

## DOPO AVER RIPASSATO LA TEORIA FARE I SEGUENTI ESERCIZI

### FAI UN PASSO IN PIÙ

- 109** Trova sulla tavola periodica la massa atomica del gallio. In natura esistono due isotopi aventi rispettivamente massa atomica 68,93 e 70,92.
- Determina l'abbondanza relativa dei due isotopi.
- 110** La costante dei gas  $R$  vale  $8,3144 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$ . Calcola il valore di  $R$  in:
- a)  $\text{cal/K} \cdot \text{mol}$                       b)  $\text{L} \cdot \text{atm/K} \cdot \text{mol}$
- 111** Un sale idrato è costituito da: 25,8% di sodio, 2,82% di idrogeno, 17,4% di fosforo e 53,9% di ossigeno. La percentuale di acqua di cristallizzazione è 20,20%.
- Determina la formula minima del composto.
- 112** In un recipiente di  $25 \text{ dm}^3$  contenente ossigeno e azoto a  $25^\circ\text{C}$  a  $8,43 \cdot 10^7 \text{ Pa}$ , la pressione parziale dell'azoto è  $6,38 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .
- Calcola la massa in grammi di ciascun gas nel recipiente.
- 113** 5,50 g di un gas costituito al 12,58% di idrogeno e dall'87,42% di azoto occupano a  $100^\circ\text{C}$  e a 400 mmHg un volume pari a 10 L.
- Determina la formula minima e la formula molecolare del gas.

### FAI UN PASSO IN PIÙ

- 74** Supponiamo che un atomo, per esempio di idrogeno, abbia un raggio atomico dell'ordine di  $10^{-10} \text{ m}$  e un raggio nucleare dell'ordine di  $10^{-15} \text{ m}$ . Determina:
- a) il volume dell'atomo e il volume del nucleo;
- b) la parte del nucleo espressa come percentuale del volume dell'atomo;
- c) la densità dell'atomo di idrogeno e la densità del suo nucleo (per la massa dell'atomo di idrogeno assumi il valore di  $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  e considera la massa dell'elettrone trascurabile);
- d) il raggio che avrebbe la Luna se avesse la densità del nucleo dell'atomo di idrogeno. La massa della Luna è  $7,34 \cdot 10^{22} \text{ kg}$  e il suo raggio è  $1,74 \cdot 10^6 \text{ m}$ .

### APPLICA E ARGOMENTA

- 89** Metti a confronto i dispositivi usati per lo studio dei raggi catodici e per l'esperimento di Goldstein.
- 90** Metti a confronto le caratteristiche delle tre principali particelle subatomiche.
- 91** Realizza una tabella per riassumere i vari modelli atomici studiati fino a questo capitolo. Nella prima colonna elenca i modelli proposti, nella seconda le caratteristiche essenziali di ciascuno e nella terza gli esperimenti scientifici a supporto. Puoi aggiungere una colonna con la rappresentazione grafica dei modelli e prevederne una per i limiti del modello. Lascia spazio per ulteriori righe: nei prossimi capitoli miglioreremo la conoscenza dell'atomo.

### RISOLVERE PROBLEMI: METTIAMOCI ALLA PROVA

- 135** Un minerale è formato da solfuro di zinco ( $\text{ZnS}$ ), ma è ricco di impurità.
- Supponendo che la percentuale di  $\text{ZnS}$  nel minerale sia del 52%, calcola la percentuale di Zn.
- 136** Determina il numero di molecole di azoto che si ottengono per decomposizione di 1,00 kg di nitrato di ammonio,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , un composto usato come fertilizzante e come base per alcune miscele esplosive.
- Quale volume, misurato a STP, occupano le molecole di azoto liberate?
- 137** Gli idruri di boro sono composti binari di idrogeno e boro. Uno di questi idruri occupa un volume di 331 mL a  $25^\circ\text{C}$  e a 21 torr. La sua massa è 19,7 mg.
- Stabilisci se si tratta di  $\text{BH}_3$ ,  $\text{B}_2\text{H}_6$  o  $\text{B}_4\text{H}_{10}$ .
- 138** L'acetilene si usa nella saldatura dei metalli.
- a) Se 5,50 g di acetilene occupano 5,25 L a 1 atm e a  $30,0^\circ\text{C}$ , qual è la sua massa molare?
- b) Sapendo che l'acetilene è formato per il 92,3% di C e per il 7,74% di H, determina la formula empirica e la formula molecolare.
- 139** Un gas prodotto da una reazione chimica viene raccolto in un recipiente di 200 mL a  $25^\circ\text{C}$  e a 780 mmHg. La tara del recipiente è 28,57 g e il recipiente pieno pesa 28,94 g.
- Determina se si tratta di idrogeno,  $\text{H}_2$ , diossido di carbonio,  $\text{CO}_2$ , o ammoniaca,  $\text{NH}_3$ .
- 140** Un campione di 1,62 g di gas occupa 941 mL a 0,98 atm e a  $20^\circ\text{C}$ . Dalla sua decomposizione si ottengono 1,39 g di carbonio e 0,23 g di idrogeno.
- Qual è la sua composizione percentuale?
- 141** Dry Perc® è un prodotto impiegato per i lavaggi a secco, la cui formula minima è  $\text{CCl}_2$ . Alla temperatura di 423 K e alla pressione di 1,03 atm si trova sotto forma di vapore con densità 4,93 g/L.
- Determina la massa molecolare del composto e la sua formula molecolare.
- 83** Lo ione potassio,  $\text{K}^+$ , un nutriente essenziale per il corpo umano, si trova nel cibo come KCl. Uno degli isotopi naturali di K, il potassio-40, è radioattivo. La sua abbondanza naturale è di 0,0117%.
- a) Qual è il numero di protoni, neutroni ed elettroni di  $^{40}\text{K}^+$ ?
- b) Quanti ioni  $^{40}\text{K}^+$  sono presenti in 10,0 g di KCl?
- 85** L'elemento X è costituito da un solo isotopo. Un suo composto con il magnesio, Mg (MA = 24,31), che ha formula  $\text{MgX}_2$ , contiene il 61,00% di X. Determina:
- a) il numero delle moli di Mg e di X presenti in 100 g di composto;
- b) la massa molare e la massa atomica di X;
- c) il simbolo di X, il numero di massa e il numero di elettroni dell'atomo neutro.

**118** Nei casi di anemia, dovuta a carenza di ferro, può essere somministrato del solfato ferroso,  $\text{FeSO}_4$ , o del fluconato ferroso,  $\text{Fe}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$ .

- Se si assumono 200 mg di ciascuno dei due composti, quale fornirà la maggior quantità di ferro?

**119** Consultando la tavola periodica, ordina, in base alla massa molecolare crescente, i seguenti composti usati spesso nella vita quotidiana (non sempre puri e spesso in soluzione acquosa):

- sale da cucina,  $\text{NaCl}$ ;
  - fruttosio,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ;
  - bicarbonato di sodio,  $\text{NaHCO}_3$ ;
  - candeggina,  $\text{NaClO}$ ;
  - ammoniaca,  $\text{NH}_3$ ;
  - etanolo (alcol etilico),  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ;
  - metano,  $\text{CH}_4$ ;
  - smacchiatore per ruggine e frutta,  $\text{HF}$ ;
  - acido acetilsalicilico (aspirina),  $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$ .
- Controlla quali di queste sostanze sono presenti in casa tua; verifica se le etichette riportano gli usi del prodotto e le specifiche forme di cautela per la loro conservazione e/o per il loro uso.

