



## 1 LA NATURA ELETTRICA DELLA MATERIA

**1** Come ci carichiamo se, trascinando i piedi su un tappeto, trasferiamo elettroni alle scarpe? E come si carica il tappeto?

**2** La materia è costituita da particelle cariche. Perché la materia ordinaria è nel complesso elettricamente neutra?

**3** Spesso al supermercato capita di prendere la «scossa» toccando il carrello mentre è in movimento. Sapresti indicare i motivi di questo fenomeno? Sapresti spiegare perché non avviene se tocchiamo la plastica del carrello e non il metallo?

*Traccia: per risolvere l'esercizio pensa a quali materiali conducono l'elettricità.*

**4** Una bacchetta di metallo strofinata con un panno non esercita alcuna forza su una pallina appesa a un filo di nylon. La stessa bacchetta impugnata mediante un manico di plastica, dopo essere stata strofinata, attrae invece la pallina. Perché?

**5** Quando sfiliamo via velocemente un golf di lana indossato sopra una camicia in tessuto sintetico possiamo sentire tanti piccoli scricchiolii. A che cosa sono dovuti?

**6** Indica qualche fenomeno della tua vita quotidiana riconducibile all'elettrizzazione per strofinio, cerca di spiegarlo e discuti con la classe e l'insegnante le tue proposte.

## 2 LA SCOPERTA DELLE PROPRIETÀ ELETTRICHE

**7** Quali ricerche hanno posto le basi per individuare l'elettrone come costituente fondamentale dell'atomo? In che periodo sono avvenute?

**8** Colloca in ordine temporale i seguenti scienziati.

- Berzelius
- Franklin
- Volta

▪ Descrivi poi il contributo di ciascuno di essi alla scoperta della natura elettrica della materia.

## 3 LE PARTICELLE FONDAMENTALI DELL'ATOMO

**9** Quali sono le particelle fondamentali dell'atomo?

**10** Confronta protone e neutrone dal punto di vista della carica e della massa.

**11** Moltiplicando la massa del protone per  $3,0 \cdot 10^{27}$ , esso peserebbe 5,0 kg, pari circa alla massa di una palla da bowling.

▪ Quale sarebbe la massa di un elettrone rispetto a questo protone ingrandito?

**12** Millikan determinò la carica di un elettrone studiando la velocità di caduta di minuscole goccioline d'olio che acquistavano elettroni provenienti dalla ionizzazione di un gas provocata da raggi X.

▪ Determina il numero di elettroni presenti su una gocciolina di olio con carica  $9,6 \cdot 10^{-19}$  C.

**13** Calcola la carica complessiva trasportata da una mole di elettroni ( $N_A$ ). Il valore ottenuto è una unità di misura, importante in elettrochimica, che prende il nome di faraday (F).

**14** Un atomo di idrogeno è costituito da un protone e da un elettrone. Conoscendo la massa del protone e quella dell'elettrone, quanti atomi di idrogeno ci sono in 1,00 g dell'elemento?

## 4 LA SCOPERTA DELL'ELETTRONE

**15** Quale scienziato ha scoperto l'effettiva natura dei raggi catodici? Descrivi i suoi esperimenti.

**16** Cambiando il tipo di gas interno al tubo catodico, mantenuto a pressione bassissima, la natura dei raggi catodici e il loro comportamento non si modificano.

▪ Sapresti spiegare perché?

**17** Se il rapporto carica/massa, misurato da J.J. Thomson, fosse variato al variare della natura del gas nel tubo, si sarebbe dedotto che le particelle portatrici di elettricità

- sono presenti in tutti gli atomi
- hanno tutte la stessa carica ma diversa massa
- possono avere carica positiva
- sono diverse a seconda dell'elemento chimico di provenienza

**18** Osserva la figura 7.7.

▪ Perché è necessario uno schermo fluorescente per la buona riuscita dell'esperimento? Pensi che in mancanza di esso il fascio sarebbe deviato di un angolo diverso?

▪ Se, a parità di tutte le condizioni realizzate con l'esperimento in figura, la carica e la massa dell'elettrone fossero state entrambe il doppio del valore reale, il fascio avrebbe subito la stessa deflessione? Oppure sarebbe stata maggiore?

