

## Quesiti e problemi (sul libro da pag. 155)

### 1 La natura elettrica della materia

**1** 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 questo non avviene se anziché toccare il metallo del carrello tocchiamo la plastica?

**2** Strofinando una bacchetta di plastica e avvicinandola lentamente a un piccolo flusso d'acqua che sgorga dal rubinetto si nota che esso devia, in quanto attirato dalla bacchetta stessa.

► Quale pensi che sia la natura elettrica dell'acqua?

**3** Indica qualche fenomeno che conosci della tua vita quotidiana che può essere riconducibile all'elettizzazione per strofinio, cerca di spiegarlo e discuti con la classe e l'insegnante le tue proposte.

**4** Lo strofinio di una penna a sfera riesce ad attirare piccoli pezzettini di carta, mentre lo strofinio di una posata di acciaio non determina nessun effetto, come mai? *l'acciaio è elettricamente neutro*

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

### 2 La scoperta delle proprietà elettriche

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

- Berzelius
- Franklin
- Volta

*b); c); a)*

► Descrivi poi il contributo di ciascuno di essi alla scoperta della natura elettrica della materia. Rispondi in dieci righe.

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

### 3 Le particelle fondamentali dell'atomo

**8** Quali sono le particelle fondamentali dell'atomo? *protoni, elettroni, neutroni*

**9** Compara protone e neutrone dal punto di vista della carica e della massa.

**10** Calcola quale carica complessiva viene trasportata da una mole di elettroni (un  $N_A$ ). Il valore che hai trovato è un'unità di misura importante nell'elettrochimica, che prende il nome di Faraday (F).

*$9,6 \cdot 10^4$*

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

*1838*

► Esiste un elemento che ne possiede così tanti?

*no*

► Qual è l'elemento che possiede più elettroni? Rispondi aiutandoti con la tavola periodica.

*roentgenio*

**12** 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 g dell'elemento?

*$6,0 \cdot 10^{23}$  atomi*

### 4 La scoperta dell'elettrone

**13** Quale scienziato ha scoperto l'effettiva natura dei raggi catodici? Descrivi i suoi esperimenti. Rispondi in cinque righe.

**14** Cambiando la natura del gas interno al tubo catodico, mantenuto comunque a pressione bassissima, la natura dei raggi catodici e il loro comportamento non cambiano.

► Sapresti spiegare perché?

*gli elettroni sono uguali per tutte le sostanze*

**15** I raggi catodici percorrono lo spazio in linea retta. Immagina ora di mettere uno schermo a forma di croce lungo il loro percorso.

► Pensi che sul fondo del tubo si proietti la sua ombra oppure no? Motiva la tua risposta.

► Se, invece, lungo il percorso viene interposto un mulinello, questo si mette in movimento quando viene colpito dai raggi catodici. Secondo te, che cosa significa ciò? Motiva la tua risposta.

### 5 L'esperimento di Rutherford

**16** Che cos'è una particella  $\alpha$ ?

**17** Quali particelle elementari costituiscono la particella  $\alpha$ ? *due protoni e due neutroni*

**18** Descrivi l'esperimento effettuato da Rutherford e dai suoi collaboratori e che gli permise di costruire il modello atomico che porta il suo nome. Rispondi in dieci righe.

**19** Se fosse stato valido il modello di Thomson, come pensi sarebbero variati i risultati dell'esperimento di Rutherford? Discuti le tue proposte con i compagni e l'insegnante.

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

**21** Il modello di Rutherford venne abbandonato. In che cosa rimane valido?

*rimane valida la struttura nucleare*

## 6 Il numero atomico

**22** Completa la seguente tabella con i dati mancanti:

Simbolo isotopo	Nome elemento	Numero di massa A	Numero atomico Z	Numero di protoni	Numero di elettroni	Numero di neutroni
${}_{21}^{45}\text{Sc}$	scandio	45	21	21	21	24
${}_{23}^{51}\text{V}$	vanadio	51	23	23	23	28
${}_{13}^{27}\text{Al}$	alluminio	27	13	13	13	14
${}_{80}^{201}\text{Hg}$	mercurio	201	80	80	80	121

