


## 3 Estructura interna de los átomos

Página 37

10.  Thomson pudo medir la relación entre la carga del electrón y su masa, encontrando el valor de  $1,76 \cdot 10^{11}$  C/kg. A partir del dato de la carga obtenido por Millikan, calcula la masa del electrón.

La relación entre la carga de un electrón y su masa es la siguiente:

$$q = \frac{e}{m}$$

Conociendo los valores de  $q$  y de  $e$ , podemos hallar el valor de  $m$ :

$$m = \frac{e}{q} = \frac{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{1,76 \cdot 10^{11} \text{ C/kg}} = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$


11. Con el dato de la actividad anterior, determina el número de electrones que deberíamos colocar en el platillo de una hipotética balanza para que esta marque 1,00 g.

Sabiendo que la masa de 1 electrón es  $9,1 \cdot 10^{-31}$  kg, podemos proponer la siguiente equivalencia:

$$\frac{1 \text{ electrón}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} = \frac{x}{10^{-3} \text{ kg}} \rightarrow x = 1,099 \cdot 10^{27} \text{ electrones necesitaríamos}$$

## 4 Modelos atómicos

Página 39

16.  Distintas experiencias han permitido medir el tamaño de los átomos y de su núcleo. Así, el radio típico de un átomo puede ser de 100 pm, y el del núcleo, de  $5 \cdot 10^{-3}$  pm. Halla la relación entre el tamaño del átomo y el de su núcleo, y busca una analogía a nuestra escala que te permita entender la naturaleza hueca del átomo.

La relación entre el radio de un átomo y el radio de su núcleo es:

$$\frac{r_{\text{átomo}}}{r_{\text{núcleo}}} = \frac{100 \text{ pm}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ pm}} = 20\,000$$

Así, podemos observar que el radio del átomo es 20 000 veces mayor que el radio del núcleo.

Como analogía a nuestra escala podríamos proponer lo siguiente: situamos en el centro de un campo de fútbol internacional un guisante, que haría las veces de núcleo, y en la última grada del estadio un alfiler, donde la cabeza corresponde a un electrón. Todo el espacio que queda entre ambos equivale al espacio hueco de un átomo.


## 5 Caracterización de los átomos

Página 41

18. Usa los datos de la tabla y calcula cuántas veces es mayor la masa del protón que la del electrón.

Según los datos recogidos en la tabla del libro del alumnado de la página 80, podemos establecer la siguiente relación:

$$\frac{m_{\text{protón}}}{m_{\text{electrón}}} = \frac{1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} = 1836,64 \simeq 1837 \text{ veces mayor}$$

- 19.**  Infórmate sobre la ecuación de Einstein que relaciona energía y masa y calcula la energía que se desprende al formarse  $10^{24}$  núcleos de un determinado átomo si se «pierden» 0,570 u por cada núcleo formado.

La ecuación de Einstein que relaciona la energía y la masa es:

$$E = m \cdot c^2$$

Donde  $c$  es la velocidad de la luz, que es  $3 \cdot 10^8$  m/s.

La masa que se desprende la calculamos a partir de la masa perdida por cada núcleo formado, que es la siguiente:

$$m = 10^{24} \text{ núcleos} \cdot \frac{0,570 \text{ u}}{1 \text{ núcleo}} \cdot \frac{1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} = 9,4677 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$$

Ahora ya podemos aplicar la ecuación de Einstein y calcular la energía desprendida:

$$E = m \cdot c^2 = 9,4677 \cdot 10^{-4} \text{ kg} \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2 = 8,52 \cdot 10^{13} \text{ J}$$

- 21**  La masa de un átomo de nitrógeno es de 14,00 u:

- Expresa este valor en unidades del SI.
- Calcula cuántos átomos de nitrógeno son necesarios para tener 1 kg de este elemento químico.

a) Para expresar la masa del nitrógeno en unidades del SI, utilizamos su equivalencia con el kilogramo, obteniendo:

$$\frac{1 \text{ u}}{1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = \frac{14,00 \text{ u}}{x} \rightarrow x = 2,325 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

b) Para tener 1 kg de este elemento necesitamos:

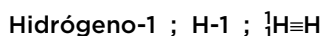
$$\frac{1 \text{ átomo}}{2,325 \cdot 10^{-26} \text{ kg}} = \frac{x}{1 \text{ kg}} \rightarrow x = 4,3 \cdot 10^{25} \text{ átomos}$$