## COLLEGA I CONCETTI

**120** Simona ha il doppio degli anni di Elena e Martina ha un'età pari a 1,5 volte quella di Simona.

- Supponendo che l'età di Elena sia presa come riferimento e uguale a 1, quanti anni hanno Simona e Martina?
- Prendendo come riferimento l'età di Simona, quali sarebbero le età delle altre?

**121** Perché è stata scelta la data del 23 ottobre per celebrare la mole (*Mole day*) con una festa che inizia alle 6:02 della mattina e termina alle 6:02 della sera? (*Suggerimento*: il giorno del pi greco è il 14 marzo.)

**122** Il numero di particelle in una mole è un numero enorme e difficile da immaginare. La Terra è abitata da circa 8 miliardi di persone mentre, secondo alcune stime, sulla Terra vivono 10 milioni di miliardi di formiche.

- Quali sono le quantità di esseri umani e di formiche espresse in moli?

**123** Nel 1928 Fleming identificò in una capsula di Petri una muffa efficace su vari tipi di batteri, la penicillina. Nel 1936 un biochimico tedesco, Chain, e un anatomopatologo australiano, Florey, ne stabilirono la composizione chimica: un campione di penicillina G conteneva 53,9% di carbonio, 4,8% di idrogeno, 7,9% di azoto, 9,0% di zolfo e 6,5% di sodio. Mancava almeno un elemento all'appello e i ricercatori ipotizzarono si trattasse di ossigeno.

- Determina la formula empirica della penicillina G.

**124** Un miscuglio di gas ha la composizione percentuale in moli:  $\text{SO}_2$  40%,  $\text{N}_2$  20%,  $\text{O}_2$  30%,  $\text{H}_2\text{O}$  10%.

- Calcola la composizione % *m/m*.

**125** Qual è la massa di campione, espressa in milligrammi, che rimane dopo aver sottratto  $1,69 \cdot 10^{20}$  molecole a  $7,85 \cdot 10^{-3}$  mol di  $\text{SO}_2$ ?

**126** Dimostra che la densità di un gas può essere calcolata a partire dalla legge del gas perfetto.

## RIFLETTI E IPOTIZZA

**127** Un campione di etano,  $\text{C}_2\text{H}_6$ , con massa pari a 7,5 g ha un numero di molecole pari a quello di un campione di pari massa di aldeide formica,  $\text{CH}_2\text{O}$ .

- Quale ipotesi puoi fare a riguardo?
- Ti aspetti che anche il numero di atomi nei due campioni sia lo stesso?

**128** Un oggetto di argento contiene  $3,011 \cdot 10^{23}$  atomi.

- Di quante volte sarebbe più pesante di un oggetto di alluminio con lo stesso numero di particelle?
- E se una posata d'argento pesasse quanto una posata di alluminio, quale sarebbe il rapporto fra il numero degli atomi nei due oggetti?

**129** Tre bombole di uguale capacità sono riempite con  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$  e  $\text{O}_2$  a STP.

- Quale ha massa inferiore?
- Quale contiene più molecole?
- Quale contiene più atomi?

**130** Una mole di acqua ha una massa di circa 18 g e può essere contenuta in una tazzina da caffè.

- Quale sarà, invece, la massa di una mole di chicchi di riso se in 1 g vi sono circa 40 chicchi?
- E quale sarà il volume, se assegniamo a ciascun chicco il volume di  $0,01 \text{ cm}^3$ ?

**131** L'analisi elementare di un campione di permanganato di potassio,  $\text{KMnO}_4$ , ha dato il risultato: K = 24,26%, Mn = 34,08% e O = 39,70%.

- Determina se il campione analizzato è puro.
- Come stabilisci se si tratta di impurezze di altri elementi?

**132** La legge di Graham è alla base di un metodo di purificazione. Quando una miscela gassosa diffonde nel vuoto, si arricchisce del componente più leggero secondo un *fattore di arricchimento* definito come il rapporto tra le velocità di diffusione dei due gas. L'isotopo uranio-235 viene separato dall'isotopo uranio-238 sfruttando le diverse velocità di diffusione dei rispettivi fluoruri  $^{235}\text{UF}_6$  e  $^{238}\text{UF}_6$ . La massa dell'uranio-235 è 235,0439299 mentre la massa dell'uranio-238 è 238,0507826.

- Calcola il fattore di arricchimento del processo.
- È sufficiente un solo ciclo per separare i due isotopi dell'uranio?

## FAI UN PASSO IN PIÙ

- 74** Il tecnezio-99 è un elemento artificiale adoperato in medicina a scopo diagnostico che emette raggi gamma con un'energia di 140,5 keV.
- Quanti protoni, elettroni e neutroni possiede un nuclide di  $^{99}\text{Tc}$ ?
  - Scrivi la sua configurazione elettronica. Quali sono i numeri quantici degli elettroni dello strato  $5s$ ?
  - Determina la lunghezza d'onda e la frequenza associate al fotone emesso.
- 95** Applicando la relazione  $E_n = -2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}/n^2$ , calcola le differenze di energia corrispondenti a  $E_2 - E_1$ ,  $E_3 - E_2$ ,  $E_4 - E_3$ ,  $E_7 - E_6$ .
- I valori ottenuti sono sufficienti per esprimere una considerazione generale. Quale?
  - Dovendo rappresentare con una scala la «discesa» di un elettrone dal settimo al primo livello, come disegneresti i gradini?

## RIFLETTI E IPOTIZZA

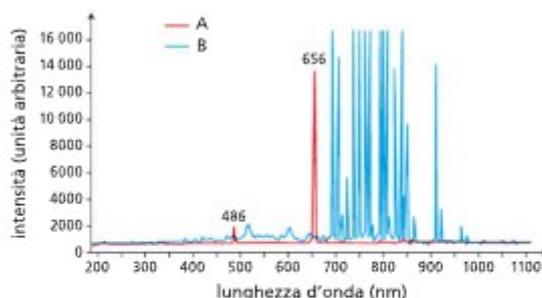
- 86** Trova la relazione matematica che consente di calcolare il numero di orbitali per ciascun sottolivello energetico.
- 87** È possibile ottenere una vibrazione con  $\lambda = 0,15 \text{ m}$  con una corda di chitarra lunga 45 cm?
- 88** Calcola il numero degli orbitali contenuti in un teorico sottolivello  $h$  con  $l = 5$ .
- 89** Rappresenta mediante quadratini e frecce un sottolivello  $4f$  parzialmente occupato da 7 elettroni. Fai una ricerca in rete per risalire alla forma degli orbitali  $f$ .

