

## **ESTRUCTURA DEL ÁTOMO**

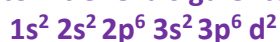
### **EXAMEN 2**

1.- El silicio tiene un número atómico igual a 14.

a) Escribe su configuración electrónica.

b) Determina los números cuánticos de cada uno de los electrones de su orbital más externo.

2.- El ion positivo  $X^{2+}$  de un elemento X tiene la siguiente configuración electrónica:



a) ¿Cuál es el número atómico de X?

b) ¿Cuál sería la configuración electrónica de su ion  $X^{3+}$ ?

c) En este último caso indica cuáles serían los valores de los cuatro números cuánticos ( $n$ ,  $l$ ,  $m_l$ ,  $m_s$ ) del último electrón.

3.- Explica qué respuestas son correctas y cuáles falsas en la siguiente pregunta: ¿A qué especie química no puede corresponder la configuración electrónica  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ ?

a)  $^{18}\text{Ar}$ ;      b)  $^{20}\text{Ca}^{2+}$ ;      c)  $^{17}\text{Cl}^-$ ;      d)  $^{16}\text{S}^{2+}$ ;      e)  $^{16}\text{S}^{2-}$ ;      f)  $^{34}\text{Se}^{2-}$

4.- ¿Cuál de las siguientes combinaciones de números cuánticos  $n$ ,  $l$ , y  $m_l$  es imposible para el electrón de un átomo?

a) 4, 2, 0;      b) 5, 3, -3;      c) 5, 3, +4;      d) 3, 1, 1

5.- Rellena la siguiente tabla y explica cómo lo haces:

|                   | nº ató. | Masa ató. | Prot. | Neut. | Elect. |
|-------------------|---------|-----------|-------|-------|--------|
| $\text{Fe}^{2+}$  |         | 56        | 26    |       |        |
| $\text{P}^{3-}$   | 15      | 31        |       |       |        |
| $\text{Mn}^{+++}$ |         |           | 25    | 30    |        |

6.- De las siguientes parejas, ¿en cuál de ellas las dos especies son isoelectrónicas?

a)  $\text{S}^{2-}$  y  $\text{Fe}$ ;      b)  $\text{K}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ ;      c)  $\text{S}^{2-}$  y  $\text{Ca}^{2+}$ ;      d)  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Mg}^{2+}$ ;

7.- De las siguientes configuraciones electrónicas, indica el estado al que corresponden cada una:

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

b)  $1s^2 2s^2 2p^5 3s^1$

c)  $1s^2 2s^2 2p^6$

d)  $1s^2 3d^3$

e)  $1s^2 2s^2 3p^7$

f)  $1s^2 2s^2 2p^6 2d^2$

8.- En la observación astronómica del Sol es habitual utilizar un filtro llamado  $\text{H-}\alpha$ , encargado de eliminar la radiación electromagnética correspondiente a la primera transición espectral de la serie de Balmer en el átomo de hidrógeno, que tiene lugar entre los niveles con números cuánticos principales  $n = 2$  y  $n = 3$ . Calcula la longitud de onda asociada a dicha radiación.

**9.- Explica si son verdaderas o falsas:**

- a) Un átomo excitado puede volver a su estado fundamental absorbiendo radiación electromagnética.
- b) La energía de un átomo aumenta cuando emite radiación electromagnética.
- c) La energía de una radiación electromagnética aumenta si aumenta su frecuencia.
- d) El electrón del átomo de hidrógeno en el nivel cuántico  $n = 4$  pasa al nivel  $n = 2$  emitiendo radiación electromagnética con la frecuencia apropiada.
- e) La frecuencia y la longitud de onda de una radiación electromagnética son inversamente proporcionales.