## 6 Isótopos. Aplicaciones

Página 42

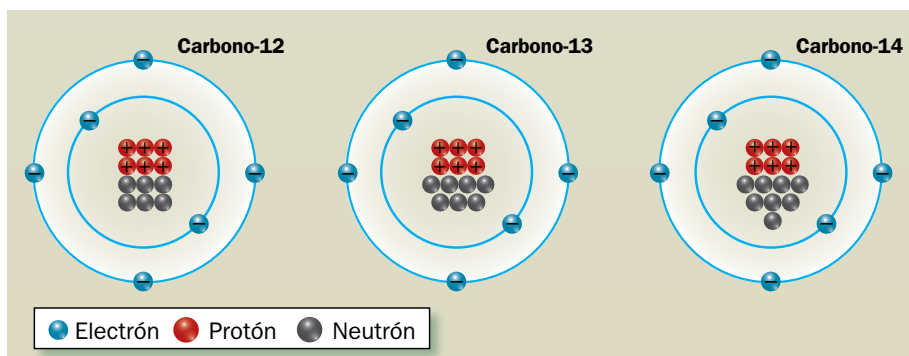
### Trabaja con la imagen

Hay varias formas de representar los isótopos del hidrógeno; así, para el protio:

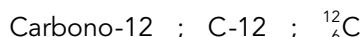


Fíjate en las imágenes de los isótopos del carbono y represéntalos de las tres formas vistas.

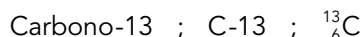
Según la representación de los tres isótopos del carbono:



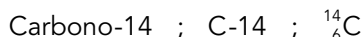
La representación del primero será:




En el caso del segundo isótopo, sus tres representaciones son:



Y para el último de ellos:



## Página 43

- 23.**  El número atómico de un átomo de uranio neutro es  $Z = 92$ , y su número másico,  $A = 238$ . Indica cuántas partículas subatómicas tiene de cada tipo. El isótopo U-235, ¿tendrá igual número de nucleones? ¿Y de electrones?

El número de partículas subatómicas que tiene el uranio, es:

$$Z = 92 = n.^{\circ} \text{ de electrones} = n.^{\circ} \text{ de protones}$$

$$A = N + Z$$


$$238 = n + 92$$

$$n = 146$$

Siendo  $N$  el número de neutrones y  $Z$  el de electrones.

El número de nucleones es el número de protones y neutrones (partículas que forman el núcleo de un átomo) sumados que hay en un átomo. Este valor se corresponde con el valor de  $A$ , número másico. Como podemos ver, el isótopo U-238 tiene distinto valor de  $A$ , que el isótopo U-235, porque varía el número de neutrones de uno a otro.

Por otro lado, el número de electrones de un isótopo a otro no puede variar, pues ya no serían isótopos, sino iones de un mismo isótopo.

- 25.**  Representa las tres formas posibles de los isótopos del silicio, sabiendo que para este elemento químico se pueden encontrar átomos con 14, 15 y 16 neutrones, respectivamente. Utiliza los tres tipos de representación que hemos expuesto en este epígrafe. Consulta la tabla periódica si lo necesitas.

El silicio tiene de número atómico  $Z = 14$ , por tanto:

Isótopo	Núcleo		Corteza
	Protones	Neutrones	Electrones
Si-28	14	14	14
Si-29	14	15	14
Si-30	14	16	14

Para el primer isótopo, sus tres representaciones serán:



Para el segundo:



Y para el tercero:



## 7 La corteza electrónica

### Página 45

#### 27. ¿Qué dato necesitamos conocer para poder escribir la distribución de electrones por capas de un átomo o de un ion?

El dato que necesitamos conocer es el número de electrones del elemento. En el caso de que sea un átomo neutro, coincide con el número atómico. Para los iones, debemos saber además qué carga tienen, pues si es positiva, se descontará del número atómico, y si es negativa, se sumará.

#### 28. Un átomo pierde dos electrones. ¿Forma un ion positivo o negativo? Indica de qué capas los perdería según que el átomo fuese: a) sodio; b) berilio; c) magnesio. Escribe cómo representarías los iones formados.

Si un átomo pierde electrones, formará un ion positivo. Dependiendo del átomo que sea, perderá los electrones de la última capa que haya llenado. Para saberlo, realizamos su distribución electrónica como elementos neutros y después lo explicamos:

a) Sodio, Na;  $Z = 11$ .

Capa <i>K</i>	Capa <i>L</i>	Capa <i>M</i>	Capa <i>N</i>
2	8	1	Vacía

Perderá un electrón de la capa *M* y otro de la capa *L*.

Se representaría como  $\text{Na}^{2+}$ :

Capa <i>K</i>	Capa <i>L</i>	Capa <i>M</i>	Capa <i>N</i>
2	7	Vacía	Vacía

b) Berilio, Be;  $Z = 4$ .

