terrosi

11. ●● Fra litio, sodio, potassio e rubidio, quale ha la prima energia di ionizzazione più alta?

A. il litio
B. il potassio
C. il sodio
D. il rubidio

12. ●●● Quale serie di specie è ordinata per raggio crescente?

A. $O^{2-} < F^- < Na^+ < Mg^{2+}$
B. $Na^+ < Mg^{2+} < F^- < O^{2-}$
C. $F^- < O^{2-} < Mg^{2+} < Na^+$
D. $Mg^{2+} < Na^+ < F^- < O^{2-}$

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

13. ● Vero o falso? Una mole di diossido di carbonio e una mole di acqua contengono lo stesso numero di molecole.

14. ●● Vero o falso? Se in una reazione si raddoppia la massa del solo reagente in eccesso, la massa di prodotto che si forma raddoppia.

15. ●● Vero o falso? Il cloro-35 e il cloro-37 hanno le stesse proprietà chimiche, perché nell'atomo neutro hanno lo stesso numero di elettroni.

16. ●● Vero o falso? Nel modello quantistico l'elettrone dell'atomo di idrogeno percorre un'orbita circolare di raggio fisso.

17. ●● Vero o falso? L'argon è più elettronegativo del cloro, che lo precede nel periodo.

18. ●●● Vero o falso? Il potassio cede il suo elettrone di valenza più facilmente del sodio perché quell'elettrone si trova in un livello più lontano dal nucleo.

Applicare (8 × 5 punti)

19. ●● Un ossido di zolfo contiene il 40,05 % in massa di zolfo. Ricava la formula minima. Sapendo che la massa molare è 80,1 g/mol, scrivi la formula molecolare.

20. ●●● Si scaldano 10,0 g di ferro con 8,00 g di zolfo, che reagiscono secondo $Fe + S \rightarrow FeS$. a) Qual è il reagente limitante? b) Qual è la massa teorica di FeS? c) Quanta massa del reagente in eccesso avanza? d) Se si ottengono 14,2 g di FeS, qual è la resa percentuale?

21. ●●● Il bicarbonato di sodio (idrogenocarbonato di sodio) si decompone per riscaldamento: $2\,NaHCO_3(s) \rightarrow Na_2CO_3(s) + H_2O(g) + CO_2(g)$. Quale volume di CO_2, misurato a 25 °C e 1 bar, si libera da 5,00 g di $NaHCO_3$? Usa il volume molare.

22. ●●● Il gallio naturale è formato da gallio-69 (massa 68,9256 u, abbondanza 60,11 %) e gallio-71 (70,9247 u, 39,89 %). a) Calcola la massa atomica media e confrontala con la tabella dell'appendice. b) Quanti protoni, neutroni ed elettroni contiene lo ione $^{71}Ga^{3+}$ ($Z = 31$)?

23. ●● Nei saggi alla fiamma il litio dà una riga rossa di lunghezza d'onda 670,8 nm, il sodio una riga gialla di 589,0 nm. a) Calcola la frequenza e l'energia di un fotone di ciascuna riga. b) Quale dei due fotoni ha più energia, e quante volte di più?

24. ● Scrivi la configurazione elettronica completa e abbreviata dell'arsenico (Z = 33) e indica quanti elettroni spaiati ha. Scrivi poi la configurazione dello ione Ni^{2+} (Z = 28) e indica quanti elettroni spaiati ha.

25. ● Un elemento ha configurazione elettronica [Kr] $4d^{10}\ 5s^2\ 5p^2$. Indica periodo, gruppo e blocco, quanti elettroni di valenza ha, e di quale elemento si tratta (usa la tavola periodica).

26. ●● Quattro elementi consecutivi del terzo periodo hanno queste energie di prima ionizzazione, in kJ/mol, in ordine di numero atomico crescente: 1012, 1000, 1251, 1521 (dati NIST). a) Di quali elementi si tratta, sapendo che l'ultimo è un gas nobile? b) Spiega perché il secondo valore è minore del primo, usando le configurazioni.

Indagare e argomentare (4 × 6 punti)

27. ●● Progetta un esperimento per ricavare la formula minima dell'ossido di magnesio: si brucia in un crogiolo una massa nota di nastro di magnesio e si pesa il prodotto. Indica quali masse misuri, come calcoli la formula, quale errore commetteresti se una parte del fumo bianco sfuggisse dal crogiolo, e le norme di sicurezza.

28. ●●● Nel modello di Thomson la carica positiva era distribuita in tutto il volume dell'atomo. Spiega che cosa ci si aspettava di osservare, secondo questo modello, nell'esperimento di Geiger e Marsden, che cosa si osservò davvero e quali conclusioni ne trasse Rutherford sulla struttura dell'atomo.

29. ●● Nei fuochi d'artificio i sali di stronzio danno il rosso e quelli di bario il verde. Spiega, con il modello dei livelli di energia, perché ogni elemento emette luce di colori caratteristici e perché il suo spettro di emissione è a righe e non continuo.

