

# ÁTOMOS

## ◇ CUESTIÓNS

### ● Orbitais atómicos. Números cuánticos. Sistema periódico.

1. b) Explica razoadamente se é posible que exista un electrón definido polos números cuánticos (3, 1, 0, 1/2) no elemento de número atómico  $Z = 26$ .

(A.B.A.U. extr. 23)

#### Solución:

A configuración electrónica do elemento de número atómico  $Z = 26$  é:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$ .

Os tres primeiros números cuánticos definen as propiedades do orbital atómico:

**$n$ :** principal, indica o nivel de enerxía. Os valores posibles son números enteiros:  $n = 1, 2, 3, \dots$

**$l$ :** secundario, indica a forma do orbital. Os valores posibles son:  $l = 0, 1, 2, \dots, n - 1$ .

**$m$ :** magnético, indica a orientación do orbital. Os valores posibles son:  $m = -l, -l + 1, \dots, -1, 0, 1, \dots, l - 1, l$ .

O último número cuántico:

**$s$ :** spin, indica o sentido de xiro do electrón. Os valores posibles son:  $s = +\frac{1}{2}$  e  $-\frac{1}{2}$ .

Un electrón definido polos números cuánticos (3, 1, 0, 1/2) atoparíase nun orbital do nivel de enerxía:  $n = 3$ , nun orbital tipo p ( $l = 1$ ), en calquera das tres orientacións posibles ( $m = -1, 0, 1$ ) e cun valor do número cuántico de spin permitido ( $s = +\frac{1}{2}$ )

É posible, e correspondería a calquera electrón nun orbital 3p.

2. Explica razoadamente cal das seguintes configuracións electrónicas corresponde a un estado excitado, cal a un estado fundamental e cal sería un estado prohibido.

(i)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

(ii)  $1s^2 2s^3 2p^6 3s^2$

(iii)  $1s^2 2s^2 2p^6 3p^1$

(A.B.A.U. ord. 22)

#### Solución:

As configuracións electrónicas dos estados fundamentais constrúense baseándose nos principios de mínima enerxía, de exclusión de Pauli e a regra de máxima multiplicidade de Hund.

O principio de mínima enerxía di que os electróns deben ir ocupando os orbitais en orden crecente de enerxía. A orden de enerxía dos orbitais pode verse no diagrama de Möller, seguindo o sentido das frechas de arriba a abaixo.

Quedaría:

$1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s 4f 5d 6p 7s 5f 6d 7p$ .

O principio de exclusión de Pauli establece que nun átomo non pode haber dous electróns cos mesmos catro números cuánticos iguais.

Os tres primeiros números cuánticos definen as propiedades do orbital atómico:

**$n$ :** principal, indica o nivel de enerxía. Os valores posibles son números enteiros:

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

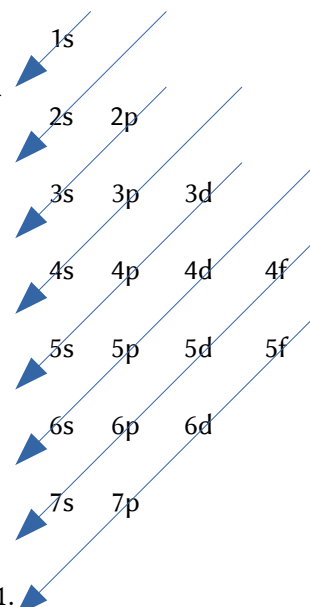
**$l$ :** secundario, indica a forma do orbital. Os valores posibles son:  $l = 0, 1, 2, \dots, n - 1$ .

**$m$ :** magnético, indica a orientación do orbital. Os valores posibles son:  $m = -l, -l + 1, \dots, -1, 0, 1, \dots, l - 1, l$ .

O último número cuántico:

**$s$ :** spin, indica o sentido de xiro do electrón. Os valores posibles son:  $s = +\frac{1}{2}$  e  $-\frac{1}{2}$ .

A regra de máxima multiplicidade de Hund di que os electróns do mesmo subnivel tenden a dispoñerse cos seus spins paralelos.