Capa <i>K</i>	Capa <i>L</i>	Capa <i>M</i>	Capa <i>N</i>
2	2	Vacía	Vacía

Perderá los dos electrones de la capa *L*, representándose como  $\text{Be}^{2+}$ :

Capa <i>K</i>	Capa <i>L</i>	Capa <i>M</i>	Capa <i>N</i>
2	Vacía	Vacía	Vacía

c) Magnesio, Mg;  $Z = 12$ .

Capa <i>K</i>	Capa <i>L</i>	Capa <i>M</i>	Capa <i>N</i>
2	8	2	Vacía

El magnesio perderá los dos electrones de la capa *M*, y quedará vacía. Se representa como  $\text{Mg}^{2+}$ :

Capa <i>K</i>	Capa <i>L</i>	Capa <i>M</i>	Capa <i>N</i>
2	8	Vacía	Vacía

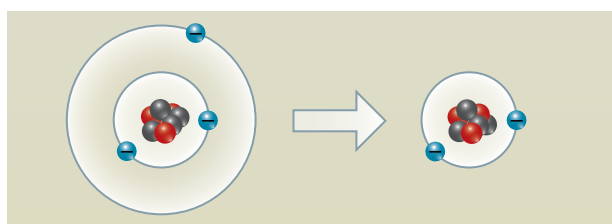
**29.** Escribe la distribución de electrones por capas de los siguientes átomos neutros y de sus respectivos iones: a) F y F<sup>-</sup>; b) Al y Al<sup>3+</sup>; c) N y N<sup>3-</sup>; d) Si y Si<sup>4+</sup>.

Para realizar el ejercicio, vamos a hacer una tabla y la completaremos según el número de electrones que tenga el átomo:

Átomo	Z	Capa K	Capa L	Capa M	Capa N
F	9	2	7	Vacía	Vacía
F <sup>-</sup>	10	2	8	Vacía	Vacía
Al	13	2	8	3	Vacía
Al <sup>3+</sup>	10	2	8	Vacía	Vacía
N	7	2	5	Vacía	Vacía
N <sup>3-</sup>	10	2	8	Vacía	Vacía
Si	14	2	8	4	Vacía
Si <sup>4+</sup>	10	2	8	Vacía	Vacía

**30.** La figura muestra la formación de un ion:

- ¿Es un ion positivo o negativo?
- ¿De qué elemento químico se trata?
- ¿Cómo se representa el ion que se ha formado?



- Como podemos observar en el dibujo, el átomo ha perdido un electrón, por tanto, tiene un defecto de carga negativa y será un ion positivo.
- Se trata del litio, pues en su estado neutro tiene tres electrones en total, cuatro neutrones y tres protones ( $A = 7$ ).
- Su representación como ion será Li<sup>+</sup>.

## Trabaja con lo aprendido

### Página 48

## Leyes fundamentales y teoría atómica

**1.** Al hacer reaccionar 34 g de amoníaco con 98 g de ácido sulfúrico se obtienen 132 g de sulfato de amonio. Si intentamos que reaccionen 102 g de amoníaco con 196 g de ácido sulfúrico:

- ¿De cuál de las dos sustancias hay un exceso?
- ¿En qué ley te basas para responder al apartado anterior?
- ¿Qué masa de sustancia sobra?
- ¿Qué masa de sulfato de amonio se forma?

a) Habrá un exceso de amoníaco.

b) Nos basamos en la ley de las proporciones definidas, que nos dice que los reactivos de una reacción química, reaccionan siempre en la misma relación de masas. En este caso, al reaccionar los 102 g de  $\text{NH}_3$  con los 196 g de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , no guardan la misma relación que cuando reaccionan 34 g de  $\text{NH}_3$  con 98 g de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Por eso, sabemos que debe sobrar de uno de los reactivos.

c) En la segunda reacción hay el doble de masa de ácido sulfúrico que en la primera ( $98 \cdot 2 = 196$ ). Por tanto, tendrá que haber también el doble de  $\text{NH}_3$ :  $34 \text{ g} \cdot 2 = 68 \text{ g}$ . Así, sobrarán:

$$m_{\text{NH}_3} (\text{sobrante}) = 102 \text{ g} - 68 \text{ g} = 34 \text{ g}$$

d) La masa de sulfato de amonio que se formará es la suma de la masa de ácido sulfúrico que ponemos a reaccionar con la masa de amoníaco que reacciona totalmente:

$$m_{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} = 102 \text{ g} + 196 \text{ g} = 298 \text{ g}$$

**5.** Cuando calentamos 50 g de carbonato de calcio, se forman 28 g de óxido de calcio y cierta cantidad de dióxido de carbono. ¿Qué masa de este gas se habrá formado en la reacción? ¿En qué ley te basas para hacer el cálculo?