## 5 - L'ESPERIMENTO DI RUTHERFORD

- 19** Da che cosa è costituita una particella  $\alpha$ ?
- 20** In che cosa il modello di Rutherford è ancora valido?
- 21** Se il punto qui a fianco • rappresentasse il nucleo (diametro di 1 mm), quale sarebbe il diametro dell'atomo?
- 22** Se il rapporto tra diametro del nucleo e diametro dell'atomo è 1 a  $10^5$ , quale sarà il rapporto tra il volume del nucleo e il volume dell'atomo? (Volume di una sfera:  $4/3 \pi r^3$ .)
- 23** Descrivi l'esperimento grazie al quale Rutherford poté costruire il modello atomico che porta il suo nome.
- 24** In quale o quali posizioni le particelle  $\alpha$  colpirebbero lo schermo se la struttura dell'atomo fosse di fatto quella ipotizzata da Thomson? In tal caso, come riprogetteresti l'apparecchio utilizzato da Rutherford?
- 25** Usando lamine di metalli diversi, si misurano angoli di deviazione diversi.
- Come interpreti questo fatto?
- 26** La deviazione subita dalle particelle  $\alpha$  è riconducibile alla collisione tra due palle da biliardo? Spiega la tua risposta.
- 27** Determina la densità del nucleo di un atomo di oro sapendo che il diametro dell'atomo è 288 pm.

## 6 - IL NUMERO ATOMICO IDENTIFICA GLI ELEMENTI

- 28** Come si definisce il numero atomico Z?
- 29** Da quale scienziato sono stati misurati i numeri atomici? In che modo?
- 30** Che cosa si intende con il termine «nucleoni»?

- 31** Qual è il numero di protoni e quale il numero di neutroni nel nucleo di  $^{32}\text{S}$ ?
- 32** Qual è il numero di protoni, neutroni ed elettroni di  $^{40}\text{Ar}$ ?
- 33** Identifica i seguenti elementi:  $^9\text{X}$ ,  $^{28}_{14}\text{X}$ ,  $^{27}_{13}\text{X}$ .
- 34** Che cos'è un isotopo?
- 35** A che cosa serve lo spettrometro di massa?
- 36** Scrivi i seguenti simboli:
- un isotopo del bromo i cui atomi hanno 46 neutroni;
  - un isotopo neutro con 9 elettroni e 10 neutroni;
  - un isotopo con  $A = 33$  e 16 protoni.
- 37** Determina la massa atomica relativa dell'idrogeno utilizzando i dati della tabella 7.2. Approssima il risultato a quattro cifre significative.
- 38** Il gallio naturale è costituito da due isotopi,  $^{69}\text{Ga}$  e  $^{71}\text{Ga}$ . Il 60,108% è gallio-69 (massa atomica relativa = 68,9256) e il 39,892% è gallio-71 (massa atomica relativa = 70,9247).
- Qual è la massa atomica relativa dell'elemento naturale?
- 39** Il potassio presente in natura è costituito dal 93,22% di  $^{39}\text{K}$ , dallo 0,01% di  $^{40}\text{K}$  e dal 6,77% di  $^{41}\text{K}$ . Gli atomi di  $^{39}\text{K}$ ,  $^{40}\text{K}$  e  $^{41}\text{K}$  hanno una massa pari, rispettivamente, a 38,96371, 39,96401 e 40,96183.
- Calcola la massa atomica media relativa del potassio e approssima il risultato a quattro cifre significative.
- 40** In uno spettrometro di massa, a parità di carica, gli ioni più leggeri subiscono una deviazione maggiore o minore rispetto a quelli più pesanti? Fai delle ipotesi da discutere con i tuoi compagni.
- 41** Se la massa dell'elettrone fosse uguale a quella del protone, come varierebbe il numero di massa degli atomi degli elementi? Varierebbe anche il numero atomico Z?

**42** Completa la seguente tabella con i dati mancanti. Gli atomi sono elettricamente neutri.

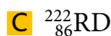
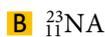
Simbolo isotopo	Nome elemento	Numero di massa A	Numero atomico Z	Numero di protoni	Numero di elettroni	Numero di neutroni
		45			21	
				23		28
$^{27}_{13}\text{Al}$						
		201	80			

## 7 - LE TRASFORMAZIONI DEL NUCLEO

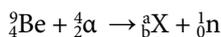
**43** Definisci decadimento radioattivo e radioattività.