(i)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ . Corresponde a un estado fundamental, xa que cumpre os principios de mínima enerxía e de exclusión de Pauli.

(ii)  $1s^2 2s^3 2p^6 3s^2$ . É un estado prohibido polo principio de exclusión de Pauli. Non pode haber tres electróns nun orbital  $2s$ . Os números cuánticos do orbital  $2s$  serían  $(2, 0, 0)$ . Como só existen dous valores posibles do número cuántico de spin, os dous primeiros electróns terían  $(2, 0, 0, +\frac{1}{2})$  e  $(2, 0, 0, -\frac{1}{2})$  e o terceiro electrón dese orbital debería repetir os catro números cuánticos con un dos dous primeiros electróns, o que incumpiría o principio de exclusión de Pauli.

(iii)  $1s^2 2s^2 2p^6 3p^1$ . É un estado excitado, xa que o estado fundamental ten a configuración:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ , posto que o orbital  $3s$  é de menor enerxía que o  $3p$ . O electrón  $3s^1$  do estado fundamental podería absorber un cuanto de enerxía para saltar a un orbital  $3p$ , e o átomo se atoparía nun estado excitado.

3. Xustifica se é verdadeira ou falsa a seguinte afirmación:

As combinacións de números cuánticos  $(2, 1, 0, -1)$  e  $(3, 0, 1, \frac{1}{2})$  son posibles para un electrón nun átomo.

(A.B.A.U. ord. 21)

### Solución:

Os tres primeiros números cuánticos definen as propiedades do orbital atómico:

**$n$ :** principal, indica o nivel de enerxía. Os valores posibles son números enteiros:  $n = 1, 2, 3, \dots$

**$l$ :** secundario, indica a forma do orbital. Os valores posibles son:  $l = 0, 1, 2, \dots, n - 1$ .

**$m$ :** magnético, indica a orientación do orbital. Os valores posibles son:  $m = -l, -l + 1, \dots, -1, 0, 1, \dots, l - 1, l$ .

O último número cuántico:

**$s$ :** spin, indica o sentido de xiro do electrón. Os valores posibles son:  $s = +\frac{1}{2}$  e  $-\frac{1}{2}$ .

a)  $(2, 1, 0, -1)$ : Non é posible.

Para  $n = 2$ , os valores posibles de  $l$  son  $l = 0$ , que corresponde ao orbital  $2s$ , e  $l = 1$ , que corresponde ao orbital  $2p$ .

Para  $l = 1$ , os valores posibles de  $m$  son  $m = -1, 0, 1$ .

Pero o último número cuántico non pode ser  $s = -1$ . Só pode valer  $s = +\frac{1}{2}$  ou  $s = -\frac{1}{2}$ .

b)  $(3, 0, 1, \frac{1}{2})$ : Non é posible.

Para  $n = 3$ , os valores posibles de  $l$  son  $l = 0$ , que corresponde ao orbital  $3s$ ,  $l = 1$ , que corresponde ao orbital  $3p$ , e  $l = 2$ , que corresponde ao orbital  $3d$ .

Para  $l = 0$ , o único valor posible de  $m$  é  $m = 0$ . Non é posible  $m = 1$ .

4. Dados os elementos Na, C, Si e Ne, e xustificando as respostas:

Indica o número de electróns desapareados que presenta cada un no estado fundamental.

(A.B.A.U. extr. 19)

### Solución:

As configuracións electrónicas dos estados fundamentais constrúense baseándose nos principios de mínima enerxía, de exclusión de Pauli e a regra de máxima multiplicidade de Hund.

O principio de mínima enerxía di que os electróns deben ir ocupando os orbitais en orden crecente de enerxía. A orden de enerxía dos orbitais pode verse no diagrama de Möller, seguindo o sentido das frechas de arriba a abaixo.

Quedaría:

$1s 2s 2p 3s 3d 4p 5s 4d 5p 6s 4f 5d 6p 7s 5f 6d 7p$ .

O principio de exclusión de Pauli establece que nun átomo non pode haber dous electróns cos mesmos catro números cuánticos iguais.