## APPLICA E ARGOMENTA

- 90** Spiega le principali differenze tra l'atomo di Rutherford e l'atomo di Bohr.
- 91** Metti a confronto i termini *orbita* e *orbitale*.
- 92** In che modo il dualismo onda-particella mette in crisi il modello di Bohr?
- 93** Spiega perché non esistono gli orbitali  $2d$  e  $3f$ .

## LEGGI I GRAFICI

- 94** Le lampade a scarica sfruttano la luce emessa da alcuni gas a bassa pressione che sono contenuti nel loro bulbo. Gli atomi dei gas sono eccitati al passaggio di corrente e, tornando allo stato fondamentale, emettono fotoni. I due grafici qui riportati rappresentano gli spettri di emissione di due lampade.



- Le lampade contengono lo stesso gas? Spiega la tua risposta.
- Quale delle due lampade contiene solo gas idrogeno?
- Perché lo spettro di emissione B è più ricco di picchi spettrali rispetto allo spettro A?
- Il picco più alto del grafico A coincide con una lunghezza d'onda di 656 nm. Calcola l'energia associata a fotoni corrispondenti a quella lunghezza d'onda, ricordando che  $E = h \cdot \nu$ .

- 75** Applica la formulazione matematica del principio di indeterminazione per calcolare l'incertezza sulla posizione nelle seguenti situazioni. Per rispondere, supponi che l'incertezza sulla velocità sia il 10% in entrambi i casi.
- Una palla da tennis di massa 58 g si muove con una velocità di 216 km/h.
  - Un elettrone di massa  $9,1 \cdot 10^{-31}$  kg si muove con una velocità di  $2,0 \cdot 10^6$  m/s.
- Che cosa puoi dedurre dai risultati ottenuti?
- 76** Nello spettro di emissione dell'atomo di idrogeno c'è una riga di frequenza  $3,08 \cdot 10^9$  MHz. Sapendo che l'energia dell'elettrone nello stato fondamentale è  $-13,6$  eV:
- determina l'energia e il valore di  $n$  dello stato iniziale;
  - fai una ricerca online o su altri libri di testo, e stabilisci in quale regione dello spettro elettromagnetico cade questa riga.

## IL LABORATORIO DELLE COMPETENZE

### LA CHIMICA IN PRATICA

- 77** Determina:
- l'energia associata a un fotone che viene emesso da una stazione radio a 91,3 FM ( $91,3 \cdot 10^6$  s<sup>-1</sup>);
  - l'energia emessa dai raggi gamma del cesio-137, che hanno frequenza  $1,60 \cdot 10^{20}$  s<sup>-1</sup>.
  - Qual è il rapporto tra gli ordini di grandezza delle due energie?
- 78** La sterilizzazione con raggi UV-C, che hanno lunghezza d'onda compresa tra 100 e 280 nm, si può utilizzare per disinfettare l'acqua. I raggi ultravioletti, infatti, sono in grado di inattivare il 99,9% dei microrganismi patogeni, lasciando le caratteristiche organolettiche dell'acqua inalterate. Questo è possibile perché i raggi UV non interagiscono con l'acqua, mentre hanno un effetto distruttivo sui microrganismi che sono formati sostanzialmente da molecole organiche complesse, costituite in prevalenza da atomi di carbonio legati tra loro.
- Poiché l'energia necessaria per rompere i legami carbonio-carbonio è di circa  $3,5 \cdot 10^7$  J/mol, spiega perché le lampade UV-C con lunghezza d'onda 250 nm sono impiegate nelle metodiche di sterilizzazione.
  - Sapresti dire se una comune lampada a incandescenza, che emette luce con una lunghezza d'onda 600 nm, potrebbe svolgere la stessa funzione?

- 79** Le fotocellule sono dispositivi contenenti due elettrodi: un anodo (polo positivo) e un catodo (polo negativo). Quando il catodo viene illuminato, emette elettroni per effetto fotoelettrico. Se un oggetto o una persona si pone tra la sorgente di luce e il catodo, quest'ultimo cessa di emettere elettroni e la corrente si interrompe, come accade, per esempio, per le porte degli ascensori.
- Dopo esserti documentato su questi dispositivi, scegli, fra i seguenti, il metallo che ritieni più adatto per il catodo:
    - cesio: frequenza di soglia =  $4,7 \cdot 10^{14}$  s<sup>-1</sup>;
    - argento: frequenza di soglia =  $1,14 \cdot 10^{15}$  s<sup>-1</sup>;
    - rame: frequenza di soglia =  $1,08 \cdot 10^{15}$  s<sup>-1</sup>.
  - Quali sono state le ragioni della tua scelta?
- 80** Lo sportello d'apertura del forno a microonde è di vetro e contiene una maglia metallica. Le microonde hanno una lunghezza d'onda di circa 12 cm; pertanto, i fori di pochi millimetri presenti nella maglia non permettono alle onde di uscire.
- Qual è l'energia dei fotoni associati alle microonde utilizzate nei forni?
  - Determina la quantità di fotoni (in mol) che serve per riscaldare 100 g di acqua da 25,0 °C a 75,0 °C.

### COLLEGA I CONCETTI

- 81** Due elementi allo stato ionico presentano la stessa configurazione elettronica  $1s^2 2s^2 2p^6$ . Un elemento assume carica 2-, l'altro carica 3+.
- Indica il nome dei due elementi.
- 82** Indica qual è il numero di elettroni contenuti in 30 g di ioni  $\text{Cu}^{2+}$ .
- 83** Per rompere i legami di una mole di  $\text{Cl}_2$  sono necessari 243,4 kJ di energia. Puoi rompere i legami irraggiando il gas con una luce di lunghezza d'onda opportuna.
- Qual è la lunghezza d'onda della radiazione?
  - In quale zona dello spettro si trova?
- 84** Lo ione sodio colora la fiamma di una caratteristica e intensa luce giallo-arancione con lunghezza d'onda pari a 589 nm.
- Calcola la frequenza della radiazione.
  - Qual è l'energia associata a una mole di fotoni con la frequenza della luce del sodio?
- 85** Uno degli strumenti più potenti per lo studio della natura fisica e chimica degli oggetti più lontani del cosmo (stelle, galassie e nebulose) è la loro analisi spettrale. Per lo studio del Sole è molto importante la cosiddetta riga H-alfa dello spettro dell'idrogeno, con lunghezza d'onda pari a  $\lambda = 656,28$  nm.
- Calcola l'energia del fotone emesso dall'atomo di idrogeno che porta alla produzione di questa riga e stabilisci la banda dello spettro a cui appartiene.
  - A quale salto elettronico è dovuta la riga?

## FAI UN PASSO IN PIÙ

- 53** Per quantificare l'effetto di schermo in un atomo polielettronico considera un atomo di litio. Ipotizza l'attrazione del nucleo di un atomo di elio sull'elettrone che si trova nel livello 2s.
- a) Se ciascun elettrone compensasse esattamente una carica positiva, quale sarebbe la carica «sentita» dall'elettrone più esterno?
- L'energia di ionizzazione dell'elettrone del secondo guscio del litio è 13,6 eV. Possiamo stimare la carica effettiva con la relazione:
- $$Z_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{\text{energia di ionizzazione}}{n^2}}$$
- b) Determina la carica effettiva dell'atomo di litio. Come commenti il risultato ottenuto?
- 54** Scarica l'app e, facendo riferimento ai valori riportati nella tavola periodica interattiva per gli elementi con Z compreso tra 21 e 30, costruisci un grafico che illustri l'andamento del raggio atomico.
- a) Perché il raggio di questi elementi varia di poco?
- b) Costruisci un secondo grafico con i valori di energia di ionizzazione: che cosa osservi?