**44** In che cosa differiscono tra loro i raggi  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ ?

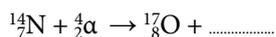
**45** Quale tra i seguenti isotopi presenta un nucleo instabile?



**46** James Chadwick, bombardando il berillio con particelle  $\alpha$ , scoprì il neutrone. La reazione nucleare è la seguente:



- Trova i valori di  $a$  e  $b$  e identifica l'elemento X.
- Rutherford, prima di Chadwick, aveva operato in modo simile con l'azoto:



Completa l'equazione nucleare.

**47** Quale tra i seguenti è un isotopo stabile?



**48** Perché i raggi  $\gamma$ , se sottoposti all'azione di un campo elettrico esterno, non mostrano deflessione ma si propagano sempre in linea retta?

**49** Se le particelle  $\beta$  portassero ognuna la stessa quantità di carica di una particella  $\alpha$ , subirebbero la stessa deflessione, sia pure in direzione contraria? Argomenta la tua risposta.

**50** Osserva la figura 7.14 e spiega perché i raggi  $\alpha$  presentano una curvatura meno netta (raggio di curvatura maggiore) rispetto alle radiazioni  $\beta$ .

## 8 - I TIPI DI DECADIMENTO RADIOATTIVO E LA LEGGE DEL DECADIMENTO

**51** Quali sono i principali tipi di decadimento?

**52** Quali particelle emettono gli atomi ricchi di neutroni quando decadono?

**53** Quali nuclei decadono emettendo particelle  $\alpha$ ? Quali conseguenze provoca il decadimento  $\alpha$ ?

**54** Quale tipo di decadimento si verifica in un elemento che possiede un numero di protoni molto elevato rispetto al numero di neutroni?

**55** Il carbonio-14 subisce decadimento  $\beta$ . Quali sono  $Z$  e  $A$  del nucleo prodotto? Qual è l'elemento?

**56** Il boro-12 decade e si trasforma in carbonio-12. Quale particella emette il nucleo?

**57** Qual è il prodotto del decadimento del radon-220, che emette particelle  $\alpha$ ?

**58** Scrivi l'equazione di decadimento dello iodio-131, che emette particelle  $\beta$ .

**59** A quale tipo di decadimento è più facile che vada incontro un nucleo di radon-222?

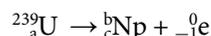
**60** Completa la seguente equazione nucleare e specifica di quale tipo di decadimento si tratta.



**61** Un isotopo radioattivo ha un tempo di dimezzamento di 36,0 minuti.

- Quale frazione della sua quantità originaria rimane dopo 108,0 minuti?

**62** Il nettunio, Np, primo degli elementi transuranici, fu ottenuto nel 1940 bombardando nuclei di uranio-238 con neutroni. L'uranio, acquistando un neutrone, si trasforma nell'isotopo instabile uranio-239, che spontaneamente decade secondo l'equazione:



- Completa l'equazione sostituendo ad  $a$ ,  $b$ ,  $c$  i rispettivi valori.

**63** La radioattività di un certo campione si è ridotta a  $\frac{1}{32}$  rispetto a quella di partenza.

- Quanti  $T_{1/2}$  sono trascorsi?

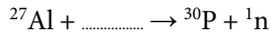
**64** Nel fallout radioattivo che segue a un'esplosione atomica si libera dello stronzio-90, radioisotopo molto pericoloso perché tende a sostituirsi al calcio delle ossa. Il suo tempo di dimezzamento è di 29 anni.

- Qual è la quantità residua di un campione di 90,0 g di stronzio-90 dopo 87 anni?

**65** Il fosforo-32 ha un tempo di dimezzamento di 14 giorni.

- Calcola quanti giorni sono necessari perché il campione originario si riduca a  $\frac{1}{4}$  della quantità iniziale.

