# 1. Estructura atómica de la materia

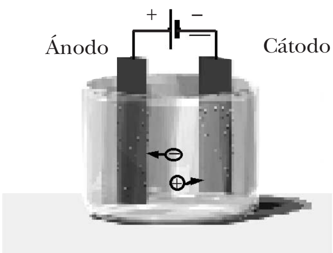
**ACTIVIDADES** (pág. 7)

- En una cuba electrolítica, el electrodo conectado al polo positivo de la fuente externa se denomina *ánodo* y en él tiene lugar la *semirreacción de oxidación*.

  El electrodo conectado al polo negativo de la fuente externa se denomina *cátodo* y en él tiene lugar la *semirreacción de reducción*.

  En la cuba electrolítica se pueden llevar a cabo reacciones que transcurren con variación de entalpía libre positiva, por lo que no tienen lugar espontáneamente al conectar los electrodos a una fuente de voltaje externa.

  El *ánodo* atrae las partículas de *carga negativa,* mientras que el *cátodo* atrae las partículas de *carga positiva*.




- $1 \text{ mol e}^- \cdot \dfrac{6{,}022 \cdot 10^{23}\text{ e}^-}{1 \text{ mol e}^-} \cdot \dfrac{6{,}022 \cdot 10^{23}\text{ e}^-}{1 \text{ mol e}^-} = 96\,472 \text{ C}$

  1 mol de electrones contiene 96 472 C de carga negativa.

- La reflexión es el cambio de dirección que experimenta un rayo de luz cuando incide sobre la superficie de separación de dos medios sin abandonar el medio por el que se propaga. El ángulo de incidencia del rayo que llega a la superficie es igual al de reflexión.

  La refracción es el cambio de dirección que experimenta un rayo de luz cuando pasa de un medio a otro. La razón entre los senos de los ángulos de incidencia y de refracción es una constante igual a la razón de las velocidades de la luz en los dos medios de propagación.

**1. CONSTITUYENTES BÁSICOS DEL ÁTOMO** (págs. 11 y 13)

1. E. Rutherford se basó en la diferencia encontrada entre el cálculo de la posible masa atómica de un átomo (sumando las masas de electrones y protones) y la masa atómica encontrada experimentalmente. Esto le hizo suponer que existía alguna otra partícula con masa en el átomo.

   Fue la última partícula en detectarse porque los experimentos realizados hasta entonces eran de carácter eléctrico y, dado que el neutrón no tiene carga, pasaba desapercibido.

   – El hecho de que sólo algunas de las partículas $\alpha$ salieran rebotadas y no atravesasen la lámina de oro, hizo pensar que la masa (protones y neutrones) se encontraba concentrada en unos puntos definidos, los núcleos, responsables de este efecto.

2.

| Átomos neutros | Número atómico ($Z$) | Número de masa ($A$) | Número protones ($Z$) | Número neutrones ($N = A - Z$) | Número electrones (= protones) |
|---|---|---|---|---|---|
| $^{35}_{17}Cl$ | 17 | 35 | 17 | 18 | 17 |
| $^{37}_{17}Cl$ | 17 | 37 | 17 | 20 | 17 |
| $^{235}_{92}Cl$ | 92 | 235 | 92 | 143 | 92 |
| $^{65}_{29}Cu$ | 29 | 65 | 29 | 36 | 29 |
| $^{210}_{81}Tl$ | 81 | 210 | 81 | 129 | 81 |
| $^{214}_{82}Pb$ | 82 | 214 | 82 | 132 | 82 |
| $^{18}_{8}O$ | 8 | 18 | 8 | 10 | 8 |
| $^{200}_{80}Hg$ | 80 | 200 | 80 | 120 | 80 |
| $^{12}_{6}C$ | 6 | 12 | 6 | 6 | 6 |
| $^{13}_{6}C$ | 6 | 13 | 6 | 7 | 6 |
| $^{14}_{6}C$ | 6 | 14 | 6 | 8 | 6 |

3. Para Dalton, los elementos químicos estaba formados por átomos indivisibles que tenían la misma masa y las mismas propiedades si pertenecían al mismo elemento.

   En el concepto actual, el elemento químico está formado por átomos, que son divisibles y mutables. Tienen el mismo número atómico (es decir, el mismo número de protones) si pertenecen al mismo elemento, pero puede variar la masa atómica aunque sean átomos del mismo elemento.

4. Sí que puede tener el mismo número de masa que un isótopo de nitrógeno, dependiendo del número de neutrones que tenga.

   Pero el número atómico no puede ser nunca el mismo que el de un isótopo de nitrógeno, porque entonces ya no sería un isótopo de carbono sino un átomo de nitrógeno.

5. *a)* $A_r\,(Ga) = 68{,}95\ u \cdot \dfrac{60{,}16}{100} + 70{,}95\ u \cdot \dfrac{39{,}84}{100} = 69{,}75\ u$

*b)* $A_r\,(Si) = 27{,}985\,792\ u \cdot \dfrac{93{,}03}{100} + 28{,}990\,654\ u \cdot \dfrac{3{,}90}{100} + 29{,}9863\,20\ u \cdot \dfrac{3{,}05}{100} = 28{,}08\ u$

**5. MODELO ATÓMICO DE BOHR** (pág. 19)

6. *Datos:* $n_2 = 5 \quad n_1 = 2$

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_1^{\,2}} - \frac{1}{n_2^{\,2}}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 1{,}097 \cdot 10^7\,m^{-1}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2}\right) = 1{,}097 \cdot 10^7\,m^{-1}\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{25}\right)$$

$$\lambda = 4{,}34 \cdot 10^{-7}\,m \cdot \frac{10^9\,nm}{1\,m} = 434\,nm$$

La longitud de onda de la radiación emitida es **434 nm.**

7. *Datos:* $\lambda = 102{,}6$ nm

Sustituimos distintas transiciones en la ecuación:

- $n_2 = 2$ y $n_1 = 1$

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_1^{\,2}} - \frac{1}{n_2^{\,2}}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 1{,}097 \cdot 10^7\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right)$$

$$\lambda = 1{,}22 \cdot 10^{-7}\ m = 122\ nm$$

No es correcta.

- $n_2 = 3$ y $n_1 = 1$

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_1^{\,2}} - \frac{1}{n_2^{\,2}}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 1{,}097 \cdot 10^7\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{3^2}\right)$$

$$\lambda = 1{,}026 \cdot 10^{-7}\,m$$

$$\lambda = 102{,}6\ nm$$

La transición electrónica es **desde $n_2 = 3$ a $n_1 = 1$.**

8. *Datos:* Segunda línea de la serie de Paschen.

Si se trata de la serie de Paschen: $n_1 = 3$

La segunda línea es $n_2 = 5$.