La masa de  $\text{CO}_2$  que se forma será la que nos falta hasta 50 g:

$$m_{\text{CO}_2} = m_{\text{CaCO}_3} - m_{\text{CaO}} = 50 \text{ g} - 28 \text{ g} = 22 \text{ g de CO}_2$$

La ley en la que nos basamos es en la de las proporciones definidas, o ley de Proust.

### Página 49

## Estructura interna del átomo y modelos atómicos

**13.** La masa de un átomo de azufre es 32,00 u. Utilizando la equivalencia entre la unidad de masa atómica y el kilogramo, calcula cuántos átomos hay en 5,32 kg de azufre.

Para resolver el ejercicio, aplicamos factores de conversión, y tenemos en cuenta que  $1 \text{ u} = 1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ . Por tanto, en 5,32 kg habrá:

$$n.^\circ \text{ átomos} = 5,32 \text{ kg} \cdot \frac{1 \text{ u}}{1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ átomo}}{32,00 \text{ u}} = 1,00 \cdot 10^{26} \text{ átomos}$$

## El núcleo del átomo. Isótopos

16. Completa la tabla. Utiliza el Sistema Periódico de los elementos químicos para obtener información sobre el número atómico de cada elemento químico.

Elemento	Símbolo	Z	A	N.º de protones	N.º de neutrones
Sodio			23		
	U			92	146
Azufre				16	16
Carbono					8

Teniendo en cuenta el Sistema Periódico y lo aprendido durante la unidad, la tabla quedaría completa de la siguiente manera:

Elemento	Símbolo	Z	A	N.º de protones	N.º de neutrones
Sodio	Na	11	23	11	12
Uranio	U	92	238	92	146
Azufre	S	16	32	16	16
Carbono	C	6	14	6	8

### Página 50

22. La radiación alfa,  $\alpha$ , está compuesta por núcleos de helio:

- Indica el número atómico del helio.
- Justifica que esta radiación tenga carga positiva.
- Calcula el valor de la carga de un núcleo de helio y exprésalo en culombios.
  - El número atómico del helio es  $Z = 2$ .
  - Al ionizar el helio, este pierde los electrones y queda cargado solo positivamente por los protones del núcleo.
  - En el núcleo, hay dos protones. Así, su carga será la misma que la de los dos electrones pero con signo positivo:

$$p = 2 \cdot e = 2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 3,204 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

## La corteza del átomo. Iones

29. Completa la tabla:

Especie química	N.º de protones	N.º de neutrones	N.º de electrones
${}_{11}^{23}\text{Na}^+$			
${}_{12}^{24}\text{Mg}^{2+}$			
${}_{9}^{19}\text{F}^-$			
${}_{8}^{16}\text{O}^{2-}$			

La tabla completada quedaría de la siguiente forma:

Especie química	N.º de protones	N.º de neutrones	N.º de electrones
${}_{11}^{23}\text{Na}^+$	11	12	10
${}_{12}^{24}\text{Mg}^{2+}$	12	12	10
${}_{9}^{19}\text{F}^-$	9	10	10
${}_{8}^{16}\text{O}^{2-}$	8	8	10

**30. Escribe la distribución por capas de los electrones de los iones del ejercicio anterior, compáralas con la del neón y extrae conclusiones.**

Como todos los iones tienen 10 electrones, podemos hacer una única distribución por capas y asumir que es válida en todos los casos:

Capa K	Capa L	Capa M	Capa N
2	8	Vacía	Vacía

El Ne, que es un gas noble, tiene también 10 electrones, por lo que la repartición será la misma que la de los iones anteriores. Como conclusión podemos decir que todos los elementos de un mismo período tienden a ganar y/o perder electrones hasta conseguir la configuración del gas noble que pertenece a su período. Por eso, como el Na, el Mg, el F y el O pertenecen al segundo período, su distribución electrónica iónica será la del Ne.

**Página 51**

**32. Un átomo de nitrógeno gana tres electrones:**

- a) ¿Formará un anión o un catión?
- b) ¿En qué capa electrónica se ubicarán estos tres electrones?
- c) Escribe la distribución por capas del ion formado.

- a) Como gana tres electrones, formará un ion de carga negativa, que se denomina anión.
- b) Teniendo en cuenta que el nitrógeno neutro tiene 7 electrones, en forma iónica, ganando tres electrones más, tendrá un total de 10 electrones. Luego, su distribución por capas será:

Capa K	Capa L	Capa M	Capa N
2	8	Vacía	Vacía

Luego se situarán en la capa L.

- c) Contestada en el apartado anterior.