**66** Quale particella manca nella seguente equazione, che devi completare?



**67** Completa le seguenti reazioni di decadimento radioattivo, suddivise per tipologie.

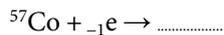
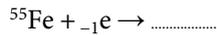
Decadimento  $\alpha$



Decadimento  $\beta$



Cattura elettronica



Emissione  $\gamma$

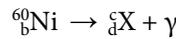
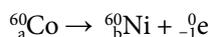


**68** Lo iodio-131 viene impiegato nella diagnosi e nella cura di alcune patologie della tiroide, ghiandola che utilizza lo ione ioduro per produrre ormoni. Se a un paziente viene somministrata una dose di iodio-131 pari a  $1,4 \cdot 10^{-5}$  g, quale sarà la quantità residua dopo 32 giorni, sapendo che il tempo di dimezzamento dello iodio è di 8 giorni? A quale tipo di decadimento andrà incontro? Quali sono Z e A del nucleo prodotto? Di quale elemento si tratta?

*Traccia: per stabilire il tipo di decadimento, esamina la figura 7.17*

## 9 MISURA, EFFETTI E APPLICAZIONI DELLE RADIAZIONI

**69** Il cobalto-60 decade in nichelio-60, stabile, che a sua volta emette l'eccesso di energia del nucleo sotto forma di raggi gamma. Le equazioni che devi completare sono le seguenti:



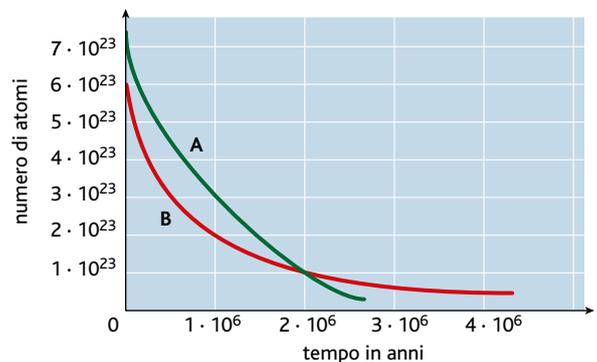
- Sostituisci alle lettere i valori corrispondenti. Sai dire perché il cobalto-60 è usato nella cura del cancro?

**70** Da un kilogrammo di ossa di un reperto archeologico, misuri un'emissione di 1875 elettroni/minuto, dovuta al decadimento del  $^{14}\text{C}$ . Normalmente 1 kg di ossa emette 15 000 elettroni/minuto.

- Stima l'età del reperto.

**71** Molti radionuclidi e loro composti sono utilizzati in radiodiagnostica come traccianti per eseguire alcuni tipi di analisi cliniche quali risonanze magnetiche, scintigrafie ecc. Nella stragrande maggioranza hanno tempi di dimezzamento molto brevi, da pochi minuti a qualche giorno. Sapresti spiegare perché?

**72** Il grafico rappresenta le curve di decadimento relative a due elementi radioattivi A e B presenti in un determinato campione.



- Quale elemento era il più abbondante all'inizio nel campione?
- Dopo quanti anni i due elementi sono presenti nella stessa quantità?
- Quanti atomi circa dell'elemento A e quanti di B sono rimasti dopo che sono trascorsi  $10^6$  anni?
- Quale ha  $T_{1/2}$  minore?

## 10 L'ENERGIA NUCLEARE

**73** Che cos'è l'energia nucleare?

**74** Che cosa si intende per *difetto di massa*?

**75** A che cosa corrisponde l'energia in gioco in una trasformazione nucleare?

**76** È maggiore l'energia di legame chimico o l'energia nucleare? Di quanti ordini di grandezza?

## 11 • FISSIONE E FUSIONE NUCLEARE

**77** Un nucleo di uranio-235 è colpito da 1 neutrone e subisce fissione, formando un nucleo di tellurio-137 e uno di zirconio-97. Quanti neutroni si liberano dalla fissione?

**78** Qual è la differenza tra decadimento radioattivo e fissione nucleare?

**79** Lo iodio-131, il cesio-137 e lo stronzio-90 sono pericolosi radionuclidi prodotti durante la fissione nucleare.

- Determina, per ciascuno degli isotopi, quanto tempo deve trascorrere prima che la quantità iniziale si riduca di circa 1000 volte. Puoi trovare i valori di  $T_{1/2}$  di ciascun isotopo nella tabella 7.3.

### Verso le competenze

#### Effettuare connessioni

**1** L'uranio-238 decade in torio-234 che, a sua volta, si trasforma in protoattinio-234.

- Scrivi le equazioni nucleari riguardanti i due processi indicati.