## IL LABORATORIO DELLE COMPETENZE

### LA CHIMICA IN PRATICA

- 55** Perché litio, sodio e potassio sono conservati sotto etere di petrolio? Quali sono i pittogrammi che puoi trovare sulle confezioni di questi elementi? Le indicazioni di pericolo sono codificate come frasi H (*Hazard statements*) e i consigli di prudenza

come frasi P (*Precautionary statements*) in base al regolamento CLP (*Classification, Labelling and Packaging*) n. 1272/2008 relativo alle norme per l'etichettatura e imballaggio delle sostanze.

- Quali frasi H e P trovi nelle schede di dati di sicurezza, disponibili online, di queste sostanze?
- 56** La sigla RAEE identifica i rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche che devono essere trattati come rifiuti speciali. La raccolta differenziata permette, oltre a ridurre l'inquinamento, di limitare le problematiche legate all'approvvigionamento di alcuni elementi, in particolare per gli elementi appartenenti al gruppo delle terre rare.
- Fai una ricerca sul web per individuare le zone di distribuzione geografica dei giacimenti e discuti di questo aspetto con compagne e compagni.

### COLLEGA I CONCETTI

- 57** Perché l'andamento dell'elettronegatività nella tavola periodica è simile all'andamento dell'energia di ionizzazione?
- 58** In quali serie della tavola periodica gli elementi presentano proprietà chimiche molto simili tra loro? Si può interpretare questo comportamento in base alla loro configurazione elettronica? Se sì, come?
- 59** In ognuna delle seguenti terne di ioni, ve ne sono due isoelettronici tra loro e con un gas nobile. Individua tali ioni e il relativo gas nobile.
- a)  $\text{Li}^+$   $\text{Na}^+$   $\text{Be}^{2+}$  gas nobile .....
- b)  $\text{N}^{3-}$   $\text{O}^{2-}$   $\text{Cl}^-$  gas nobile .....
- c)  $\text{Cl}^-$   $\text{Br}^-$   $\text{K}^+$  gas nobile .....
- d)  $\text{Y}^{3+}$   $\text{Br}^-$   $\text{I}^-$  gas nobile .....
- 60** Alluminio, rame e argento sono solidi con la stessa struttura cristallina e hanno i seguenti raggi atomici: Al 143 pm; Cu 128 pm; Ag 144 pm.
- Quale elemento ha la minore densità e perché?
- 61** Il fosforo (Z = 15) mostra due grossi salti energetici nelle ionizzazioni successive dei suoi elettroni.
- Scrivi la configurazione elettronica dell'elemento e individua questi due salti energetici.
- 62** Completa la tabella e rispondi alle domande.

Simbolo dello ione	Numero di protoni	Numero di elettroni	Configurazione elettronica esterna
$\text{N}^{3-}$			
	38	36	
$\text{Se}^{2-}$			
$\text{Sc}^{3+}$			
	9		
$\text{Cs}^+$			

Considera i dati dell'ultima colonna.

- a) Vi sono somiglianze nelle configurazioni?
- b) Puoi azzardare una generalizzazione?



## VERSO L'UNIVERSITÀ

I quesiti di seguito sono tratti dalle prove di ammissione all'università del Ministero dell'Istruzione (MIUR).



Rispondi ai 15 quesiti  
in 30 minuti.

- 1** Si assuma che i valori delle prime sei energie di ionizzazione (espresse in  $\text{kJ mol}^{-1}$ ) di un elemento siano: 738, 1450, 7730, 10 500, 13 600 e 18 000. Quale/i delle seguenti affermazioni è/sono corretta/e?
- L'elemento appartiene al gruppo 2 della tavola periodica.
  - Il valore  $7730 \text{ kJ mol}^{-1}$  corrisponde al processo:  $X_{(g)}^{2+} + e^{-} \longrightarrow X_{(g)}^{3+}$ .
  - L'elemento appartiene al periodo 2 della tavola periodica.
- A Solo 1       C Solo 3       E Solo 1 e 3  
 B Solo 2       D Solo 1 e 2
- 2** Il fluoro è un:
- A lantanioide.  
 B metallo alcalino.  
 C alogeno.  
 D metallo alcalino-terroso.  
 E gas nobile.
- 3** In quale delle seguenti serie tutte le specie sono isoelettroniche tra di loro?
- A  $\text{N}^{3-}$ ,  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{F}^{-}$        D  $\text{F}^{-}$ ,  $\text{Ne}$ ,  $\text{Mg}^{+}$   
 B  $\text{Cl}$ ,  $\text{Cl}^{-}$ ,  $\text{Cl}^{+}$        E  $\text{F}^{-}$ ,  $\text{Cl}^{-}$ ,  $\text{Br}^{-}$   
 C  $\text{N}$ ,  $\text{O}^{-}$ ,  $\text{F}^{+}$
- 4** Quale dei seguenti elementi, dei quali è indicato il numero atomico  $Z$ , è un elemento di transizione?
- A Ca ( $Z = 20$ )       D C ( $Z = 6$ )  
 B Cl ( $Z = 17$ )       E Cu ( $Z = 29$ )  
 C Cs ( $Z = 55$ )
- 5** Quale tra le seguenti affermazioni riguardanti i numeri quantici NON è corretta?
- A Il numero quantico angolare  $l$  può assumere tutti i valori tra 0 e  $(n - 1)$ .  
 B Il numero di orbitali possibili per ogni valore di  $n$  è  $n^3$ .  
 C Il numero quantico magnetico  $m$  indica le diverse possibilità di orientazione degli orbitali nello spazio.  
 D Il numero quantico principale  $n$  può assumere tutti i valori interi positivi da 1 a infinito.  
 E Il numero quantico di spin  $m_s$  può assumere solo due valori.
- 6** «Se più elettroni occupano orbitali degeneri, essi si distribuiscono con spin paralleli, sul numero massimo possibile di tali orbitali.»
- Quest'affermazione è nota come:
- A principio di esclusione di Pauli.  
 B principio di Aufbau.  
 C regola di Hund.  
 D modello di Bohr.  
 E regola dell'ottetto.
- 7** L'atomo di sodio e l'atomo di potassio:
- A appartengono al secondo gruppo della tavola periodica.  
 B possiedono lo stesso numero di protoni.  
 C appartengono allo stesso periodo della tavola periodica.  
 D possiedono lo stesso numero di elettroni nei rispettivi livelli esterni.  
 E sono dei non metalli.
- 8** Il numero quantico di spin:
- A fornisce indicazioni sul verso della rotazione dell'elettrone intorno al proprio asse.  
 B ha sempre valore  $(n - 1)$  dove  $n$  rappresenta il numero quantico principale.  
 C può assumere tutti i valori interi da  $n$  a  $-n$ , zero compreso.  
 D fornisce indicazioni sul tipo di orbitale in cui l'elettrone è contenuto.  
 E fornisce indicazioni sulla distanza dell'elettrone dal nucleo.
- 9** Nel sistema periodico, gli elementi sono incasellati:
- A in ordine di elettronegatività decrescente da sinistra verso destra in file orizzontali.  
 B in ordine di  $Z$  crescente da sinistra verso destra in file orizzontali, andando a capo quando inizia il riempimento di un nuovo livello energetico.  
 C in ordine di  $A$  crescente dal basso verso l'alto in colonne parallele.  
 D in ordine di numero atomico decrescente da sinistra verso destra in file orizzontali, andando a capo quando inizia il riempimento di un nuovo livello energetico.  
 E in ordine di massa atomica crescente da destra verso sinistra in file orizzontali, andando a capo quando inizia il riempimento di un nuovo livello energetico.
- 10** Il cloro a pressione e a temperatura ambiente si trova soltanto sotto forma di:
- A solido.  
 B liquido e gas in equilibrio.