**10.- Explica cuántas líneas espectrales cabe esperar en el espectro de emisión del átomo de hidrógeno considerando todas las transiciones posibles de los cinco primeros niveles energéticos de dicho átomo.**

## SOLUCIONES

1.- El silicio tiene un número atómico igual a 14.

a) Escribe su configuración electrónica.

b) Determina los números cuánticos de cada uno de los electrones de su orbital más externo.

a) Si  $\Rightarrow Z = 14$ , luego la configuración electrónica es:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$

b)

| $3p_x$     | $3p_y$     |
|------------|------------|
| $\uparrow$ | $\uparrow$ |

para el  $3p_x$ :  $n = 3$ ;  $l = 1$ ;  $m = -1$ ;  $s = -1/2$

para el  $3p_y$ :  $n = 3$ ;  $l = 1$ ;  $m = 0$ ;  $s = -1/2$

2.- El ion positivo  $X^{2+}$  de un elemento X tiene la siguiente configuración electrónica:



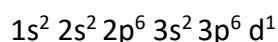
a) ¿Cuál es el número atómico de X?

b) ¿Cuál sería la configuración electrónica de su ion  $X^{3+}$ ?

c) En este último caso indica cuáles serían los valores de los cuatro números cuánticos ( $n$ ,  $l$ ,  $m_l$ ,  $m_s$ ) del último electrón.

a) Teniendo en cuenta que en la configuración electrónica aparecen los electrones que existen en el ion, podemos observar que el número de éstos es 20. Al poseer el ion 2 cargas positivas significa que tiene dos protones más que el nº de electrones, es decir posee 22 protones que es exactamente su nº atómico.

b) Al formarse el ion  $X^{3+}$ , se pierde un electrón más del ion anterior, como el electrón eliminado sería el más energético, éste sería uno de los dos electrones 3d, por lo que la configuración electrónica sería:



c) Al ser el último electrón un 3d, los valores de los números cuánticos podrían ser:

$$n = 3; l = 2; m_l = -2; m_s = -1/2$$

(En el número cuántico  $m$ , valdrían todos los valores enteros que van desde  $-2$  hasta  $+2$ ; y en el  $s$  valdría tanto  $+1/2$  como  $-1/2$ )

3.- Explica qué respuestas son correctas y cuáles falsas en la siguiente pregunta: ¿A qué especie química no puede corresponder la configuración electrónica  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ ?

a)  $^{18}\text{Ar}$ ;      b)  $^{20}\text{Ca}^{2+}$ ;      c)  $^{17}\text{Cl}^-$ ;      d)  $^{16}\text{S}^{2+}$ ;      e)  $^{16}\text{S}^{2-}$ ;      f)  $^{34}\text{Se}^{2-}$

Las configuraciones electrónicas para las especies propuestas son:

a)  $^{18}\text{Ar}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$  por lo que la respuesta es correcta.

b)  $^{20}\text{Ca}^{2+}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$  con pérdida de los dos electrones 4s, luego queda:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$  por lo que la respuesta es correcta.

- c)  $_{17}\text{Cl}^-$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$  con ganancia de un electrón luego queda:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$  por lo que la respuesta es correcta.
- d)  $_{16}\text{S}^{2+}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$  con pérdida de dos electrones  $3p$ , luego queda:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$  por lo que la respuesta es falsa.
- e)  $_{16}\text{S}^{2-}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$  con ganancia de dos electrones luego queda:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$  por lo que la respuesta es correcta.
- f)  $_{34}\text{Se}^{2-}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^4$  con ganancia de dos electrones luego queda:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$  por lo que la respuesta es falsa.

#### 4.- ¿Cuál de las siguientes combinaciones de números cuánticos $n$ , $l$ , y $m_l$ es imposible para el electrón de un átomo?

- a) 4, 2, 0;      b) 5, 3, -3;      c) 5, 3, +4;      d) 3, 1, 1

Los valores que pueden tomar los tres primeros números cuánticos de un electrón son:

$$n = 1, 2, 3, \dots;$$

$$l = 0, 1, 2, \dots, (n - 1);$$

$$m_l = -l, \dots, 0, \dots, +l;$$

Las propuestas a, b y d tienen valores adecuados y están permitidos.