**2** All'interno del Sole, quattro protoni si fondono in un nucleo di elio.

- Quale trasformazione devono subire due dei protoni iniziali?

**3** La fluorescenza consiste nell'emissione di luce da parte di alcune sostanze colpite da radiazioni. A che proposito, nel testo, è stato citato questo fenomeno?

**4**  How many protons and electrons are in an atom of sodium whose atomic number is 11?

**5**  An atom has 13 protons and 14 neutrons. What is its mass number?

**6**  Calculate the number of neutrons of the atom whose atomic number is 42 and whose mass number is 96.

**7**  Chlorine has two stable isotopes, chlorine-35 and chlorine-37. The atomic number of chlorine is 17. Calculate the numbers of protons, electrons and neutrons each isotope has.

**8**  Complete the following table concerning the isotopes of silicon, whose atomic number is 14.

Isotope	Number of protons	Number of electrons	Number of neutrons
Si-28			
Si-29			
Si-30			

#### Stabilire relazioni

**9** Lo iodio-131 ha un tempo di dimezzamento di 8 giorni. Dopo quanti giorni 8 g di iodio si riducono a 1 g?

**10** Un campione di roccia contiene, al momento della sua formazione, 1,0 g di potassio-40 e 0,10 mg di uranio-238. Il tempo di dimezzamento del primo è circa  $1,5 \cdot 10^9$  anni e del secondo è  $4,5 \cdot 10^9$  anni.

- Calcola quanti grammi di potassio-40 saranno rimasti dopo  $3 \cdot 10^9$  anni.
- Quanti anni dovranno ancora trascorrere affinché rimangano 0,025 mg di uranio-238?

**11** L'uranio estratto dalle rocce che lo contengono sotto forma di suoi minerali è costituito da una miscela isotopica che presenta la seguente composizione:

$$^{238}\text{U} = 99,275\%; \quad ^{235}\text{U} = 0,720\%; \quad ^{234}\text{U} = 0,005\%$$

- Calcola quanti grammi di ciascun isotopo vi sono in 1,500 kg di uranio.

**12** L'ossigeno si presenta in natura come una miscela di tre isotopi con la seguente percentuale di abbondanza:

$$^{16}\text{O} = 99,762\%; \quad ^{18}\text{O} = 0,200\%; \quad ^{17}\text{O} = 0,038\%$$

- Approssimando la massa atomica relativa di ciascun isotopo al suo numero di massa, calcola il valore della massa atomica media dell'elemento.

#### Formulare ipotesi

**13** Se anziché usare la lamina d'oro fosse stata usata una lamina di un metallo radioattivo, Rutherford sarebbe giunto agli stessi risultati? Perché?

**14** Indica quanti elettroni occorrono per avere la stessa massa di un protone.

- Esiste un elemento che ne possiede così tanti?
- Quale elemento ha più elettroni? Rispondi aiutandoti con la tavola periodica.

**15**  Iron has four natural isotopes: iron-54, iron-56, iron-57, iron-58. The natural abundances of the isotopes are as follows:

iron-54 5,80%  
iron-56 91,72%  
iron-57 2,20%  
iron-58 0,28%

- Why is the average atomic mass of iron, 55,845, closest to the mass number of iron-56 but not exactly 56,000?

#### Trarre conclusioni

**16**  Il difetto di massa calcolato per un nucleo di elio-4 è 0,030377. Sapendo che l'unità massa atomica corrisponde a  $1,660\,5402 \cdot 10^{-27}$  kg, determina l'energia liberata nella formazione di un atomo di elio e di 1 mol di atomi di elio (circa 4 g).

#### Risolvere problemi

**17**  The element copper has a relative atomic mass of 63,55 and contains atoms with mass numbers of 63 and 65.

- Calculate the percentage composition of a normal isotopic sample of copper.

#### Applicare nella vita reale

**18**  More than 2000 years ago, Democritus, a Greek philosopher, asked what would happen if one were to divide a piece of matter into two, and into two again, and again, and so on. Would there come a point at which it would not be possible to divide that piece of matter into two? Or could one continue this process forever?

(Da: M.I. Winter, *Chemical Bonding*, Oxford Science Publications)

- Traduci e commenta in base a ciò che hai studiato nel capitolo e prova a rispondere alle domande.