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_1^{\,2}} - \frac{1}{n_2^{\,2}}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 1{,}097 \cdot 10^7\,m^{-1}\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2}\right)$$

$$\lambda = 1{,}2819 \cdot 10^{-6}\,m$$

$$\lambda = 1\,281{,}9\ nm$$

La longitud de onda es de **1 281,9 nm.**

9. *Datos:* $\lambda = 95$ nm

Sustituyendo diversas transiciones electrónicas en la ecuación, llegamos a encontrar que la correcta es **desde $n_2 = 5$ hasta $n_1 = 1$**.

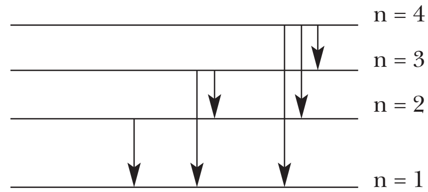
$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_1^{\,2}} - \frac{1}{n_2^{\,2}}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 1{,}097 \cdot 10^7\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{5^2}\right)$$

$$\lambda = 9{,}5 \cdot 10^{-8}\,m$$

$$\lambda = 95\ nm$$

10. El número máximo de líneas es **6**.




11. *Datos:* $E_{umbral} = 6{,}224 \cdot 10^{-19}$ J $\qquad \lambda = 5\,230$ Å

Calculamos la energía cinética según:

$$h\nu = h\nu_0 + E_C$$

Como $h\nu_0 = E_{umbral}$

$$E_C = h\nu - E_{umbral}$$

$$E_C = h\frac{c}{\lambda} - E_{umbral}$$

$$E_C = 6{,}63 \cdot 10^{-34}\,J \cdot s\,\frac{3 \cdot 10^8\ m \cdot s^{-1}}{5\,230 \cdot 10^{-10}\,m} - 6{,}224 \cdot 10^{-19}\,J$$

$$E_C = -2{,}42 \cdot 10^{-19}\,J$$

El electrón no sale porque la energía de la radiación es menor que la $E_{umbral}$.

**6. MODELO MECANO-CUÁNTICO** (págs. 21, 25 y 29)

12. *Datos:* $v = 20\ m \cdot s^{-1}$

Sabemos que:

$$m_e = 9{,}109\,534 \cdot 10^{-31}\ kg$$

$$h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}\,J \cdot s$$

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}\ J \cdot s}{9{,}109\,534 \cdot 10^{-31}\ kg \cdot 20\ m \cdot s^{-1}}$$

$\lambda = 3{,}6390 \cdot 10^{-5}\,\text{m}$

$\lambda = 36\,390\,\text{nm}$

La longitud de onda asociada es **36 390 nm**.

13. *Datos:* $\lambda = 12\,000\,\text{nm}$

Sabemos que: $m_e = 9{,}109\,534 \cdot 10^{-31}$ kg

$h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}\,\text{J} \cdot \text{s}$

A partir de $\lambda = \dfrac{h}{m \cdot v}$, deducimos el valor de v:

$$v = \frac{h}{m \cdot \lambda} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}\,\text{J} \cdot \text{s}}{9{,}109\,534 \cdot 10^{-31}\,\text{kg} \cdot 12\,000\,\text{m} \cdot 10^{-9}\text{m}}$$

$v = 61\,\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

La velocidad del electrón es $\mathbf{61\,m \cdot s^{-1}}$.

14.

| Orbital | n | l | $m_l$ | $m_s$ |
|---|---|---|---|---|
| **3s** | 3 | 0 | 0 | $-\frac{1}{2}$ |
| | 3 | 0 | 0 | $+\frac{1}{2}$ |
| **6f** | 6 | 3 | –3 | $-\frac{1}{2}$ |
| | 6 | 3 | –3 | $+\frac{1}{2}$ |
| | 6 | 3 | –2 | $-\frac{1}{2}$ |
| | 6 | 3 | –2 | $+\frac{1}{2}$ |
| | 6 | 3 | –1 | $-\frac{1}{2}$ |
| | 6 | 3 | –1 | $+\frac{1}{2}$ |
| | 6 | 3 | 0 | $-\frac{1}{2}$ |
| | 6 | 3 | 0 | $+\frac{1}{2}$ |
| | 6 | 3 | +1 | $-\frac{1}{2}$ |
| | 6 | 3 | +1 | $+\frac{1}{2}$ |
| | 6 | 3 | +2 | $-\frac{1}{2}$ |
| | 6 | 3 | +2 | $+\frac{1}{2}$ |
| | 6 | 3 | +3 | $-\frac{1}{2}$ |
| | 6 | 3 | +3 | $+\frac{1}{2}$ |
| **1s** | 1 | 0 | 0 | $-\frac{1}{2}$ |
| | 1 | 0 | 0 | $+\frac{1}{2}$ |
| **4d** | 4 | 2 | –2 | $-\frac{1}{2}$ |
| | 4 | 2 | –2 | $+\frac{1}{2}$ |
| | 4 | 2 | –1 | $-\frac{1}{2}$ |
| | 4 | 2 | –1 | $+\frac{1}{2}$ |
| | 4 | 2 | 0 | $-\frac{1}{2}$ |
| | 4 | 2 | 0 | $+\frac{1}{2}$ |
| | 4 | 2 | +1 | $-\frac{1}{2}$ |
| | 4 | 2 | +1 | $+\frac{1}{2}$ |
| | 4 | 2 | +2 | $-\frac{1}{2}$ |
| | 4 | 2 | +2 | $+\frac{1}{2}$ |
| **5p** | 5 | 1 | –1 | $-\frac{1}{2}$ |
| | 5 | 1 | –1 | $+\frac{1}{2}$ |
| | 5 | 1 | 0 | $-\frac{1}{2}$ |
| | 5 | 1 | 0 | $+\frac{1}{2}$ |
| | 5 | 1 | +1 | $-\frac{1}{2}$ |
| | 5 | 1 | +1 | $+\frac{1}{2}$ |

15. *a)* 1, 1, 0, $+\frac{1}{2}$ significa $n = 1$; $l = 1$; $m_l = 0$; $m_s = +\frac{1}{2}$

Pero l toma valores entre 0 y $n - 1$. Como $n = 1$, el único valor posible para l es 0. En consecuencia, el electrón *no puede describirse* mediante estos números cuánticos.

*b)* 2, 1, 0, 1 significa $n = 2$; $l = 1$; $m_l = 0$; $m_s = 1$

Esta combinación no es posible, porque $m_s$ sólo puede tomar los valores: $+\frac{1}{2}$ y $-\frac{1}{2}$. En consecuencia, el electrón *no puede describirse* mediante estos números cuánticos.

*c)* 1, 2, 1, $-\frac{1}{2}$ significa $n = 1$; $l = 2$; $m_l = 1$; $m_s = -\frac{1}{2}$

Pero l toma valores entre 0 y n – 1. Como n = 1, el único valor posible para l es 0. En consecuencia, el electrón *no puede describirse* mediante estos números cuánticos.