Os tres primeiros números cuánticos definen as propiedades do orbital atómico:

**$n$ :** principal, indica o nivel de enerxía. Os valores posibles son números enteiros:  $n = 1, 2, 3, \dots$

***l***: secundario, indica a forma do orbital. Os valores posibles son:  $l = 0, 1, 2, \dots, n - 1$ .

***m***: magnético, indica a orientación do orbital. Os valores posibles son:  $m = -l, -l + 1, \dots, -1, 0, 1, \dots, l - 1, l$ .

O último número cuántico:

***s***: spin, indica o sentido de xiro do electrón. Os valores posibles son:  $s = +\frac{1}{2}$  e  $-\frac{1}{2}$ .

As configuracións electrónicas dos estados fundamentais serían:

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

C:  $1s^2 2s^2 2p^2$

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

Ne:  $1s^2 2s^2 2p^6$

O electrón 3s do sodio está desapareado.

A regra de máxima multiplicidade de Hund di que os electróns do mesmo subnivel tenden a dispoñerse cos seus spins paralelos. Os dous electróns do subnivel 2p do carbono e do subnivel 3p do silicio estarán desapareados.

C:  $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$

Si:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^1 3p_y^1$

O átomo de neon non ten ningún electrón desapareado.

5. É posible o seguinte conxunto de números cuánticos (1, 1, 0,  $\frac{1}{2}$ )?

(A.B.A.U. extr. 18)

**Solución:**

Non.

Os tres primeiros números cuánticos definen as propiedades do orbital atómico:

***n***: principal, indica o nivel de enerxía. Os valores posibles son números enteiros:  $n = 1, 2, 3, \dots$

***l***: secundario, indica a forma do orbital. Os valores posibles son:  $l = 0, 1, 2, \dots, n - 1$ .

***m***: magnético, indica a orientación do orbital. Os valores posibles son:  $m = -l, -l + 1, \dots, -1, 0, 1, \dots, l - 1, l$ .

O último número cuántico:

***s***: spin, indica o sentido de xiro do electrón. Os valores posibles son:  $s = +\frac{1}{2}$  e  $-\frac{1}{2}$ .

Para  $n = 1$ , o único valor posible de  $l$  é 0, que corresponde ao orbital 1s. Non é posible (1, 1, 0,  $\frac{1}{2}$ ).

6. a) Dados os orbitais atómicos 4s, 2d, 5f, 2p, 1p; razoa cales non poden existir.

(A.B.A.U. ord. 18)

**Solución:**

a) Non poden existir os orbitais 2d e 1p.

Os tres primeiros números cuánticos definen as propiedades do orbital atómico:

***n***: principal, indica o nivel de enerxía. Os valores posibles son números enteiros:  $n = 1, 2, 3, \dots$

***l***: secundario, indica a forma do orbital. Os valores posibles son:  $l = 0, 1, 2, \dots, n - 1$ .

***m***: magnético, indica a orientación do orbital. Os valores posibles son:  $m = -l, -l + 1, \dots, -1, 0, 1, \dots, l - 1, l$ .

O último número cuántico:

***s***: spin, indica o sentido de xiro do electrón. Os valores posibles son:  $s = +\frac{1}{2}$  e  $-\frac{1}{2}$ .

Para  $n = 1$ , o único valor posible de  $l$  é 0 que corresponden ao orbital 1s. Non existe o orbital 1p.

Para  $n = 2$ , os valores posibles de  $l$  son 0 e 1 que corresponden aos orbitais 2s e 2p. Non existe o orbital 2d.

Para  $n = 4$ , os valores posibles de  $l$  son 0, 1, 2 e 3 que corresponden aos orbitais 4s, 4p, 4d e 4f.

Para  $n = 5$ , os valores posibles de  $l$  son 0, 1, 2, 3 e 4 que corresponden aos orbitais 5s, 5p, 5d, 5f e 5g.

7. Razoa en que grupo e en que período se atopa un elemento cuxa configuración electrónica termina en  $4f^{14} 5d^5 6s^2$ .