**23** Come si definisce il numero atomico Z?

**24** In che senso gli esperimenti di Rutherford hanno contribuito a identificare il numero atomico?

**25** Da quale scienziato sono stati misurati i numeri atomici? In che modo?

*Moseley*

**34** Che cos'è un isotopo?

**35** Quanti e quali sono gli isotopi del carbonio?

*tre:  ${}^{12}\text{C}$ ;  ${}^{13}\text{C}$ ;  ${}^{14}\text{C}$*

**36** A cosa serve lo spettrometro di massa?

*a determinare le masse atomiche*

## 7 Il numero di massa e gli isotopi

**26** Che cosa si intende con il termine «nucleoni»?

**27** Se la massa dell'elettrone fosse uguale a quella del protone, come varierebbe il numero di massa degli atomi degli elementi? E come varierebbe il numero atomico Z?

*il numero di massa aumenterebbe;  
il numero atomico non varierebbe*

**28** Il nucleo di un atomo è formato da 9 protoni e 10 neutroni. Qual è il numero di elettroni?

9

**29** Il nucleo di un atomo è formato da 26 protoni e 30 neutroni. Qual è il numero degli elettroni?

26

**30** Qual è il numero di protoni e quale il numero di neutroni nel nucleo di  ${}^{32}\text{S}$ ?

*16 protoni e 16 neutroni*

**31** Qual è il numero di protoni, neutroni ed elettroni di  ${}^{40}\text{Ar}$ ?

*18 protoni; 22 neutroni; 18 elettroni*

**32** Identifica i seguenti elementi:  ${}^9\text{X}$ ,  ${}^{28}\text{X}$ ,  ${}^{27}\text{X}$ .

*berillio (Be); silicio (Si); alluminio (Al)*

**33** A quale elemento appartengono gli isotopi che possiedono i seguenti numeri atomici e di massa?

- |           |           |    |
|-----------|-----------|----|
| a) Z = 30 | e A = 70  | Zn |
| b) Z = 9  | e A = 19  | F  |
| c) Z = 51 | e A = 122 | Sb |
| d) Z = 35 | e A = 80  | Br |
| e) Z = 19 | e A = 40  | K  |

## 8 Le trasformazioni del nucleo

**37** Perché i raggi  $\alpha$  nell'esperimento di Rutherford presentano una curvatura meno netta (raggio di curvatura maggiore) rispetto alle radiazioni  $\beta$ ?

*perché i raggi  $\alpha$  arrivano più vicini al nucleo*

**38** Perché i raggi  $\gamma$  individuati da Rutherford, se sottoposti all'azione di un campo elettrico esterno, non mostravano deflessione ma si propagavano sempre in linea retta?

*perché sono elettricamente neutri*

**39** Definisci decadimento radioattivo e radioattività.

**40** In che cosa differiscono i raggi  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ ? Rispondi in cinque righe.

## 9 I tipi di decadimento radioattivo

**41** Osserva il grafico di stabilità degli isotopi in figura 7.12. Indica se quelli riportati di seguito sono stabili oppure no e che tipo di decadimento, eventualmente, possono subire.

- Z = 30 A = 30
- Z = 50 A = 80
- Z = 10 A = 10

*sono tutti instabili; emissione  $\beta^+$  o cattura elettronica*

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

**43** Quale tipo di particelle emettono gli atomi ricchi di neutroni quando decadono?

*particelle  $\beta$*

**44** Quali nuclei decadono emettendo particelle  $\alpha$ ?

**45** Quali conseguenze provoca il decadimento  $\alpha$ ?

**46** Nell'emissione di una particella  $\alpha$  durante il decadimento radioattivo, cosa succede al numero di massa?  
*diminuisce di quattro unità*

**47** Quale tipo di decadimento si verifica in un elemento che possiede un numero di protoni molto elevato rispetto al numero di neutroni?  
*emissione  $\beta^+$  e cattura elettronica*

**48** Il carbonio-14 subisce decadimento  $\beta$ . Quali sono Z e A del nucleo prodotto? Qual è l'elemento?  
*Z = 7; A = 14;  $^{14}\text{N}$*

**49** Il boro-12 decade e si trasforma in carbonio-12. Quale particella emette il nucleo?  
*particella  $\beta$*

**50** Qual è il prodotto del decadimento del radon-220, che emette particelle  $\alpha$ ?  
 *$^{216}\text{Po}$*

**51** Quale particella manca nella seguente equazione?  
 $^{27}\text{Al} + \dots \rightarrow ^{30}\text{P} + ^1_0\text{n}$   *$\frac{4}{2}\alpha$*