*d)* 1, 0, 0, 0 significa n = 1, l = 0, $m_l = 0$; $m_s = 0$

Esta combinación no es posible, porque $m_s$ sólo puede tomar los valores: $+\frac{1}{2}$ y $-\frac{1}{2}$. En consecuencia, el electrón *no puede describirse* mediante estos números cuánticos.

16. *a)* Se trata de dos electrones que se encuentran en el mismo orbital y que se diferencian por el número cuántico de espín.

*b)* Se diferencian en $m_l = 0$ y $m_l = 1$, es decir, los dos electrones están en un orbital p del segundo nivel y en el mismo número cuántico de espín, pero las orientaciones de sus orbitales son distintas.

*c)* Se diferencian en n = 2 y n = 3, es decir, son dos electrones situados en niveles de energía distintos, aunque dentro de cada nivel el tipo de orbital y el número cuántico de espín son iguales.

*d)* Se trata de dos electrones que se encuentran en el mismo nivel (n = 3) pero se diferencian en el subnivel que ocupan, (l = 2 y l = 1), la orientación del orbital ($m_l = 1$ y $m_l = 0$) y el número cuántico de espín ($m_s = +\frac{1}{2}$ y $m_s = -\frac{1}{2}$).

17. As (Z = 33) $1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^6$

↑↓ ↑↓ ↑↓↑↓↑↓ ↑↓ ↑↓↑↓↑↓

$4s^2$ $3d^{10}$ $4p^3$

↑↓ ↑↓↑↓↑↓↑↓↑↓ ↑↑↑

K (Z = 19) $1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^6$ $4s^1$

↑↓ ↑↓ ↑↓↑↓↑↓ ↑↓ ↑↓↑↓↑↓ ↑

Ne (Z = 10) $1s^2$ $2s^2$ $2p^6$

↑↓ ↑↓ ↑↓↑↓↑↓

Hf (Z = 72) $1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^6$ $4s^2$

↑↓ ↑↓ ↑↓↑↓↑↓ ↑↓ ↑↓↑↓↑↓ ↑↓

$3d^{10}$ $4p^6$ $5s^2$

↑↓↑↓↑↓↑↓↑↓ ↑↓↑↓↑↓ ↑↓

$4d^{10}$ $5p^6$ $6s^2$

↑↓↑↓↑↓↑↓↑↓ ↑↓↑↓↑↓ ↑↓

$4f^{14}$ $5d^2$

↑↓↑↓↑↓↑↓↑↓↑↓↑↓ ↑↑ _ _ _

18. *Datos:* 4s < 3d < 4p
electrones $3d^1$ y $4s^1$

El electrón situado en 4s se encuentra en un orbital de menor energía, porque la penetrabilidad de este orbital es mayor que la del orbital 3d.

En consecuencia, el número de electrones entre él y el núcleo es menor, el apantallamiento también es menor y su carga nuclear efectiva es mayor según:

$$Z^* = Z - a$$

19. Ni (Z = 28) $1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^6$ $4s^2$ $3d^8$

Nos fijamos en la configuración electrónica del subnivel semiocupado, donde hay electrones desapareados:

$d^8$ Se trata de un elemento *paramagnético*.

↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑ ↑

Zn (Z = 30) $1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^6$ $4s^2$ $3d^{10}$

Nos fijamos en la configuración electrónica del subnivel 3d:

$d^{10}$ Se trata de un elemento *diamagnético*.

↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓

Ti (Z = 22) $1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^6$ $4s^2$ $3d^2$

El subnivel semiocupado: $d^2$ ↑↑ _ _ _ nos indica que se trata de un elemento *paramagnético*.

Mn (Z = 25) $1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^6$ $4s^2$ $3d^5$

El subnivel semiocupado: $d^5$ ↑↑↑↑↑ nos indica que se trata de un elemento *paramagnético*.

20. *a)* La configuración no es correcta porque, según la regla de Hund, los electrones del subnivel 2p deben estar desapareados y con el mismo espín. Es decir:

$1s^2$ $2s^2$ $2p^3$

↑↓ ↑↓ ↑↑↑

*b)* La configuración también es incorrecta porque no puede haber 2 electrones con los 4 números cuánticos iguales. La correcta sería:

$1s^2$ $2p^2$ $2p^4$

↑↓ ↑↓ ↑↓↑↑

21. F (Z = 9) $1s^2$ $2s^2$ $2p^5$

$1s^2$ ↑↓ 1, 0, 0, $+\frac{1}{2}$ 1, 0, 0, $-\frac{1}{2}$

$2s^2$ ↑↓ 2, 0, 0, $+\frac{1}{2}$ 2, 0, 0, $-\frac{1}{2}$

$2p^5$ ↑↓↑↓↑ 2, 1, –1, $+\frac{1}{2}$ 2, 1, –1, $-\frac{1}{2}$

2, 1, 0, $+\frac{1}{2}$ 2, 1, 0, $-\frac{1}{2}$

2, 1, +1, $+\frac{1}{2}$

## RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS Y PROBLEMAS (pág. 31)

22. *Datos:* 1.ª línea: $\lambda = 656{,}3$ nm

La energía asociada a esta longitud de onda es: $E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$

$(c = 3 \cdot 10^8 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ y $h = 6{,}63 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s})$. Por tanto:

$$E = 6{,}63 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s} \cdot \frac{3 \cdot 10^8 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}}{656{,}3 \cdot 10^{-9} \text{m}} = 3{,}03 \cdot 10^{-19} \text{J}$$

La diferencia de energía entre los dos niveles es $\mathbf{3{,}03 \cdot 10^{-19}\ J}$.

23. *Datos:* Transición de $n_2 = 5$ a $n_1 = 3$.

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_1{}^2} - \frac{1}{n_2{}^2}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 1{,}097 \cdot 10^7 \text{m}^{-1}\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2}\right)$$

$$\lambda = 1{,}282 \cdot 10^{-6} \text{m}$$

$$\lambda = 1\,282 \text{ nm}$$

La longitud de onda del fotón es **1 282 nm.**

24. *Datos:* $\lambda_1 = 589{,}0$ nm  $\lambda_2 = 589{,}6$ nm

Calculamos la energía asociada a cada fotón:

$$E_1 = h \cdot \frac{c}{\lambda_1}$$

$$E_1 = 6{,}63 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s} \cdot \frac{3 \cdot 10^8 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}}{589{,}0 \cdot 10^{-9} \text{m}} = 3{,}377 \cdot 10^{-19} \text{J}$$

$$E_2 = h \cdot \frac{c}{\lambda_2}$$

$$E_2 = 6{,}63 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s} \cdot \frac{3 \cdot 10^8 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}}{589{,}6 \cdot 10^{-9} \text{m}} = 3{,}373 \cdot 10^{-19} \text{J}$$

$$\Delta E = E_1 - E_2 = 3{,}377 \cdot 10^{-19} \text{J} - 3{,}373 \cdot 10^{-19} \text{J}$$

$$\Delta E = 4{,}0 \cdot 10^{-22} \text{J}$$

La diferencia de energía entre ambos fotones es $\mathbf{4{,}0 \cdot 10^{-22}\ J}$.

