

Taller de ejercicios No. 6

Modelo de Bohr para el átomo de H

1. Sabiendo que la energía que posee el electrón de un átomo de hidrógeno en su estado fundamental es 13.625 eV, calcula:
 - a) La frecuencia de la radiación necesaria para ionizar el H.
 - b) La longitud de onda en nm y la frecuencia de la radiación emitida cuando el electrón pasa del nivel $n = 4$ al $n = 2$.

Solución:

En primer lugar expresamos la energía del electrón de hidrógeno en julios:

$$E = 13,625 \text{ eV} \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = 2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

- a) Utilizamos la expresión de Planck, despejamos la frecuencia necesaria y sustituimos los datos:

$$E = h \cdot \nu \rightarrow \nu = \frac{E}{h} = \frac{2,18 \cdot 10^{-18}}{6,62 \cdot 10^{-34}} \rightarrow \nu = 3,29 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

- b) Utilizamos la expresión de Rydberg:

$$\nu = 3,2881 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} \cdot \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right) = 3,2881 \cdot 10^{15} \cdot \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right)$$
$$\nu = 6,16 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

Para la longitud de onda:

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{6,16 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}} \rightarrow \lambda = 4,87 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 487 \text{ nm}$$

Configuración electrónica

2. Los números atómicos de los elementos P y Mn son 15 y 25, respectivamente.
 - a) Escriba la configuración electrónica de cada uno de ellos.
 - b) Indique los números cuánticos que corresponden a los electrones situados, en cada caso, en los orbitales más externos.

Solución:

- a) $\text{P} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$; $\text{Mn} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$
- b) (3,1,0); (4,0,0)

3. Escribe la combinación de números cuánticos correspondientes a:

- a) Un electrón 5p
- b) Un electrón 3d
- c) Un electrón 1s
- d) Un electrón 4f

Solución:

- a) $(5,1,0,\pm 1/2), (5,1,1,\pm 1/2), (5,1,-1,\pm 1/2)$.
 - b) $(3,2,0,\pm 1/2), (3,2,1,\pm 1/2), (3,2,2,\pm 1/2), (3,2,-1,\pm 1/2), (3,2,-2,\pm 1/2)$.
 - c) $(1,0,0,\pm 1/2)$.
 - d) $(4,3,0,\pm 1/2), (4,3,1,\pm 1/2), (4,3,2,\pm 1/2), (4,3,3,\pm 1/2), (4,3,-1,\pm 1/2), (4,3,-2,\pm 1/2), (4,3,-3,\pm 1/2)$.
4. Sea el elemento X de número atómico 33.
- a) ¿Cuál es su configuración electrónica?
 - b) ¿Qué tipo de elemento es?
 - c) ¿Cuáles son los números cuánticos correspondientes al orbital 4s?

Solución:

- a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$.
 - b) Dada su configuración electrónica externa, $4s^2 4p^3$, se trata de un elemento del grupo 15 situado en el cuarto periodo. Se trata del arsénico, un semimetal.
 - c) El orbital 4s presenta como números cuánticos $(4, 0, 0, \pm 1/2)$.
5. Dadas las configuraciones electrónicas:
- a) $1s^2 3s^1$
 - b) $1s^2 2s^3$
 - c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
 - d) $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^0 2p_z^0$.

Indica razonadamente:

- a) La que no cumple el principio de exclusión de Pauli.
- b) La que no cumple el principio de máxima multiplicidad de Hund.
- c) La que, siendo permitida, contiene electrones desapareados.

Solución:

- a) Este principio nos dice: «Dos electrones de un mismo átomo no pueden tener los cuatro números cuánticos iguales». La que no cumple este principio es la opción b) con tres electrones en un orbital s.
- b) Este principio nos dice: «Los electrones que entran en orbitales degenerados lo hacen ocupando el mayor número posible de ellos». La opción que no cumple esta regla es la d); la configuración correcta sería: $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$.
- c) Las opciones que presentan electrones desapareados son: a), con un electrón desapareado en un orbital 3s (esta es una opción permitida, aunque en un estado excitado), y c), con un electrón desapareado en un orbital 3p_z.

Propiedades periódicas

6. Teniendo en cuenta los elementos $Z = 7$, $Z = 13$ y $Z = 15$, contesta razonablemente:
- a) Cuáles pertenecen al mismo periodo.
 - b) Cuáles pertenecen al mismo grupo.

- c) ¿Cuál es el orden decreciente de radio atómico.
- d) De los elementos $Z = 13$ y $Z = 15$, ¿cuál tiene el potencial de ionización mayor.