**52** Completa le seguenti reazioni di decadimento radioattivo, suddivise per tipologie:

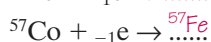
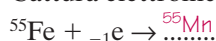
Decadimento  $\alpha$



Decadimento  $\beta$



Cattura elettronica

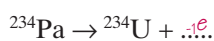
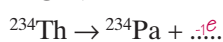


Emissione  $\gamma$



**53** La serie radioattiva dell'uranio-238 è costituita da una serie di radionuclidi che si formano in sequenza, attraverso diversi tipi di decadimento radioattivo. Al termine della sequenza si forma un isotopo stabile del piombo, con cui terminano le reazioni (in questo caso piombo-206).

► Prova a completare le prime 5 reazioni della serie:



## 10 Misura, effetti e applicazioni delle radiazioni

**54** 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. *17 200 anni*

**55** Scrivi l'equazione di decadimento dello iodio-131, che emette particelle  $\beta$  e ha un tempo di dimezzamento di 8 giorni.  
 *$^{131}\text{I} \rightarrow ^{131}\text{Xe} + \beta$*

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

► Calcola quanti giorni sono necessari perché il campione originario si riduca a 1/4 della quantità iniziale.  
*t = 28 giorni*

**57** Lo iodio-131 ha un tempo di dimezzamento di 8 giorni.

► Calcola quanti grammi di iodio-131 rimangono di un campione di 4 g, dopo 24 giorni.  
*m = 0,5 g*

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

*per evitare che rimangano troppo a lungo nel corpo, causando danni ai tessuti*

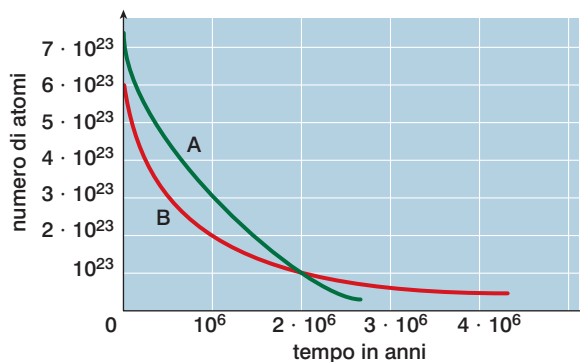
**59** Il grafico rappresenta le curve di decadimento relative a due elementi radioattivi A e B presenti in un determinato campione.

► Quale elemento era il più abbondante all'inizio nel campione? *A*

► Dopo quanti anni i due elementi sono presenti nella stessa quantità?  *$2 \cdot 10^6$  anni*

► Quanti atomi dell'elemento A e quanti del B sono rimasti, dopo che sono trascorsi  $10^6$  anni?

*A:  $3 \cdot 10^{23}$  atomi; B:  $2 \cdot 10^{23}$  atomi*



## 11 L'energia nucleare

- 60** Che cos'è l'energia nucleare?  
 è l'energia che si forma in seguito a trasformazioni che avvengono nei nuclei atomici
- 61** Che cosa si intende per *difetto di massa*?  
 è la differenza tra la massa di un nucleo e la somma delle masse dei protoni e dei neutroni che lo costituiscono
- 62** A che cosa corrisponde l'energia in gioco in una trasformazione nucleare?  
 è la differenza di energia dei nuovi nuclei prodotti e dei reagenti
- 63** È maggiore l'energia di legame o l'energia nucleare? Di quanti ordini di grandezza?  
 l'energia nucleare è maggiore di un milione di volte

## 12 Fissione e fusione nucleare

- 64** Qual è la differenza tra decadimento radioattivo e fissione nucleare?  
 Nel decadimento si ha emissione o cattura di elettroni o emissione di nuclei di elio; nella fissione nucleare il nucleo si divide in due nuclei più piccoli, con liberazione di neutroni ed energia.
- 65** 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? *uno oltre a quello incidente*