25. *Datos*: $\lambda = 1\,216$ Å

*a)* $\nu = \frac{c}{\lambda}$

$$\nu = \frac{3 \cdot 10^8 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}}{1\,216 \cdot 10^{-10} \text{m}} = 2{,}47 \cdot 10^{15} \text{s}^{-1} = 2{,}47 \cdot 10^{15} \text{Hz}$$

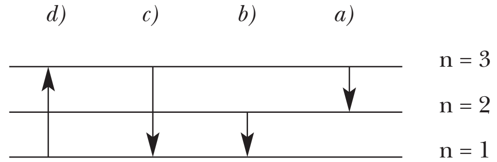
*b)* La energía asociada a la onda de esta frecuencia:

$$\Delta E = h \cdot \nu$$

$$\Delta E = 6{,}63 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s} \cdot 2{,}47 \cdot 10^{15} \text{s}^{-1} = 1{,}65 \cdot 10^{-18} \text{J}$$

La frecuencia del fotón es $\mathbf{2{,}47 \cdot 10^{15}\ Hz}$ y la energía asociada a la onda es $\mathbf{1{,}65 \cdot 10^{-18}\ J}$.

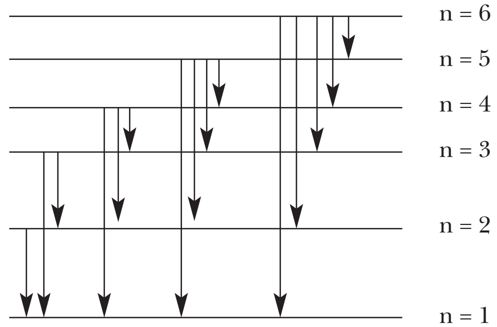
26.




El tránsito que emite un fotón de mayor energía es el *c*, ya que la diferencia de energía corresponderá a dos niveles.

El tránsito electrónico del apartado *d* tendrá el mismo valor de energía, pero no emite fotón, ya que será producido por la absorción de un fotón.

27.




El espectro estará compuesto por **15 líneas.**

## EJERCICIOS Y PROBLEMAS (págs. 32 y 33)

28. *Datos:* 53 electrones  número másico: A = 127

127 número másico

La notación del yodo es $\mathbf{^{127}_{53}}$I.

El número de protones será igual al de electrones si el átomo es neutro: **Z = 53**

El número de neutrones: A – Z = 127 – 53 = **74**

29. *Datos:* $Ca^{2+}$: 18 electrones y 20 neutrones

El número de protones será el número de electrones que tendría el átomo neutro, es decir, los que tiene el catión más los dos que ha perdido:

n.° protones = 18 + 2 = **20**

El número atómico Z es igual al número de protones del núcleo:

**Z = 20**

El número másico A es igual al número atómico Z más el número de neutrones.

A = Z + n.° neutrones = 20 + 20 = **40**

30. *Datos:* $\lambda = 5{,}4 \cdot 10^{-4} \text{cm} = 5{,}4 \cdot 10^{-6} \text{m}$

Calculamos la energía asociada a un fotón con esta longitud de onda:

$$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} = 6{,}63 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s} \cdot \frac{3 \cdot 10^8 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}}{5{,}4 \cdot 10^{-6} \text{m}} =$$

$$= 3{,}683 \cdot 10^{-20} \text{J}$$

A partir de este dato, calculamos la energía para un mol de fotones:

$$1\text{ mol}\cdot\frac{6{,}02\cdot10^{23}\text{ fotones}}{1\text{ mol}}\cdot\frac{3{,}683\cdot10^{-20}\text{ J}}{1\text{ fotón}}=2{,}22\cdot10^{4}\text{ J}$$

La energía de un mol de fotones es $\mathbf{2{,}22\cdot10^{4}\ J{\cdot}mol^{-1}}$.

31. *Datos:* $\lambda = 4{,}15\cdot10^{3}$ Å·átomo$^{-1}$

Calculamos la energía asociada a un fotón con esta longitud de onda:

$$E=h\nu=h\frac{c}{\lambda}=6{,}63\cdot10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}\cdot\frac{3\cdot10^{8}\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}}{4{,}15\cdot10^{3}\text{ Å}\cdot\text{átomo}^{-1}}=$$

$$=4{,}793\cdot10^{-19}\text{ J}\cdot\text{átomo}^{-1}$$

A partir de este dato, calculamos la energía que se pierde en 1 mol de átomos:

$$1\text{ mol}\cdot\frac{6{,}022\cdot10^{23}\text{ átomos}}{1\text{ mol}}\cdot\frac{4{,}793\cdot10^{-19}\text{ J}}{1\text{ átomo}}\cdot\frac{1\text{ kJ}}{1\,000\text{ J}}=$$

$$=289\text{ kJ}$$

La energía que se pierde es de $\mathbf{2{,}89\cdot10^{2}\ kJ{\cdot}mol^{-1}}$.

32. *Datos:* $E = 3\cdot10^{-20}$ J

A partir de $E = h\,\nu$, calculamos la frecuencia $\nu$:

$$\nu=\frac{E}{h}=\frac{3\cdot10^{-20}\text{ J}}{6{,}63\cdot10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}}=4{,}52\cdot10^{13}\text{ s}^{-1}$$

Con este dato, calculamos la longitud de onda $\lambda$:

$$\nu=\frac{c}{\lambda}\ \Rightarrow\ \lambda=\frac{c}{\nu}=\frac{3\cdot10^{8}\text{m}\cdot\text{s}^{-1}}{4{,}52\cdot10^{13}\text{s}^{-1}}=6{,}64\cdot10^{-6}\text{m}$$

$$\lambda=6{,}64\cdot10^{-6}\text{m}=6{,}64\cdot10^{4}\text{ Å}$$

Esta radiación tiene una longitud de onda de **6,64 · 10$^{4}$ Å** y una frecuencia de $\mathbf{4{,}52\cdot10^{13}\,s^{-1}}$.

Pertenece a la zona del espectro del infrarrojo.

33. *Datos:* $\lambda = 2$ Å

Calculamos la energía asociada a esta longitud de onda:

$$E=h\nu=h\frac{c}{\lambda}=6{,}63\cdot10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}\cdot\frac{3\cdot10^{8}\text{m}\cdot\text{s}^{-1}}{2\cdot10^{-10}\text{m}}=$$

$$=9{,}95\cdot10^{-16}\text{ J}$$

La energía de los fotones es de **9,95 · 10$^{-16}$ kJ**.