30. ●●● Spiega perché la tavola periodica ha la forma che ha: perché i blocchi s, p, d, f sono larghi 2, 6, 10 e 14 caselle, perché i periodi contengono 2, 8, 8, 18, 18, 32 e 32 elementi, e perché gli elementi di uno stesso gruppo hanno proprietà chimiche simili.

Tabella V1.1 Griglia di valutazione della verifica di fine parte I.

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). $N = 0{,}500\ \text{mol} \times 6{,}022 \times 10^{23}\ \text{mol}^{-1} = 3{,}011 \times 10^{23}$.

2. B (2 punti). Si dividono gli indici per il loro massimo comun divisore, 2.

3. C (2 punti). 2,00 mol × 22,41 L/mol = 44,82 L. 49,58 L è il volume a 25 °C e 1 bar.

4. D (2 punti). Per 2 mol di N_2 servirebbero 6 mol di H_2: con 3 mol l'idrogeno finisce per primo (n/coefficiente: N_2 2/1 = 2, H_2 3/3 = 1).

5. A (2 punti). Stesso Z (6), diverso numero di neutroni. B ha lo stesso A ma Z diverso; C sono due forme allotropiche; D un atomo e il suo ione.

6. B (2 punti). $Z = 17$; $N = 37 - 17 = 20$; elettroni 17 + 1 = 18.

7. A (2 punti). $E = h\nu = hc/\lambda$: l'energia è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda.

8. D (2 punti). Il cobalto è [Ar] $3d^7\ 4s^2$ (A); formando lo ione perde per primi i due elettroni 4s.

9. C (2 punti). Il principio di Pauli limita a due gli elettroni di un orbitale, ma non dice come si distribuiscono fra orbitali della stessa energia.

10. B (2 punti). Fluoro, cloro, bromo, iodio, astato: configurazione di valenza $ns^2\ np^5$.

11. A (2 punti). Scendendo lungo il gruppo l'elettrone di valenza è più lontano dal nucleo: Li 520, Na 496, K 419, Rb 403 kJ/mol (NIST).

12. D (2 punti). Sono isoelettroniche (10 elettroni): il raggio diminuisce al crescere di Z (12, 11, 9, 8); raggi 72, 102, 133, 140 pm.

13. V. Ogni mole contiene $6{,}022 \times 10^{23}$ entità, qualunque sia la sostanza; cambiano le masse (44,01 g e 18,02 g). (2 punti)

14. F. La quantità di prodotto dipende dal reagente limitante, che non cambia: aumenta soltanto l'avanzo del reagente in eccesso. (2 punti)

15. V. I due isotopi hanno lo stesso $Z = 17$, quindi 17 elettroni nell'atomo neutro, e il comportamento chimico dipende dagli elettroni; differiscono solo per il numero di neutroni (18 e 20), cioè per la massa. (2 punti)

16. F. Le orbite sono del modello di Bohr; nel modello quantistico l'elettrone è descritto da un orbitale, una regione in cui la probabilità di trovarlo è alta, senza traiettoria definita. (2 punti)

17. F. L'argon non ha un valore di elettronegatività: non forma composti, quindi non ci sono legami su cui misurarla. Non va confusa l'elettronegatività con l'energia di ionizzazione, che nell'argon è effettivamente più alta. (2 punti)

18. V. L'elettrone di valenza del potassio sta nel livello 4, più lontano dal nucleo di quello del sodio (livello 3); gli 8 protoni in più sono schermati da 8 elettroni interni in più, e la carica efficace resta circa +1. Per questo l'energia di prima ionizzazione scende da 495,8 a 418,8 kJ/mol. (2 punti)

19. In 100 g: n(S) = 40,05 g / 32,06 g/mol = 1,249 mol; n(O) = 59,95 g / 16,00 g/mol = 3,747 mol. Rapporto O/S = 3,000: formula minima SO_3 (massa formula 80,06). 80,1/80,06 = 1: formula molecolare SO_3 (triossido di zolfo). Procedimento 3 punti, risultato 2. (5 punti)

20. n(Fe) = 10,0 / 55,85 = 0,179 mol; n(S) = 8,00 / 32,06 = 0,250 mol. a) Rapporto 1 : 1, quindi limita il ferro. b) M(FeS) = 87,91 g/mol; 0,179 mol × 87,91 g/mol = 15,7 g. c) Zolfo avanzato: (0,2495 − 0,1791) mol × 32,06 g/mol = 2,26 g. d) 14,2 / 15,74 × 100 = 90,2 %. Procedimento 3 punti (moli e confronto n/coefficiente), risultati 2. (5 punti)

21. $M(NaHCO_3)$ = 84,01 g/mol; n = 5,00 / 84,01 = 0,0595 mol; $n(CO_2)$ = 0,0595 / 2 = 0,0298 mol. A 25 °C e 1 bar il volume molare è 24,79 L/mol: V = 0,029 76 mol × 24,79 L/mol = 0,738 L. Procedimento 3

punti (rapporto 2 : 1, volume molare delle condizioni indicate), risultato 2. (5 punti)