Solución:

Las configuraciones electrónicas de los tres elementos son:

$$Z = 7 \quad 1s^2 2s^2 2p^3$$

$$Z = 13 \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$$

$$Z = 15 \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$$

De aquí deducimos que:

- a) Los elementos $Z = 13$ y $Z = 15$ están ambos en el periodo (3).
- b) Los elementos $Z = 7$ y $Z = 15$ están en el mismo grupo (13).
- c) Los radios atómicos disminuyen hacia la derecha del Sistema Periódico y hacia arriba, entonces tenemos:

$$r_{(Z=13)} > r_{(Z=15)} > r_{(Z=7)}$$

- d) El potencial de ionización aumenta a medida que nos desplazamos hacia la derecha en un periodo, entonces tenemos:

$$I_{(Z=13)} < I_{(Z=15)}$$

7. Dados los elementos F, P, Cl y Na, ordénalos de forma creciente según:

- a) Sus radios atómicos;
- b) Su energía de ionización;
- c) Su electronegatividad.

Solución:

- a) Los radios atómicos aumentan hacia abajo y hacia la izquierda en el sistema periódico, por lo que el orden creciente sería: $F < Cl < P < Na$.
- b) La energía de ionización aumenta hacia arriba y hacia la derecha en el sistema periódico, por lo que el orden creciente sería: $Na < P < Cl < F$.
- c) La electronegatividad aumenta hacia arriba y hacia la derecha en el sistema periódico, por lo que el orden creciente sería: $Na < P < Cl < F$.

8. Ordena en forma creciente de tamaños los iones siguientes: F^- , N^{3-} , O^{2-} , Li^+ , Be^{2+} .

Solución:

El tamaño de los iones aumenta a medida que aumenta la carga negativa y disminuye a medida que se incrementa la positiva, dentro de un periodo, aumentando siempre a medida que se desciende en un grupo, por tanto:

$$r(Be^{2+}) < r(Li^+) < r(F^-) < r(O^{2-}) < r(N^{3-})$$

9. Los potenciales de ionización del berilio y del calcio son respectivamente 899 y 590 kJ/mol. De los siguientes valores, indica cuál sería el del magnesio y justifica la respuesta:
- a) 1200 kJ/mol
 - b) 738 kJ/mol
 - c) 490 kJ/mol
 - d) -750 kJ/mol

Solución:

Dentro de un mismo grupo el potencial de ionización disminuye a medida que descendemos, por lo que el Mg que está debajo del Be, pero encima del Ca, debe tener un potencial intermedio entre el de ambos, es decir, 738 kJ/mol.

10. Las energías de ionización sucesivas para el berilio ($Z = 4$) dadas en eV, son: $E_1 = 9.3$; $E_2 = 18.2$; $E_3 = 154.4$. Justifica el valor tan alto de la tercera energía de ionización.

Solución:

La estructura electrónica del berilio es: $1s^2 2s^2$, por lo que la pérdida de los dos primeros electrones conduce al ion Be $2+$ con estructura de última capa llena; la pérdida del tercer electrón desestabilizará el sistema, además de que este electrón se encuentra más cerca del núcleo que los otros dos y, según la Ley de Coulomb, será más fuertemente atraído a él.

11. Cuatro elementos tienen de números atómicos: 2, 11, 17 y 25. Indica:
- El grupo y el periodo al que pertenecen.
 - Cuáles son metales y cuáles no metales.

Solución:

- $Z = 2$ tiene configuración $1s^2$, por tanto, periodo 1 grupo 18 (gases nobles).
 $Z = 11$ tiene configuración $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$, por tanto, periodo 3 grupo 1 (alcalinos).
 $Z = 17$ tiene configuración $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$, por tanto, periodo 3 grupo 17 (halógenos).
 $Z = 11$ tiene configuración $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$, por tanto, periodo 3 grupo 1 (alcalinos).
 $Z = 25$ tiene configuración $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$, por tanto, periodo 4 grupo 7 (elementos de transición).
- Metales son $Z = 11$ y $Z = 25$; No metales el $Z = 17$.

12. Las dos tablas siguientes corresponden a radios atómicos:

Elemento	Li	Be	B	C	N	O	F
$R (Å)$	1'23	0'89	0'80	0'77	0'70	0'66	0'64

Elemento	Li	Na	K	Rb	Cs
$R (Å)$	1'23	1'57	2'03	2'16	2'35

- Justifique la variación del radio en el periodo.
- Justifique la variación del radio en el grupo.

Solución:

- En el periodo disminuye el radio atómico ya que va aumentando la carga nuclear y los protones atraen con más fuerza a los electrones.
- En el grupo aumenta el radio atómico ya que va aumentando el número de capas.