- C gas.
- D liquido.
- E soluzione.

**11** La configurazione elettronica del cloro (numero atomico 17) è rappresentata da:

- A  $1s^2 2s^2 2p^6$   D  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
- B  $1s^2 2s^2 2p^5$   E  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
- C  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

**12** Quale delle seguenti serie di numeri quantici riferite a un elettrone è possibile?

- A  $n = 4; l = 2; m = -2; m_s = +1/2$
- B  $n = 3; l = 3; m = +2; m_s = +1/2$
- C  $n = 4; l = 1; m = -2; m_s = -1/2$
- D  $n = 2; l = 2; m = -2; m_s = -1/2$
- E  $n = 3; l = 0; m = 1; m_s = +1/2$

**13** Considerando gli elementi della tavola periodica, a partire dal secondo periodo, quale delle seguenti affermazioni è corretta?

- A I metalli alcalino-terrosi hanno energia di seconda ionizzazione minore di quella di prima ionizzazione.

- B Il carattere metallico diminuisce in ogni gruppo procedendo dall'alto verso il basso.
- C I semimetalli sono elementi di transizione.
- D I gas nobili hanno raggio atomico minore di quello del metallo alcalino dello stesso periodo.
- E L'elettronegatività è la variazione di energia potenziale dovuta all'aggiunta di un elettrone a un atomo neutro.

**14** Quale delle seguenti specie è isoelettronica allo ione  $N^{3+}$ ?

- A  $F^+$   C Be  E C
- B  $P^{3+}$   D  $O^{3-}$

**15** Qual è il motivo per cui l'elettronegatività diminuisce scendendo lungo un gruppo della tavola periodica?

- A Perché aumenta il raggio atomico.
- B Perché diminuisce il raggio atomico.
- C Perché diminuisce la tendenza a perdere elettroni.
- D Perché aumentano le forze di attrazione tra il nucleo e gli elettroni di valenza.
- E Perché diminuisce il carattere metallico.

**UNITUTOR**

## VERSO L'UNIVERSITÀ

I quesiti di seguito sono tratti dalle prove di ammissione all'università del Ministero dell'Istruzione (MIUR).



Rispondi ai 15 quesiti in 30 minuti.

**16** Il magnesio è un metallo alcalino-terroso; pertanto nella tavola periodica si colloca:

- A tra i metalli di transizione.
- B tra gli elementi del secondo gruppo.
- C tra i lantanidi.
- D tra gli alogeni.
- E tra i gas nobili.

**17** Esaminato le seguenti configurazioni elettroniche:

- |    | 1s                   | 2s                   | 2p   | 3s         |
|----|----------------------|----------------------|--|------------|
| 1. | $\uparrow\downarrow$ | $\uparrow\downarrow$ | $\uparrow\downarrow$ $\uparrow$                                |            |
| 2. | $\uparrow\downarrow$ | $\uparrow\downarrow$ | $\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$                               |            |
| 3. | $\uparrow\downarrow$ | $\uparrow\downarrow$ | $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$                      |            |
| 4. | $\uparrow\downarrow$ | $\uparrow$           | $\downarrow$ $\uparrow$ $\uparrow$                             |            |
| 5. | $\uparrow\downarrow$ | $\uparrow\downarrow$ | $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ | $\uparrow$ |

Quale delle seguenti affermazioni è sempre vera?

- A Solo la configurazione 1 rispetta la regola di Hund.

- B Le configurazioni 3 e 4 rispettano la regola di Hund.
- C Solo la configurazione 5 rispetta la regola di Hund.
- D Le configurazioni 1 e 3 rispettano la regola di Hund.
- E Le configurazioni 2 e 5 rispettano la regola di Hund.

**18** Quale elemento ha configurazione elettronica  $1s^2 2s^1$ ?

- A Idrogeno  C Elio  E Cloro
- B Magnesio  D Litio

**19** H, Li e Na hanno energie di prima ionizzazione via via decrescenti. Il motivo è che:

- A l'energia di prima ionizzazione è una proprietà periodica.
- B l'elettronegatività di H in scala di Pauling (2,20) è maggiore di quella di Li (0,98), la quale a sua volta è maggiore di quella di Na (0,93).
- C l'affinità elettronica di H (-73 kJ/mol) è più negativa di quella di Li (-60 kJ/mol), la quale a sua volta è più negativa di quella di Na (-53 kJ/mol).