22. a) 68,9256 u × 0,6011 + 70,9247 u × 0,3989 = 41,431 u + 28,292 u = 69,72 u, uguale al valore dell'appendice (dati isotopici: NIST). b) 31 protoni, 71 − 31 = 40 neutroni, 31 − 3 = 28 elettroni. Procedimento 3 punti, risultati 2. (5 punti)

23. a) Litio: $\nu = c/\lambda = 2{,}998 \times 10^{8}$ m/s / $670{,}8 \times 10^{-9}$ m = $4{,}469 \times 10^{14}$ Hz; $E = h\nu = 6{,}626 \times 10^{-34}$ J·s × $4{,}469 \times 10^{14}$ Hz = $2{,}961 \times 10^{-19}$ J. Sodio: $\nu = 5{,}090 \times 10^{14}$ Hz; $E = 3{,}373 \times 10^{-19}$ J. b) Il fotone giallo del sodio, che ha lunghezza d'onda minore: 3,373/2,961 = 1,14 volte. Procedimento 3 punti, risultato 2. (5 punti)

24. As: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^3$ = [Ar] $3d^{10}\ 4s^2\ 4p^3$; 3 elettroni spaiati (Hund, uno per orbitale 4p). Ni^{2+}: il nichel è [Ar] $3d^8\ 4s^2$ e perde i due elettroni 4s: [Ar] $3d^8$, con 2 elettroni spaiati. Configurazioni 3 punti, elettroni spaiati 2. (5 punti)

25. Livello di valenza $n = 5$: periodo 5. Ultimo elettrone in un orbitale 5p: blocco p. Elettroni di valenza $5s^2\ 5p^2 = 4$, gruppo 4 + 10 = 14. È lo stagno, Sn (Z = 36 + 10 + 2 + 2 = 50). Posizione 3 punti, elemento ed elettroni di valenza 2. (5 punti)

26. a) Fosforo, zolfo, cloro, argon (Z = 15–18). b) P è [Ne] $3s^2\ 3p^3$, con un elettrone in ciascuno dei tre orbitali 3p; S è [Ne] $3s^2\ 3p^4$: in un orbitale 3p ci sono due elettroni che si respingono, e uno dei due si allontana più facilmente, nonostante la carica nucleare maggiore. Identificazione 2 punti, spiegazione 3. (5 punti)

27. Traccia (6 punti). Si pesano il crogiolo vuoto, il crogiolo con il magnesio e il crogiolo con il prodotto, scaldando fino a massa costante. Massa di O = massa del prodotto − massa del Mg; si calcolano le moli di Mg e di O e il loro rapporto (atteso 1 : 1, MgO). Se sfugge fumo di MgO, la massa del prodotto e quindi quella dell'ossigeno risultano troppo piccole: il rapporto O/Mg viene minore di 1. Sicurezza: occhiali, pinze per crogioli, crogiolo coperto e sollevato solo di poco, non guardare direttamente la fiamma del magnesio, non toccare il crogiolo caldo.

28. Traccia (6 punti). Con la carica positiva diffusa, il campo elettrico dentro l'atomo è debole e gli elettroni sono troppo leggeri per deviare le particelle α: ci si aspettavano solo deviazioni piccolissime. Si osservò che quasi tutte le particelle passavano la lamina d'oro senza deviare, ma alcune erano deviate di grandi angoli e pochissime respinte all'indietro. Rutherford concluse che la carica positiva e quasi tutta la massa sono concentrate in un nucleo minuscolo (circa 10^{-15}–10^{-14} m contro 10^{-10} m dell'atomo), circondato da elettroni in uno spazio quasi vuoto.

29. Traccia (6 punti). Il calore dell'esplosione porta gli elettroni degli atomi in livelli di energia più alti (stati eccitati); ricadendo verso livelli più bassi emettono fotoni con energia uguale alla differenza fra i livelli, $E = h\nu = hc/\lambda$. I livelli sono quantizzati, quindi sono possibili solo alcune differenze di energia: lo spettro è formato da righe di lunghezze d'onda definite. Ogni elemento ha i suoi livelli (diversa carica del nucleo, diversi elettroni), quindi le sue righe; il colore percepito dipende dalle righe più intense nel visibile.

30. Traccia (6 punti). Il numero quantico l determina il numero di orbitali di un sottolivello ($2l + 1$: 1, 3, 5, 7 per s, p, d, f) e ogni orbitale contiene al massimo 2 elettroni (Pauli): 2, 6, 10, 14 elettroni, cioè la larghezza dei blocchi. Ogni periodo comincia con un nuovo livello n e contiene i sottolivelli che si riempiono prima del successivo ns: 1s (2); 2s 2p (8); 3s 3p (8); 4s 3d 4p (18); 5s 4d 5p (18); 6s 4f 5d 6p (32); 7s 5f 6d 7p (32). Gli elementi di un gruppo hanno la stessa configurazione di valenza (cambia solo n), e le reazioni coinvolgono gli elettroni di valenza.