(A.B.A.U. ord. 17)

**Solución:**

Grupo 7, período 6. É un elemento de transición.

Ten dous electróns no nivel 6 de enerxía, polo que o elemento atópase no sexto período.  
Ten 5 electróns 5d, polo que se atopa na quinta columna do bloque d, é dicir, no grupo 7. É o renio.

### ● Propiedades periódicas

1. a) Dada a seguinte afirmación, xustifica razoadamente se é verdadeira ou falsa:  
«O raio atómico do bromo é maior có do potasio».

(A.B.A.U. ord. 24)

#### **Solución:**

a) As configuracións electrónicas dos elementos neutros son:

Br ( $Z = 35$ ):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$

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

O raio atómico dun elemento defínese como a metade da distancia internuclear na molécula diatómica (se forma moléculas diatómicas) ou da distancia entre dous átomos na estrutura cristalina.

As predicións da variación de raio atómico ao longo dun período baséanse no efecto da forza de atracción que exerce a carga nuclear sobre os electróns externos facendo que se aproximen ao núcleo e dean un tamaño menor.

Como regra sinxela, dise que o raio atómico aumenta nun período da táboa periódica cara á esquerda.

Os elementos K ( $Z = 19$ ) e Br ( $Z = 35$ ) atópanse no mesmo 4º período. O elemento K queda máis á esquerda e terá un raio maior.

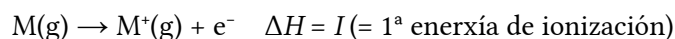
A afirmación é falsa.

2. a) Dados os elementos con números atómicos  $Z = 12$  e  $Z = 16$ , indica razoadamente cal deles terá un maior primeiro potencial de ionización.

(A.B.A.U. extr. 23)

#### **Solución:**

a) A primeira enerxía de ionización é a enerxía necesaria para arrincar o electrón máis externo a un mol de elemento en estado gasoso e fundamental



É unha propiedade periódica. Aumenta cara á dereita na táboa periódica, debido á diminución do raio atómico.

As configuracións electrónicas dos elementos son:

$Z = 12$  (Mg):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

$Z = 16$  (S):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

Ambos elementos atópanse no terceiro período.

O primeiro potencial de ionización do magnesio implica a eliminación dun electrón do orbital 3s, mentres que no caso do xofre implica a eliminación dun electrón do orbital 3p. Os orbitais 3p teñen unha maior carga nuclear efectiva que os orbitais 3s. Tamén o raio atómico do xofre ( $Z = 16$ ) é menor que o do magnesio ( $Z = 12$ ), polo que os electróns 3p do xofre están máis próximos ao núcleo que os do magnesio.

Por estas dúas razóns, requírese máis enerxía para eliminar o último electrón do xofre que do magnesio.

Polo contrario, arrincar un electrón dun orbital cheo, como o  $3s^2$ , require unha enerxía extra, debido á estabilidade dos orbitais cheos. Ademais, a distribución que queda despois de arrincar un electrón ao xofre, é de orbitais semicheos,  $3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$ , que é relativamente estable, o que fai que a enerxía precisa sexa menor que a do elemento anterior P ( $Z = 15$ ). Pero este efecto é inferior aos dous anteriores.

(Os valores das primeiras enerxías de ionización destes elementos é: Mg: 737,7 e S: 999,6 kJ/mol).

Por tanto, o xofre ( $Z = 16$ ) terá un maior primeiro potencial de ionización que o magnesio ( $Z = 12$ ).

3. Dados os elementos A e B con números atómicos 19 e 35, respectivamente:

- a) Escribe as súas configuracións electrónicas e razoa cal ten maior radio e cal posúe maior afinidade electrónica.

(A.B.A.U. extr. 22)

**Solución:**

As configuracións electrónicas dos elementos neutros son:

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

B ( $Z = 35$ ):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$

O raio atómico dun elemento defínese como a metade da distancia internuclear na molécula diatómica (se forma moléculas diatómicas) ou da distancia entre dous átomos na estrutura cristalina.