- D per ionizzarsi, H, Li e Na devono acquisire elettroni che occuperanno orbitali 1s, 2s e 3s, rispettivamente.
- E il potenziale di ionizzazione diminuisce lungo un periodo.
- 20** Due elementi hanno le seguenti configurazioni elettroniche:  
 $[\text{Ar}]3d^{10}4s^2$  e  $[\text{Ar}]3d^{10}4s^24p^4$   
 Quale delle seguenti affermazioni è corretta?  
 A Appartengono entrambi al gruppo 4.  
 B Sono entrambi metalli di transizione.  
 C Appartengono entrambi al quarto periodo.  
 D Hanno entrambi due elettroni di valenza.  
 E Appartengono entrambi al blocco s.
- 21** Quanti elettroni sono contenuti nell'atomo di un elemento con configurazione elettronica  $[\text{Ne}]3s^1$ ?  
 A 9                       C 4                       E 8  
 B 11                      D 14
- 22** L'elemento più elettronegativo è:  
 A il carbonio.  
 B l'ossigeno.  
 C l'idrogeno.  
 D l'elio.  
 E il fluoro.
- 23** Quale delle seguenti affermazioni sui numeri quantici atomici è falsa?  
 A Il numero quantico secondario dipende dal numero quantico magnetico.  
 B Il numero quantico secondario dipende dal numero quantico principale.  
 C Il numero quantico secondario può assumere solo valori inferiori al valore del numero quantico principale.  
 D Il numero quantico di spin di un elettrone può assumere solo valori seminteri.  
 E Il numero di orbitali di un livello dipende dal numero quantico principale.
- 24** La configurazione elettronica dello ione  $\text{Li}^+$  è rappresentata da:  
 A  $1s^22s^1$                C  $1s^1$                        E  $1s^12s^12p^1$   
 B  $1s^12s^2$                D  $1s^2$
- 25** Completa in modo corretto la frase.  
 L'energia di un orbitale:  
 A è indipendente dal numero quantico secondario.  
 B diminuisce al crescere del numero quantico principale.  
 C aumenta al crescere del numero quantico principale.  
 D non dipende dal valore del numero quantico principale.  
 E dipende dal numero quantico principale ed è indipendente dal numero quantico secondario.
- 26** Sapendo che gli elementi Na, Mg, P, S e Cl occupano rispettivamente il I, II, V, VI e VII gruppo e appartengono tutti allo stesso periodo, quale di essi avrà la più bassa energia di ionizzazione?  
 A P                       C Cl                       E Na  
 B S                       D Mg
- 27** Quale tra le seguenti configurazioni elettroniche esterne è tipica degli atomi F, Cl e Br, appartenenti al gruppo degli alogeni?  
 A  $s^2p^5$                        C  $s^2$                        E  $s^2p^4$   
 B  $s^2p^6$                        D  $s^2p^3$
- 28** Quale delle seguenti affermazioni relative allo ione  $\text{Ca}^{2+}$  è corretta?  
 A Lo ione  $\text{Ca}^{2+}$  ha un raggio maggiore dell'atomo di Ca.  
 B Ha un solo elettrone nella sua orbita esterna.  
 C Il numero di protoni, neutroni ed elettroni è lo stesso.  
 D Ha la configurazione elettronica del neon.  
 E Ha 8 elettroni nell'ultimo livello energetico.
- 29** Quanti elettroni possono essere contenuti al massimo in un orbitale?  
 A 32                       D 8  
 B 2                         E Dipende dal tipo dell'orbitale  
 C 18
- 30** Quale tra le seguenti configurazioni elettroniche è corretta?  
 A  $1s^22s^22p^62d^4$                        D  $1s^22s^22p^63s^2$   
 B  $1s^22s^22p^63s^43p^2$                        E  $1s^22s^22p^63s^33p^64s^2$   
 C  $1s^22s^22p^63s^13p^7$



**102** Lo sviluppo dell'agricoltura è legato alla chimica dell'azoto. Tra i principali fertilizzanti azotati ci sono il nitrato di ammonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) e l'urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ), spesso usati insieme. Questi composti liberano nel terreno ioni ammonio che, grazie all'azione di batteri nitrificanti, si trasformano in ioni nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). Gli ioni nitrato possono essere assorbiti dalle piante. L'ammoniaca, tuttavia, può disperdersi nell'aria. Questo ha una serie di effetti negativi, tra cui ridurre la concentrazione di fertilizzante utile per le coltivazioni e ricadere con le precipitazioni per accumularsi nelle acque. L'accumulo di questo fertilizzante nelle acque favorisce la proliferazione di microrganismi e alghe, che a loro volta sottraggono ossigeno alle altre specie che popolano i bacini idrici (eutrofizzazione).

- Disegna la formula di struttura dell'ammoniaca.
- Nella molecola di ammoniaca, i legami tra l'azoto e gli atomi di idrogeno sono di tipo:
  - ionico
  - covalente polare
  - covalente dativo
- L'ammoniaca è una molecola polare?
- Disegna la formula di struttura dello ione ammonio,  $\text{NH}_4^+$ .
- Perché, secondo te, l'azoto è un elemento fondamentale nello sviluppo delle piante? (Per rispondere, informati su quali sono le molecole biologiche ricche di azoto e sulla loro rilevanza per la sopravvivenza e lo sviluppo degli organismi.)

### COLLEGA I CONCETTI



**103** La regola dell'ottetto permette di prevedere la carica dei cationi dei metalli dei gruppi I e II ma non aiuta a prevedere le cariche dei metalli di transizione e di post-transizione.

- Scrivi la configurazione elettronica abbreviata dello stagno e dei suoi due ioni  $\text{Sn}^{2+}$  e  $\text{Sn}^{4+}$ , considerando che per primi sono ceduti gli elettroni del livello più esterno e tenendo presente il diverso contenuto energetico dei sottolivelli.



**104** Quanta energia si libererebbe se  $6,02 \cdot 10^{23}$  atomi di ossigeno si unissero tra loro a formare molecole diatomiche? (Utilizza i dati della **Tabella 1**.) Quale sarebbe l'incremento di temperatura registrato fornendo a 1000 g di acqua l'energia rilasciata?



**105** Qualcuno afferma che per spezzare nei singoli atomi 3 mol di molecole di ossigeno e 2 mol di molecole di azoto occorre spendere la stessa quantità di energia. Tu che cosa ne pensi?



**106** Il trifluoruro di boro,  $\text{BF}_3$ , allo stato gassoso reagisce con l'ammoniaca gassosa,  $\text{NH}_3$ , e forma un solido molecolare bianco con formula  $\text{NH}_3\text{BF}_3$ .

- Scrivi la struttura di Lewis dei reagenti e del prodotto.



**107** In quali coppie gli angoli di legame sono uguali?

- $\text{NH}_3$  e  $\text{H}_2\text{O}$
- $\text{C}_2\text{H}_2$  e  $\text{BeH}_2$
- $\text{SO}_2$  e  $\text{H}_2\text{S}$
- $\text{SO}_3$  e  $\text{BF}_3$



**108** Considera le seguenti energie di legame:

Legame	Energia di legame (kJ/mol)
H—H	432
F—F	154
H—F	565

- Calcola il bilancio energetico della reazione:
 
$$\text{H}_2 + \text{F}_2 \longrightarrow 2 \text{HF}$$
- È giustificata la formazione di HF?
- Discuti in classe sulla stabilità delle tre sostanze coinvolte nella reazione.



**109** Considera gli ioni nitrato,  $\text{NO}_3^-$ , e carbonato,  $\text{CO}_3^{2-}$ .

- Determina la loro geometria.
- Quali considerazioni puoi fare?



**110** Usando il formalismo di Lewis, disegna la formula di struttura di:  $\text{KI}$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{MgF}_2$ ;  $\text{HNO}_3$ .

- Per ciascun legame, calcola la differenza di elettronegatività e indica di che tipo di legame si tratta, attribuendo eventuali cariche ai singoli atomi.

### RIFLETTI E IPOTIZZA



**111** Scrivi la formula del composto che si forma tra l'elemento con configurazione elettronica  $[\text{He}] 2s^2 2p^5$  e l'elemento con configurazione  $[\text{Xe}] 6s^2$ .

- Il composto che ottieni è ionico o covalente?



**112**  $\text{BCl}_3$  ha un livello di valenza incompleto.

- Ipotizza come possa legare una molecola di acqua.
- Confronta la tua risposta con quelle dei compagni.



**113**  $\text{O}_2$  e  $\text{O}_3$  sono, rispettivamente, le formule brute dell'ossigeno molecolare e dell'ozono.

- Scrivi la formula di struttura di entrambi e ipotizza le loro geometrie.