34. *Datos:* $\lambda_1 = 4\,348$ Å (azul)

$\lambda_2 = 5\,461$ Å (verde)

Calculamos la energía a partir de: $E=h\nu=h\dfrac{c}{\lambda}$

$$E_1=h\cdot\frac{c}{\lambda_1}=6{,}63\cdot10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}\cdot\frac{3\cdot10^{8}\text{m}\cdot\text{s}^{-1}}{4\,348\cdot10^{-10}\text{m}}$$

$$E_1=4{,}6\cdot10^{-19}\text{ J}=4{,}6\cdot10^{-22}\text{kJ}$$

$$E_2=h\cdot\frac{c}{\lambda_2}=6{,}63\cdot10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}\cdot\frac{3\cdot10^{8}\text{m}\cdot\text{s}^{-1}}{5\,461\cdot10^{-10}\text{m}}$$

$$E_2=3{,}6\cdot10^{-19}\text{ J}=3{,}6\cdot10^{-22}\text{kJ}$$

La energía del fotón correspondiente a la radiación azul es $\mathbf{4{,}6\cdot10^{-22}\ kJ}$ y la correspondiente a la radiación verde es $\mathbf{3{,}6\cdot10^{-22}\ kJ}$.

35. *Datos:* $\Delta E = 46{,}12$ Kcal·mol$^{-1}$

Calculamos la energía (en J) que le corresponde a un solo fotón al realizar el tránsito electrónico:

$$46{,}12\cdot\frac{\text{kcal}}{\text{mol}}\cdot\frac{1\,000\text{ cal}}{1\text{ kcal}}\cdot\frac{4{,}18\text{ J}}{1\text{ cal}}\cdot\frac{1\text{ mol fotones}}{6{,}022\cdot10^{23}\text{fotones}}=$$

$$=3{,}20\cdot10^{-19}\text{ J}\cdot\text{fotón}^{-1}$$

A partir de este dato, calculamos la frecuencia del fotón:

$$E=h\,\nu\Rightarrow\ \nu=\frac{E}{h}=\frac{3{,}20\cdot10^{-19}\text{J}}{6{,}63\cdot10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}}=4{,}83\cdot10^{14}\text{s}^{-1}$$

La frecuencia del fotón emitido es $\mathbf{4{,}83\cdot10^{14}\,s^{-1}}$.

36. La longitud de onda mínima corresponderá a la transición electrónica de mayor energía, que corresponde al tránsito de $n_2 = \infty$ a $n_1 = 2$:

$$\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{n_1^{\,2}}-\frac{1}{n_2^{\,2}}\right)=1{,}097\cdot10^{7}\,\text{m}^{-1}\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{\infty^2}\right)$$

$$\lambda=3{,}65\cdot10^{-7}\text{m}=3\,650\text{ Å}$$

La longitud de onda máxima corresponderá a la transición electrónica de menor energía, que es la que va de $n_2 = 3$ a $n_1 = 2$:

$$\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{n_1^{\,2}}-\frac{1}{n_2^{\,2}}\right)=1{,}097\cdot10^{7}\,\text{m}^{-1}\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{3^2}\right)$$

$$\lambda=6{,}56\cdot10^{-7}\text{m}=6\,560\text{ Å}$$

La longitud de onda mínima es **3 650 Å** y la longitud de onda máxima es **6 560 Å**.

37. La segunda línea de Balmer corresponde a la transición desde $n_2 = 4$ a $n_1 = 2$.

$$\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{n_1^{\,2}}-\frac{1}{n_2^{\,2}}\right)=1{,}097\cdot10^{7}\,\text{m}^{-1}\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{4^2}\right)$$

$$\lambda=4{,}86\cdot10^{-7}\text{m}$$

La longitud de onda de la segunda línea de Balmer es **4,86·10$^{-7}$ m**.

38. *Datos:* $n_2 = 5$ $n_1 = 2$

$$\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{n_1^{\,2}}-\frac{1}{n_2^{\,2}}\right)=1{,}097\cdot10^{7}\,\text{m}^{-1}\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{5^2}\right)$$

$$\lambda=4{,}341\cdot10^{-7}\text{m}$$

Calculamos la energía asociada a esta longitud de onda:

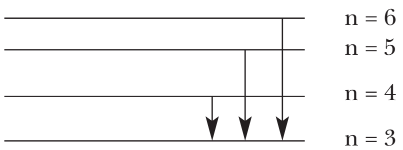
$$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} = 6{,}63 \cdot 10^{-34}\,\mathrm{J \cdot s} \cdot \frac{3 \cdot 10^{8}\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}}{4\,341 \cdot 10^{-7}\,\mathrm{m^{-1}}} =$$

$$= 4{,}58 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{J}$$

La energía asociada al fotón es $\mathbf{4{,}58 \cdot 10^{-19}\,J}$.

39. *Datos:* $n_1 = 3$

Buscamos la línea de menor frecuencia, que será aquella de menor energía:




Será la línea correspondiente al salto de $n_1 = 3$ a $n_2 = 4$.

Calculamos la longitud de onda asociada:

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{{n_1}^2} - \frac{1}{{n_2}^2}\right) = 1{,}097 \cdot 10^{7}\,\mathrm{m^{-1}}\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}\right)$$

$$\lambda = 1{,}88 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{m}$$

La longitud de onda de la línea de menor energía es $\mathbf{1{,}88 \cdot 10^{-6}\,m}$ y corresponde al salto de $n_1 = 3$ a $\mathbf{n_2 = 4}$.

40. En la zona del espectro visible se encuentra la serie de Balmer. La segunda raya es la que se obtiene de la transición de $n_2 = 4$ a $n_1 = 2$.

Calculamos la longitud de onda asociada:

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{{n_1}^2} - \frac{1}{{n_2}^2}\right) = 1{,}097 \cdot 10^{7}\,\mathrm{m^{-1}}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right)$$

$$\lambda = 4{,}862 \cdot 10^{-7}\,\mathrm{m}$$

A partir de este dato, calculamos la frecuencia correspondiente:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^{8}\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}}{4{,}862 \cdot 10^{-7}\,\mathrm{m}} = 6{,}17 \cdot 10^{14}\,\mathrm{s^{-1}}$$

La frecuencia es $\mathbf{6{,}17 \cdot 10^{14}\,s^{-1}}$.