## Review (sul libro da pag. 156)

- 1** Il gallio naturale è costituito da due isotopi  $^{69}\text{Ga}$  e  $^{71}\text{Ga}$ . Il 60,108% è gallio-69 (massa = 68,9256 u) e il 39,892% è gallio-71 (massa = 70,9247 u).  
 ► Qual è la massa dell'elemento naturale?  
 $M = 69,7231 \text{ u}$
- 2** Il tempo di dimezzamento dell'uranio  $^{238}\text{U}$  è  $4,5 \cdot 10^5$  anni. Se parti da 50 g di uranio, quale sarà la massa residua dopo  $9,0 \cdot 10^5$  anni?  $m = 12,5 \text{ g}$
- 3** Lo iodio-131 ha un tempo di dimezzamento di 8 giorni. Dopo quanti giorni 4 g di iodio si riducono a 1 g?  $t = 16 \text{ giorni}$
- 4** Il corpo umano è costituito per oltre il 70% di acqua ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Il prozio è l'isotopo più abbondante dell'idrogeno (99,985%), mentre il deuterio è presente per lo 0,015%.  
 ► Calcola quanto peserebbe una persona di 50 kg se le percentuali di prozio e deuterio fossero invertite. (Trascura il fatto che l'idrogeno è presente anche nel restante 30% e approssima il valore delle masse atomiche ai numeri di massa, dove necessario).  $53,8 \text{ kg}$
- 5** L'uranio estratto dalle rocce che lo contengono sotto forma di suoi minerali è costituito da una miscela isotopica che presenta la seguente composizione:  
 $^{238}\text{U} = 99,275\%$ ,  $^{235}\text{U} = 0,720\%$ ,  $^{234}\text{U} = 0,005\%$   
 ► Calcola quanti g di ciascun isotopo vi sono in 1500 g di uranio.  
 $m_{^{238}\text{U}} = 1489,125 \text{ g}$ ;  $m_{^{235}\text{U}} = 10,80 \text{ g}$ ;  $m_{^{234}\text{U}} = 0,075 \text{ g}$
- 6** L'ossigeno si presenta in natura come una miscela di tre isotopi che presentano la seguente percentuale di abbondanza:  
 $^{16}\text{O} = 99,762\%$ ,  $^{18}\text{O} = 0,200\%$ ,  $^{17}\text{O} = 0,038\%$   
 ► Approssimando la massa atomica di ciascun isotopo al suo numero di massa espresso in u, calcola il valore della massa atomica media dell'elemento.  
 $MA = 16,004 \text{ u}$
- 7** Prova a eseguire nuovamente il calcolo del precedente esercizio, utilizzando le masse atomiche relative reali di ciascun isotopo dell'ossigeno:  
 $^{16}\text{O} = 15,994915$ ,  $^{17}\text{O} = 16,999131$ ,  $^{18}\text{O} = 17,999160$   
 $MA = 16,303 \text{ u}$   
 ► Confronta nuovamente il risultato con la massa atomica riportata nella tavola periodica. Discuti con la classe e l'insegnante la discrepanza rispetto al risultato del precedente esercizio.
- 8** Un campione di roccia contiene, al momento della sua formazione, 1 g di potassio-40 e 0,1 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 g di potassio-40 saranno rimasti dopo  $3 \cdot 10^9$  anni.  
 $m_K = 0,25 \text{ g}$   
 ► Quanti anni dovranno ancora trascorrere affinché rimangano 0,025 mg di uranio-238? (Ammetti, per semplicità, che non vi siano scambi con l'esterno dei nuclidi padri e figli.)  
 $t = 9 \cdot 10^9 \text{ anni}$

- 9** Ogni anno all'interno del sole 600 milioni di tonnellate di idrogeno vengono fuse per produrre elio ed energia attraverso un processo di fusione nucleare che può essere riassunto come segue:



► Sapendo che la massa di un atomo di elio è 4,00150 u, mentre quella di ciascun protone è 1,00728 u, calcola il difetto di massa e l'energia complessivamente sviluppata in ogni reazione (per facilitare il calcolo, moltiplica  $Dm$  per 931; in tal modo ottieni subito il valore di  $E$  calcolato in MeV ricordando che  $1 \text{ MeV} = 1,60217646 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ ).

$$E = 4,12 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

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

11

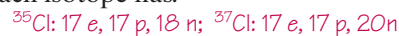
- 11** An atom has 13 protons and 14 neutrons. What is its mass number?

$$A = 27$$

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

54

- 13** 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.



- 14** 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	14	14	14
Si-29	14	14	15
Si-30	14	14	16

- 15** 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.