### APPLICA E ARGOMENTA



**114** Quali informazioni possiamo ricavare dalla polarità di una molecola?



**115** Metti in relazione i valori di energia di prima ionizzazione e i valori di affinità elettronica di un elemento con la sua tendenza a formare un legame ionico. Una volta formulata la tua risposta, confrontati con un compagno o una compagna: siete d'accordo? Argomentate le vostre risposte, quindi provate a scrivere un breve testo che riassume le posizioni di entrambi.

**116** Considera la teoria VSEPR.

- Quali disposizioni può assumere una molecola nello spazio?
- In che modo le coppie elettroniche libere dell'atomo centrale influenzano la struttura geometrica delle molecole? Fai alcuni esempi per motivare la tua risposta.
- La condivisione di elettroni porta alla formazione di un legame covalente. Spiega, portando degli esempi, la differenza tra legame singolo e multiplo, tra legame puro e polare. Quali sono le caratteristiche del legame dativo?

**117** Gli elementi del periodo 2, come azoto e ossigeno, formano molecole diatomiche, mentre il fosforo e lo zolfo sotto forma di elementi hanno formula  $P_4$  e  $S_8$ .

- Spiegane la ragione.
- Secondo te, esiste qualche relazione tra questo comportamento e le dimensioni degli atomi?

### LEGGI I GRAFICI

**118** Considera gli elementi che sono gassosi a temperatura ambiente (idrogeno, azoto, ossigeno, fluoro e cloro), trascurando i gas nobili. Nella **Tabella 1** trovi l'energia di legame delle loro molecole diatomiche, mentre la lunghezza dei legami è:  
 $H_2 = 74$  pm;  $N_2 = 110$  pm;  $O_2 = 121$  pm;  
 $F_2 = 142$  pm;  $Cl_2 = 199$  pm.

- Costruisci un grafico che confronti l'energia di legame (in ordinata) con la lunghezza del legame stesso (in ascissa).
- Scrivi le tue osservazioni in sette righe, tenendo conto della posizione di questi elementi nel sistema periodico.

**119** Determina, per tutti gli elementi del periodo 3 della tavola periodica:

- la differenza di elettronegatività con l'ossigeno;
- la natura del legame chimico che formano con l'ossigeno (ionico, covalente polare, covalente puro) e le eventuali cariche sui singoli atomi.

Riporta i risultati ottenuti in una tabella e commentali brevemente.

**120** La percentuale di carattere ionico (I%) in un legame è data dalla relazione:

$$I\% = 100 \cdot [1 - e^{-0,25(X_A - X_B)^2}]$$

dove  $X_A$  e  $X_B$  rappresentano l'elettronegatività degli atomi A e B legati.

- Realizza un grafico I% vs  $(X_A - X_B)$  tenendo presente che la differenza massima di elettronegatività è pari a 3,3.
- Quando si considera il legame prevalentemente ionico o principalmente covalente?
- Indaga e discuti con i tuoi compagni sul carattere del legame in HF e in NaH.

## FAI UN PASSO IN PIÙ

- 71** In un pallone di vetro vuoto dalla capacità di 2,00 L si introducono 0,50 g di acqua e si riscalda fino a 60 °C. La tensione di vapore dell'acqua a 60 °C è 149 mmHg.
- Rimarrà dell'acqua liquida nel pallone o evaporerà completamente?
- 72** Un composto incognito fonde a 133 °C ed è solubile in acqua; allo stato solido e in soluzione acquosa non conduce la corrente elettrica.
- Individua, motivando la risposta, quale tra le seguenti sostanze è il composto incognito.
- Na
  - KCl
  - $C_{(diamante)}$
  - $NH_2CONH_2$
  - $CH_3CH_2OH$

## IL LABORATORIO DELLE COMPETENZE

### LA CHIMICA IN PRATICA

- 73** Frizionando la pelle con alcol denaturato (l'alcol comunemente usato per disinfettare escoriazioni e ferite), si avverte una sensazione di freschezza.
- Sai spiegarne il motivo? (*Suggerimento:* la formula dell'alcol è  $C_2H_5OH$  e, inoltre, l'alcol evapora.)
- 74** L'assenzio è un distillato ad alta gradazione alcolica. Il contenuto alcolico, estremamente elevato, permette di solubilizzare nell'assenzio gli oli essenziali di diverse specie vegetali come l'artemisia, l'anice, il finocchio e la melissa. Questo alcolico non viene bevuto puro ma viene diluito con acqua, che opacizza la soluzione.
- Che cosa accade aggiungendo acqua?
- 75** Esamina i valori riportati in tabella.

Liquido	Formula	Coefficiente di viscosità (mPa · s) a 20 °C
acqua	$H_2O$	1,00
alcol etilico	$CH_3CH_2OH$	1,20
glicerina	$CH_2OHCHOHCH_2OH$	1490

dati da <http://ishtar.df.unibo.it/mflu/tafel/visco.html>

- Perché la glicerina è un liquido molto più viscoso dell'acqua?
- Quali sono gli usi della glicerina?

**76** I legami a idrogeno permettono alle molecole di acqua di ingabbiare le molecole di metano e formare idrati di metano solidi, detti clatrati.

- In quali condizioni si possono formare?
- Fai una ricerca per scoprire se rappresentano un problema oppure, come sostengono altri, potrebbero rivelarsi una risorsa.

**77** Alla luce di quello che hai studiato nel capitolo, spiega il funzionamento del bollitore di Franklin.



### COLLEGA I CONCETTI

**78** Ricava l'identità dei solidi A, B, C e D in base alle informazioni seguenti.

- I solidi sono diamante, oro, zolfo e cloruro di potassio.
- A, B, D sono insolubili in acqua.
- Solo A può essere ridotto in lamine sottili.
- B e D non conducono la corrente elettrica.
- D presenta un punto di fusione molto elevato.

**79** Il benzene,  $C_6H_6$ , è liquido a temperatura ambiente.

- Quali forze mantengono unite le molecole?
- Prevedi per questa sostanza una temperatura di ebollizione maggiore o minore di quella dell'acqua?

**80** Il fosforo si presenta in vari stati allotropici. Come fosforo bianco ha un aspetto ceroso, fonde a  $44^\circ C$  ed è solubile in solfuro di carbonio,  $CS_2$ ; il fosforo rosso ha un alto punto di fusione ed è insolubile in solventi apolari. La formula molecolare del fosforo bianco può essere descritta come  $P_4$ , quella del fosforo rosso come  $P_x$ , dove  $x$  è un numero molto grande.

- In base a queste informazioni, stabilisci la natura cristallina dei due allotropi del fosforo.

**81** Sia il propano sia il metano sono idrocarburi non polari. Tuttavia, si può liquefare il propano alla pressione di qualche decina di atmosfere, mentre il metano nelle stesse condizioni di pressione e temperatura rimane allo stato aeriforme.

- Come puoi spiegare questa differenza di comportamento?