41. *Datos:* de $n_2 = 3$ a $n_1 = 2$

Calculamos la longitud de onda del fotón:

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{{n_1}^2} - \frac{1}{{n_2}^2}\right) = 1{,}097 \cdot 10^{7}\,\mathrm{m^{-1}}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$$

$$\lambda = 6{,}563 \cdot 10^{-7}\,\mathrm{m}$$

A partir de este dato, calculamos la energía asociada:

$$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} = 6{,}63 \cdot 10^{-34}\,\mathrm{J \cdot s} \cdot \frac{3 \cdot 10^{8}\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}}{6{,}563 \cdot 10^{-7}\,\mathrm{m}} =$$

$$= 3{,}03 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{J}$$

La energía asociada al fotón es $\mathbf{3{,}03 \cdot 10^{-19}\,J}$.

42. *Datos:* $v = 100\,000\,\mathrm{km \cdot s^{-1}}$

Además, $m_e = 9{,}109\,534 \cdot 10^{-31}$ kg.

Calculamos la longitud de onda a partir de $\lambda = \dfrac{h}{m \cdot v}$:

$$\lambda = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}\,\mathrm{J \cdot s}}{9{,}109\,534 \cdot 10^{-31}\,\mathrm{kg} \cdot 1 \cdot 10^{8}\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}} = 7{,}28 \cdot 10^{12} =$$

$$= 7{,}28 \cdot 10^{-2}\,\text{Å}$$

La longitud de onda es $\mathbf{7{,}28 \cdot 10^{-2}}$ **Å**, y corresponde a la zona de rayos $\gamma$ del espectro.

43. *Datos:* $v = 5 \cdot 10^{7}\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$

Calculamos la longitud de onda a partir de $\lambda = \dfrac{h}{m \cdot v}$:

$$\lambda = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}\,\mathrm{J \cdot s}}{9{,}109\,534 \cdot 10^{-31}\,\mathrm{kg} \cdot 5 \cdot 10^{7}\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}} = 1{,}456 \cdot 10^{11}\,\mathrm{m}$$

La longitud de onda asociada es $\mathbf{1{,}456 \cdot 10^{-11}\,m}$.

44. *a) Datos:* $v = 10\,\mathrm{km \cdot s^{-1}}$

Además, $m_n = 1{,}674\,954 \cdot 10^{-27}$ kg.

Calculamos la longitud de onda a partir de $\lambda = \dfrac{h}{m \cdot v}$:

$$\lambda = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}\,\mathrm{J \cdot s}}{1{,}674954 \cdot 10^{-27}\,\mathrm{kg} \cdot 1 \cdot 10^{4}\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}} = 3{,}96 \cdot 10^{-11}\,\mathrm{m}$$

La longitud de onda asociada es $\mathbf{3{,}96 \cdot 10^{-11}\,m}$.

*b) Datos:* masa = 20 g = $20 \cdot 10^{-3}$ kg

$$v = 72 \cdot \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} \cdot \frac{1\,\mathrm{h}}{3\,600\,\mathrm{s}} \cdot \frac{1000\,\mathrm{m}}{1\,\mathrm{km}} = 20\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

Calculamos la longitud de onda a partir de $\lambda = \dfrac{h}{m \cdot v}$:

$$\lambda = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}\,\mathrm{J \cdot s}}{20 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{kg} \cdot 20\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}} = 1{,}66 \cdot 10^{-33}\,\mathrm{m}$$

La longitud de onda asociada es $\mathbf{1{,}66 \cdot 10^{-33}\,m.}$

45. *Datos:* $m = 70$ kg $\quad v = 4\,500\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$

Calculamos la longitud de onda del astronauta a partir de $\lambda = \dfrac{h}{m \cdot v}$:

$$\lambda = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}\,\mathrm{J \cdot s}}{70\,\mathrm{kg} \cdot 4\,500\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}} = 2{,}10 \cdot 10^{-39}\,\mathrm{m}$$

La longitud de onda asociada al astronauta es de $\mathbf{2{,}10 \cdot 10^{-39}\,m}$.

46. *a)* Un orbital 3s viene determinado por $n = 3$ y $l = 0$. Por tanto, los números cuánticos correspondientes a un electrón situado en este orbital serán:

$n = 3 \qquad l = 0 \qquad m_l = 0 \qquad m_s = -\dfrac{1}{2}$

$n = 3 \qquad l = 0 \qquad m_l = 0 \qquad m_s = +\dfrac{1}{2}$

*b)* Un orbital 4p viene definido por $n = 4$ y $l = 1$. Por tanto, los números cuánticos correspondientes a un electrón situado en este orbital serán:

| | | | |
|---|---|---|---|
| n = 4 | l = 1 | $m_l = +1$ | $m_s = -\frac{1}{2}$ |
| n = 4 | l = 1 | $m_l = +1$ | $m_s = +\frac{1}{2}$ |
| n = 4 | l = 1 | $m_l = 0$ | $m_s = -\frac{1}{2}$ |
| n = 4 | l = 1 | $m_l = 0$ | $m_s = +\frac{1}{2}$ |
| n = 4 | l = 1 | $m_l = -1$ | $m_s = -\frac{1}{2}$ |
| n = 4 | l = 1 | $m_l = -1$ | $m_s = +\frac{1}{2}$ |

*c)* Un orbital 3d viene caracterizado por n = 3 y l = 2. Por tanto, los números cuánticos correspondientes a un electrón situado en este orbital serán:

| | | | |
|---|---|---|---|
| n = 3 | l = 2 | $m_l = +2$ | $m_s = -\frac{1}{2}$ |
| n = 3 | l = 2 | $m_l = +2$ | $m_s = +\frac{1}{2}$ |
| n = 3 | l = 2 | $m_l = +1$ | $m_s = -\frac{1}{2}$ |
| n = 3 | l = 2 | $m_l = +1$ | $m_s = +\frac{1}{2}$ |
| n = 3 | l = 2 | $m_l = 0$ | $m_s = -\frac{1}{2}$ |
| n = 3 | l = 2 | $m_l = 0$ | $m_s = +\frac{1}{2}$ |
| n = 3 | l = 2 | $m_l = -1$ | $m_s = -\frac{1}{2}$ |
| n = 3 | l = 2 | $m_l = -1$ | $m_s = +\frac{1}{2}$ |
| n = 3 | l = 2 | $m_l = -2$ | $m_s = -\frac{1}{2}$ |
| n = 3 | l = 2 | $m_l = -2$ | $m_s = +\frac{1}{2}$ |