La propuesta c está prohibida puesto que si  $l = 3$  el valor de  $m_l$  solo puede ser +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3, luego el valor +4 es un valor no permitido.

#### 5.- Rellena la siguiente tabla y explica cómo lo haces:

|                   | nº ató. | Masa ató. | Prot. | Neut. | Elect. |
|-------------------|---------|-----------|-------|-------|--------|
| $\text{Fe}^{2+}$  |         | 56        | 26    |       |        |
| $\text{P}^{3-}$   | 15      | 31        |       |       |        |
| $\text{Mn}^{+++}$ |         |           | 25    | 30    |        |

El número atómico y el número de protones tienen que ser siempre los mismos.

La masa atómica tiene que ser siempre la suma de protones y neutrones. Luego el número de neutrones coincide con la resta entre la masa atómica y el número de protones.

En este caso todos los átomos se encuentran como iones. Esto es debido a la pérdida o ganancia de electrones. Si la carga es positiva, el número de electrones perdidos es igual al número de cargas positivas que tiene el catión; si es negativa, el número de electrones ganados es igual al número de cargas negativas que tiene el anión.

|                   | nº ató. | Masa ató. | Prot. | Neut. | Elect. |
|-------------------|---------|-----------|-------|-------|--------|
| $\text{Fe}^{2+}$  | 26      | 56        | 26    | 30    | 24     |
| $\text{P}^{3-}$   | 15      | 31        | 15    | 16    | 18     |
| $\text{Mn}^{+++}$ | 25      | 55        | 25    | 30    | 22     |

#### 6.- De las siguientes parejas, ¿en cuál de ellas las dos especies son isoelectrónicas?

- a)  $\text{S}^{2-}$  y  $\text{Fe}$ ;      b)  $\text{K}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ ;      c)  $\text{S}^{2-}$  y  $\text{Ca}^{2+}$ ;      d)  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Mg}^{2+}$ ;

Especies isoelectrónicas son aquellas que tienen idéntica estructura electrónica.

Las configuraciones electrónicas de las especies propuestas son:

- El azufre (S), con número atómico 16:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ , y si capta dos electrones para completar su capa más externa se transforma en el ion  $S^{2-}$  y adquiere la configuración  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ .
- El hierro (Fe) con número atómico 26,  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$
- El potasio (K) con número atómico 19:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
- El magnesio (Mg) con número atómico 12:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$  y si cede los dos electrones de su capa más externa se transforma en el ion  $Mg^{2+}$  adquiere la configuración  $1s^2 2s^2 2p^6$
- El calcio (Ca) con número atómico 20:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$  y si cede los dos electrones de su capa más externa se transforma en el ion  $Ca^{2+}$  adquiere la configuración  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
- El cloro (Cl) con número atómico 17:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$  y si capta un electrón para completar su capa más externa se transforma en el ion  $Cl^-$  y adquiere la configuración  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

De las parejas propuestas,  $S^{2-}$  y  $Ca^{2+}$ , sí son especies isoelectrónicas, mientras que el resto de las ellas no lo son.