**82** Indica le interazioni possibili fra le molecole dell'1-butano, un alcol a quattro atomi di carbonio la cui formula può essere così rappresentata:



**83** Identifica le forze responsabili dello stato solido nelle seguenti sostanze.

- Diamante
- $CaF_2$
- $SCl_2$
- Naftalina,  $C_{10}H_8$

### RIFLETTI E IPOTIZZA

**84** Volumi uguali di alcol etilico ( $C_2H_5OH$ ), acqua e olio impiegano rispettivamente 20 s, 30 s e 120 s a uscire da un recipiente forato.

- Come spieghi tale comportamento?

**85** Perché rispetto all'alcol etilico,  $CH_3CH_2OH$ , l'acqua ha una maggiore tendenza a formare gocce di forma sferica?

**86** Quale sarebbe lo stato di aggregazione dell'acqua a temperatura ambiente e a pressione di 1 atm, se tra le sue molecole non si stabilissero i legami a idrogeno?

**87** L'alcol etilico,  $CH_3CH_2OH$ , è miscibile con l'acqua ma riesce a formare miscugli omogenei anche con l'esano, un solvente apolare.

- In base alla formula di struttura dell'alcol etilico sapresti ipotizzare una spiegazione?

**88** A parità di temperatura, ritieni che la tensione superficiale dell'alcol etilico,  $CH_3CH_2OH$ , sia minore o maggiore di quella dell'acqua? Perché?

**89** L'alcol etilico,  $CH_3CH_2OH$ , a  $20^\circ C$  ha una completa miscibilità in acqua, mentre il butanolo,  $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ , alla stessa temperatura presenta una solubilità pari a 77 g/L.

- Analizzando la struttura delle due sostanze spiega il perché dei diversi comportamenti in acqua.

**90** L'argento è in grado di formare dei composti binari con gli alogeni. La solubilità in acqua diminuisce scendendo lungo il gruppo VII; quindi  $AgF$  è completamente solubile, mentre i successivi alogenuri sono sempre meno solubili.

- Quale considerazione puoi fare sul tipo di legame presente tra il metallo e gli alogeni?

**91** Molti organismi utilizzano l'evaporazione dell'acqua per evitare il surriscaldamento.

- Nel passaggio da liquido ad aeriforme quali legami vengono sciolti?
- Perché l'acqua è particolarmente efficace?

### APPLICA E ARGOMENTA

**92** Il ghiaccio, a  $0^\circ C$  e 1 atm, ha una densità pari a  $0,917 \text{ g/cm}^3$ , mentre l'acqua, a  $25^\circ C$  e 1 atm, ha una densità di  $0,997 \text{ g/cm}^3$ .

- Come puoi giustificare questi valori a livello molecolare?

**93** L'acetone,  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ , è un comune solvente di laboratorio che contiene spesso acqua.

- Scrivi la formula di Lewis dell'acetone e mostra come possono interagire una molecola di acqua e una di acetone.

Per distillazione semplice di una miscela di acqua e acetone, con  $d = 0,97 \text{ g/mL}$ , si ottengono due frazioni: una con  $d = 0,85 \text{ g/mL}$  e l'altra con  $d = 0,91 \text{ g/mL}$ . Da un campione della stessa miscela sottoposto a distillazione frazionata si ottengono due frazioni entrambe con  $d = 0,80 \text{ g/mL}$ .

- Quali considerazioni puoi fare?

**94** Quali forze di attrazione si devono superare per ottenere i seguenti fenomeni?

- Il ghiaccio fonde.
- Il sale si scioglie in acqua.
- Un filo di rame si spezza.
- Il petrolio bolle.
- Lo zucchero si scioglie in acqua.

**95** Classifica le seguenti sostanze come cristalli ionici, metallici o molecolari.

- Un solido giallo che fonde a  $119^\circ\text{C}$  e non conduce l'elettricità né allo stato solido, né in soluzione, né allo stato liquido.
- Un solido argenteo che fonde a  $98^\circ\text{C}$  e conduce l'elettricità sia allo stato solido sia allo stato liquido.
- Un solido violaceo che sublima e non conduce l'elettricità.
- Un solido bianco che fonde a  $801^\circ\text{C}$  e conduce la corrente solo allo stato liquido.

**96** Come si presenta il menisco dell'acqua in un capillare di plastica? E come si comporta il mercurio in un capillare dello stesso materiale? Spiega le tue risposte.

**97** Lo iodio solido si scioglie sia in acqua sia in tetracloruro di carbonio,  $\text{CCl}_4$  (un solvente organico incolore); la soluzione si colora, rispettivamente, di giallo-arancio e di fucsia.

- Quali forze intermolecolari esistono tra ciascuna coppia dei componenti?
- Che cosa avviene se una soluzione di iodio e acqua è aggiunta delicatamente a una soluzione di  $\text{CCl}_4$  ( $d = 1,58 \text{ g/mL}$ )? E che cosa accade quando si agita la provetta?

## LEGGI I GRAFICI

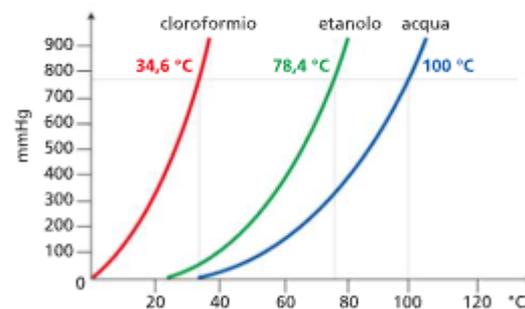
**98** Spiega l'andamento regolare dei punti di ebollizione degli idruri del gruppo IV facendo riferimento al grafico della **Figura 4**.

**99** Osserva la **Figura 19**. A una pressione di  $400 \text{ mmHg}$  e a una temperatura di  $60^\circ\text{C}$ , ciascuna sostanza è un liquido, un gas o un misto di entrambe?

**100** La tensione di vapore (o pressione di vapore) di un liquido, che esprime la tendenza delle sue molecole a passare allo stato gassoso, si esprime nelle stesse unità di misura della pressione.

Dall'analisi del grafico sai dire:

- quale delle sostanze riportate è meno volatile delle altre?
- quale bolle a temperatura più alta, a parità di pressione?
- quale interpretazione potresti dare dei dati ricavati dal grafico?



## CHEMISTRY IN ENGLISH

**101** What is the difference between *interatomic forces* and *intermolecular forces*?

**102** On what do the type and intensity of intermolecular forces depend?

**103** What does it mean that some interaction forces are "short-range"?

**104** Describe how the intensity of van der Waals forces varies.

- Are these stronger or weaker than a covalent bond?

**105** Define what *hydrogen bonding* is.

**106** Is the hydrogen bond stronger or weaker than a covalent bond? What about the forces between dipoles?

**107** What is meant by the term "bonding force"?

**108** Substances of ionic nature are always solid at room temperature and have a high melting point. True or False?

**109** What are *alloys*?

**110** With what instrumental technique is it possible to study the structure of crystals?

**111** What is an *elementary cell*?

**112** Considering two liquid solutions placed at equal temperature: on what does the ability of the respective molecules to escape from the liquid depend?