*d)* Un orbital 5f viene determinado por n = 5 y l = 3. Por tanto, los números cuánticos correspondientes a un electrón situado en este orbital serán:

| | | | |
|---|---|---|---|
| n = 5 | l = 3 | $m_l = +3$ | $m_s = -\frac{1}{2}$ |
| n = 5 | l = 3 | $m_l = +3$ | $m_s = +\frac{1}{2}$ |
| n = 5 | l = 3 | $m_l = +2$ | $m_s = -\frac{1}{2}$ |
| n = 5 | l = 3 | $m_l = +2$ | $m_s = +\frac{1}{2}$ |
| n = 5 | l = 3 | $m_l = +1$ | $m_s = -\frac{1}{2}$ |
| n = 5 | l = 3 | $m_l = +1$ | $m_s = +\frac{1}{2}$ |
| n = 5 | l = 3 | $m_l = 0$ | $m_s = -\frac{1}{2}$ |
| n = 5 | l = 3 | $m_l = 0$ | $m_s = +\frac{1}{2}$ |
| n = 5 | l = 3 | $m_l = -1$ | $m_s = -\frac{1}{2}$ |
| n = 5 | l = 3 | $m_l = -1$ | $m_s = +\frac{1}{2}$ |
| n = 5 | l = 3 | $m_l = -2$ | $m_s = -\frac{1}{2}$ |
| n = 5 | l = 3 | $m_l = -2$ | $m_s = +\frac{1}{2}$ |
| n = 5 | l = 3 | $m_l = -3$ | $m_s = -\frac{1}{2}$ |
| n = 5 | l = 3 | $m_l = -3$ | $m_s = +\frac{1}{2}$ |

47. *a)* $(1, 0, 0, +\frac{1}{2})$ está permitida porque:

- n puede tomar un valor de número natural. En este caso, n = 1.
- l puede adoptar cualquier valor entre l = 0 y l = n – 1. En este caso, l = 0.
- $m_l$ puede adoptar cualquier valor comprendido entre $m_l = -l$ y $m_l = +l$. En este caso sólo podría valer 0, que es el valor que adopta.
- $m_s$ sólo puede valer $+\frac{1}{2}$ ó $-\frac{1}{2}$. En este caso, $+\frac{1}{2}$.

Corresponde a un electrón situado en un orbital 1s.

*b)* $(2, 2, 1, -\frac{1}{2})$ no está permitida porque l puede valer, como máximo, n–1 y, en este caso, l = n.

*c)* $(3, 2, -2, -\frac{1}{2})$ está permitida porque:

- n puede tomar un valor de número natural. En este caso, n = 3.
- l puede adoptar cualquier valor entre l = 0 y l = n – 1. En este caso, l = 2.
- $m_l$ puede adoptar cualquier valor comprendido entre $m_l = -l$ y $m_l = +l$. En este caso, $m_l = -2$.
- $m_s$ sólo puede valer $+\frac{1}{2}$ ó $-\frac{1}{2}$. En este caso, $-\frac{1}{2}$.

Corresponde a un electrón situado en un orbital 3d.

*d)* $(3, -2, 0, +\frac{1}{2})$ no está permitida porque l no puede ser negativo.

*e)* $(2, 0, -1, +\frac{1}{2})$ no está permitida porque $m_l$ debe ir desde –l a +l, y dado que l = 0, el único valor posible para $m_l$ es $m_l = 0$.

*f)* (2, 1, 0, 0) no está permitida porque el número cuántico de espín no puede ser nunca 0.

*g)* $(2, 1, 1, +\frac{1}{2})$ está permitida porque:

- n puede tomar un valor de número natural. En este caso, n = 2.
- l puede adoptar cualquier valor entre l = 0 y l = n – 1. En este caso, l = 1.
- $m_l$ puede adoptar cualquier valor comprendido entre $m_l = -l$ y $m_l = +l$. En este caso, $m_l = 1$.
- $m_s$ sólo puede valer $+\frac{1}{2}$ ó $-\frac{1}{2}$. En este caso, $+\frac{1}{2}$.

Corresponde a un electrón situado en un orbital 2p.

*h)* $(4, 0, 2, +\frac{1}{2})$ no está permitida porque $m_l$ puede adoptar cualquier valor entre $m_l = -l$ y $m_l = +l$. En este caso, el único valor posible es $m_l = 0$.

48. N (Z = 7):

$1s^2$ $2s^2$ $2p^3$

↑↓ ↑↓ ↑ ↑ ↑ Electrones desapareados

Ar (Z = 18)

$1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^6$

↑↓ ↑↓ ↑↓↑↓↑↓ ↑↓ ↑↓↑↓↑↓

Mg (Z = 12)

$1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$

↑↓ ↑↓ ↑↓↑↓↑↓ ↑↓

$Fe^{2+}$ (Z = 26 ⇒ 24 electrones)

$1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^6$ $4s^1$ $3d^5$

↑↓ ↑↓ ↑↓↑↓↑↓ ↑↓ ↑↓↑↓↑↓ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑

Electrones desapareados

$Fe^{3+}$ (Z = 26 ⇒ 23 electrones)

$1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^6$ $4s^2$ $3d^3$

↑↓ ↑↓ ↑↓↑↓↑↓ ↑↓ ↑↓↑↓↑↓ ↑↓ ↑ ↑ ↑ _ _

Electrones desapareados

49. *a)* Estado excitado, ya que el último electrón debería ocupar el orbital $2s^1$.

*b)* Es imposible porque en el segundo nivel (n = 2) no existen orbitales d, ya que, si n = 2, l sólo puede valer 0 (orbital s) ó 1 (orbital p).

*c)* Estado fundamental, ya que el electrón ganado se encuentra en el orbital de menor energía posible desocupado.

*d)* Es imposible porque en el primer nivel (n = 1) no existen orbitales p, ya que, si n = 1, l sólo puede valer 0 (orbital s).

*e)* Estado fundamental, ya que los electrones ocupan los niveles de menor energía posible.

50. *a) Diferencias:* Son orbitales que tienen diferente tamaño: el de mayor n tiene una distancia promedio mayor hasta el núcleo.

*Similitudes:* Al tener el mismo número cuántico secundario, ambos orbitales tienen una forma similar.

*b) Diferencias:* Son orbitales que difieren en su número cuántico magnético y, por tanto, tienen distinta orientación en el espacio.

*Similitudes:* Tienen igual número cuántico principal, de manera que ambos se encuentran a la misma distancia del núcleo y tienen igual energía. Por tener igual el número cuántico secundario, tienen la misma forma.

51. n = 2

| Orbitales | Electrones: |
|---|---|
| 2, 0, 0 | $(2, 0, 0, +\frac{1}{2})$ y $(2, 0, 0, -\frac{1}{2})$ |
| 2, 1, –1 | $(2, 1, -1, +\frac{1}{2})$ y $(2, 1, -1, -\frac{1}{2})$ |
| 2, 1, 0 | $(2, 1, 0, +\frac{1}{2})$ y $(2, 1, 0, -\frac{1}{2})$ |
| 2, 1, +1 | $(2, 1, +1, +\frac{1}{2})$ y $(2, 1, +1, -\frac{1}{2})$ |

52. *a)* (4, 2, 0, +1) es imposible, porque $m_s$ sólo puede ser $+\frac{1}{2}$ y $-\frac{1}{2}$.