**7.- De las siguientes configuraciones electrónicas, indica el estado al que corresponden cada una:**

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

b)  $1s^2 2s^2 2p^5 3s^1$

c)  $1s^2 2s^2 2p^6$

d)  $1s^2 3d^3$

e)  $1s^2 2s^2 3p^7$

f)  $1s^2 2s^2 2p^6 2d^2$

- a) La configuración  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$  corresponde a un estado fundamental, ya que de acuerdo con el principio de mínima energía, los subniveles se han ido llenando por orden creciente de energía.
- b) La configuración  $1s^2 2s^2 2p^5 3s^1$  corresponde a un estado excitado, ya que de acuerdo con el principio de mínima energía, antes de comenzar a llenarse el subnivel  $3s$  debería haberse completado el  $2p$ .
- c) La configuración  $1s^2 2s^2 2p^6$  corresponde a un estado fundamental, ya que de acuerdo con el principio de mínima energía, los subniveles se han ido llenando por orden creciente de energía.
- d) La configuración  $1s^2 3d^3$  corresponde a un estado excitado, ya que de acuerdo con el principio de mínima energía, antes de comenzar a llenarse el subnivel  $3d$  debería haberse completado el  $2s$  y comenzado a llenarse el  $2p$ .
- e) La configuración  $1s^2 2s^2 3p^7$  corresponde a un estado prohibido, ya que de acuerdo con el principio de mínima energía, debería haberse comenzado a llenar el subnivel  $2p$  y no el  $3p$  y además en este subnivel solo caben seis electrones y no siete.
- f) La configuración  $1s^2 2s^2 2p^6 2d^2$  corresponde a un estado prohibido, ya que de acuerdo con el principio de mínima energía, debería haberse comenzado a llenar el subnivel  $3s$  y no el  $2d$  que no existe.

**8.- En la observación astronómica del Sol es habitual utilizar un filtro llamado H- $\alpha$ , encargado de eliminar la radiación electromagnética correspondiente a la primera transición espectral de la serie de Balmer en el átomo de hidrógeno, que tiene lugar entre los niveles con números cuánticos principales  $n = 2$  y  $n = 3$ . Calcula la longitud de onda asociada a dicha radiación.**

La longitud de onda de la radiación asociada a un salto electrónico se calcula por medio de la ecuación de Rydberg:

$$\nu = \frac{R_h}{h} \left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{R_h}{c \cdot h} \left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) = \frac{2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}}{(3 \cdot 10^8 \text{ m/s}) \cdot (6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})} \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) = 1,523 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}$$

$$\lambda = \frac{1}{1,523 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}} = 6,565 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 656,5 \text{ nm}$$

**9.- Explica si son verdaderas o falsas:**

a) Un átomo excitado puede volver a su estado fundamental absorbiendo radiación electromagnética.

b) La energía de un átomo aumenta cuando emite radiación electromagnética.

c) La energía de una radiación electromagnética aumenta si aumenta su frecuencia.

d) El electrón del átomo de hidrógeno en el nivel cuántico  $n = 4$  pasa al nivel  $n = 2$  emitiendo radiación electromagnética con la frecuencia apropiada.

e) La frecuencia y la longitud de onda de una radiación electromagnética son inversamente proporcionales.

a) Falso. Un átomo excitado para volver a su estado fundamental debe emitir radiación electromagnética.

b) Falso. Un átomo disminuye cuando emite radiación electromagnética.

c) Verdadero. De acuerdo con la ecuación de Planck, la relación entre la energía y la frecuencia de una radiación electromagnética viene dada por la ecuación:

$$E = h \nu$$

d) Verdadero. Cuando el electrón del átomo de hidrógeno cae a un nivel cuántico inferior emite energía en forma de radiación electromagnética con la frecuencia adecuada.

e) Verdadero. La frecuencia y la longitud de onda de una radiación electromagnética están relacionadas mediante la ecuación:

$$c = \lambda \nu$$

**10.- Explica cuántas líneas espectrales cabe esperar en el espectro de emisión del átomo de hidrógeno considerando todas las transiciones posibles de los cinco primeros niveles energéticos de dicho átomo.**

El número de líneas espectrales coincide con el número de saltos electrónicos que se pueden realizar:

- Desde el nivel  $n = 5$  es posible realizar cuatro saltos hasta los niveles  $n = 4, 3, 2$  y  $1$ .
- Desde el nivel  $n = 4$  es posible realizar tres saltos hasta los niveles  $n = 3, 2$  y  $1$ .
- Desde el nivel  $n = 3$  es posible realizar dos saltos hasta los niveles  $n = 2$  y  $1$ .
- Desde el nivel  $n = 2$  solo es posible realizar un salto hasta el nivel  $n = 1$ .

El número total de saltos y de líneas espectrales posibles es diez.