*b)* $(3, 3, -3, -\frac{1}{2})$ es imposible, porque l sólo puede adoptar valores entre 0 y n – 1, pero nunca l = n.

*c)* $(2, 2, 1, +\frac{1}{2})$ es imposible, por la misma razón que el anterior.

*d)* $(3, 2, 2, -\frac{1}{2})$ Es posible.

*e)* $(2, 0, +1, +\frac{1}{2})$ es imposible, porque $m_l$ sólo puede adoptar valores entre –l y +l. En este caso sólo podría adoptar el valor $m_l = 0$.

*f)* $(4, 3, 0, +\frac{1}{2})$ Es posible.

*g)* $(3, 3, 2, +\frac{1}{2})$ es imposible, por la misma razón señalada en *b* y *c*.

*h)* $(4, 0, 2, +\frac{1}{2})$ es imposible, por la misma razón señalada en el apartado *e*.

53. *a)* Be (Z = 4) $1s^2\,2s^2$

$1s^2$ $(1, 0, 0, +\frac{1}{2})$; $(1, 0, 0, -\frac{1}{2})$

$2s^2$ $(2, 0, 0, +\frac{1}{2})$; $(2, 0, 0, -\frac{1}{2})$

*b)* N (Z = 7) $1s^2\,2s^2\,2p^3$

$1s^2$ $(1, 0, 0, +\frac{1}{2})$; $(1, 0, 0, -\frac{1}{2})$

$2s^2$ $(2, 0, 0, +\frac{1}{2})$; $(2, 0, 0, -\frac{1}{2})$

$2p^3$ $(2, 1, -1, +\frac{1}{2})$; $(2, 1, 0, +\frac{1}{2})$

$(2, 1, +1, +\frac{1}{2})$

54. ${}_{7}N^{3-}$ (10 electrones) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

${}_{12}Mg^{2+}$ (10 electrones) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

${}_{7}N^{3-}$ y ${}_{12}Mg^{2+}$ son isoelectrónicos.

${}_{17}Cl^{-}$ (18 electrones) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

${}_{19}K^{+}$ (18 electrones) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

${}_{17}Cl^{-}$ y ${}_{19}K^{+}$ son isoelectrónicos.

${}_{26}Fe$ (26 electrones) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^6$

El ${}_{26}Fe$ tiene electrones desapareados: los que corresponden al orbital 3d $\underline{\uparrow\downarrow}\ \underline{\uparrow}\ \underline{\uparrow}\ \underline{\uparrow}\ \underline{\uparrow}$

55. *a)* (2, 0, 0) Permitido: 2s

*b)* (2, 1, 1) Permitido: $2p_z$

*c)* (2, 2, 0) No permitido.

*d)* (2, 1, –1) Permitido: $2p_x$

*e)* (2, 1, 0) Permitido: $2p_y$

*f)* (2, 1, 2) No permitido.

56. l = 3

*a)* La forma del orbital corresponde a la de un f y, como mínimo, ha de estar situado en un nivel de energía n = 4.

*b)* Los valores de $m_l$ posibles están comprendidos entre –l y +l:

$m_l = -3$ $m_l = +1$

$m_l = -2$ $m_l = +2$

$m_l = -1$ $m_l = +3$

$m_l = 0$

57. El *estado fundamental* del átomo es aquél en que los electrones ocupan los orbitales de menor energía. Si un electrón adquiere energía y promociona a un orbital de mayor energía, tenemos un *estado excitado* del átomo.

El *espectro de emisión* de un átomo está compuesto por las radiaciones que emite al pasar de los estados excitados al fundamental.

El *espectro de absorción* de un átomo está compuesto por las radiaciones que absorbe al pasar del estado fundamental a los excitados.

58. Los posibles valores de los tres primeros números cuánticos son:

2p n =2 l = 1 (2, 1, –1) (2, 1, 0) (2, 1, +1)

4d n =4 l = 2

(4, 2, –2) (4, 2, –1) (4, 2, 0) (4, 2, +1)

(4, 2, +2)

59. $(4, 0, 0, \frac{1}{2})$ corresponde al orbital $4s^1$

$(3, 1, 1, \frac{1}{2})$ corresponde al orbital $3p^1$

$(3, 2, -2, -\frac{1}{2})$ corresponde al orbital $3d^1$

$(4, 1, 1, \frac{1}{2})$ corresponde al orbital $4p^1$

Orden de energía: 3p < 4s < 3d < 4p

60. *a)* $(2, -1, 1, \frac{1}{2})$

No es posible porque l no puede tener valores negativos, ya que sus valores posibles van desde l = 0 a l = n – 1.

*b)* $(3, 1, 2, \frac{1}{2})$

No es posible porque los valores posibles para $m_l$ se encuentran entre –l y +l. En este caso podría valer –1, 0 ó +1, pero en ningún caso 2.

*c)* $(1, -1, \frac{1}{2})$

No es posible: falta un número cuántico.

*e)* $(1, 1, 0, -\frac{1}{2})$

No es posible, porque l sólo puede adoptar valores entre 0 y n – 1, pero nunca l = n.

61. *a)* $(0, 0, 0, \frac{1}{2})$ No lo permite.

*b)* $(1, 1, 0, \frac{1}{2})$ No lo permite.

*c)* $(1, 0, 0, -\frac{1}{2})$ Sí lo permite: $1s^1$

*d)* $(2, 1, -2, \frac{1}{2})$ No lo permite.

*e)* $(2, 1, -1, \frac{1}{2})$ Sí lo permite: $2p^1$

62. *a)* $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$ Es posible.

*b)* $1s^2\ 2s^3$ No es posible. En un orbital s caben, como máximo, 2 electrones. Por lo tanto, el tercero ya no tendría los 4 números cuánticos distintos.

*c)* $1s^2\ 2s^2\ 2p^3\ 3s^1$ Es posible.

*d)* $1s^2\ 2p^7$ No es posible, porque el subnivel p tiene 3 orbitales, cada uno con 2 electrones. Luego, en total, en el subnivel puede haber 6 electrones, no 7.

63. *a)* Estado fundamental.

*b)* Estado fundamental.

*c)* Estado fundamental.

*d)* Estado excitado.

64. Zn (Z = 30)

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}$

Hg (Z = 80)

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^6\ 6s^2\ 4f^{14}\ 5d^{10}$

Sr (Z = 38)

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2$

Cs (Z = 55)

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^6\ 6s^1$

Te (Z = 52)

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^4$

65. 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 4f

66. *a)* Un orbital dado nunca puede tener más de dos electrones.

*b)* En cada orbital 3d caben 2 electrones.

*c)* En el subnivel 2p puede haber 6 electrones.

*d)* Cada nivel se encuentra compartimentado en subniveles y, a su vez, cada uno de ellos en orbitales.