As predicións da variación de raio atómico ao longo dun período baséanse no efecto da forza de atracción que exerce a carga nuclear sobre os electróns externos facendo que se aproximen ao núcleo e dean un tamaño menor.

Como regra sinxela, dise que o raio atómico aumenta nun período da táboa periódica cara á esquerda.

Os elementos A ( $Z = 19$ ) e B ( $Z = 35$ ) atópanse no mesmo 4º período. O elemento A queda máis á esquerda e terá un raio maior.

A afinidade electrónica é a enerxía que se desprende cando un mol de átomos en fase gasosa e en estado fundamental captan un mol de electróns para dar ións mononegativos gasosos. É tanto maior canto máis próxima á estrutura electrónica de gas nobre sexa a estrutura electrónica do átomo.

O elemento B está no grupo 17, a carón dos gases nobres. É o que posúe a maior afinidade electrónica.

4. Para os elementos A, B e C de números atómicos 7, 9 e 37, respectivamente, ordénaos de maior a menor raio atómico e indica cal terá máis tendencia a captar un electrón para formar un anión. Xustifica a resposta.

(A.B.A.U. extr. 21)

**Solución:**

O raio atómico dun elemento defínese como a metade da distancia internuclear na molécula diatómica (se forma moléculas diatómicas) ou da distancia entre dous átomos na estrutura cristalina.

As predicións da variación de raio atómico ao longo dun período baséanse no efecto da forza de atracción que exerce a carga nuclear sobre os electróns externos facendo que se aproximen ao núcleo e dean un tamaño menor.

Como regra sinxela, dise que o raio atómico aumenta nun período da táboa periódica cara á esquerda.

Os elementos A ( $Z = 7$ ) e B ( $Z = 9$ ) atópanse no mesmo 2º período. O elemento A queda máis á esquerda e terá un raio maior.

Nun grupo, o raio atómico aumenta cara abaixo, porque os átomos posúen niveis de enerxía máis externos e máis afastados de núcleo.

O elemento C ( $Z = 37$ ) atópase no período 5. Queda moito máis abaixo que os outros e terá un raio maior.

$$r(C) > r(A) > r(B)$$

A tendencia a captar un electrón para formar un anión mídese pola afinidade electrónica, que é a enerxía que se desprende cando un mol de átomos en fase gasosa e en estado fundamental captan un mol de electróns para dar ións mononegativos gasosos. É tanto maior canto máis próxima á estrutura electrónica de gas nobre sexa a estrutura electrónica do átomo.

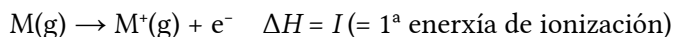
O elemento B ( $Z = 9$ ) atópase á esquerda a carón dun gas nobre. Ten a maior tendencia a coller un electrón para acadar a estrutura de gas nobre. É o que ten a maior afinidade electrónica.

5. Dados os elementos Na, C, Si e Ne, e xustificando as respostas: Ordénaos de menor a maior primeiro potencial de ionización.

(A.B.A.U. extr. 19)

**Solución:**

A primeira enerxía de ionización é a enerxía necesaria para arrincar o electrón máis externo a un mol de elemento en estado gasoso e fundamental



É unha propiedade periódica. Diminúe ao descender nun grupo, debido ao aumento do raio atómico.

$$I(\text{Si}) < I(\text{C})$$

Aumenta cara á dereita no período, pola diminución do raio atómico e o aumento da carga nuclear.

$$I(\text{Na}) < I(\text{Si})$$

$$I(\text{C}) < I(\text{Ne})$$

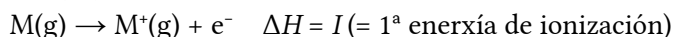
A orde final é:

$$I(\text{Na}) < I(\text{Si}) < I(\text{C}) < I(\text{Ne})$$

6. Ordena razoadamente de menor a maior primeira enerxía de ionización, os átomos Al, B, C, K e Na.  
(A.B.A.U. ord. 18)

**Solución:**

A primeira enerxía de ionización é a enerxía necesaria para arrincar o electrón máis externo a un mol de elemento en estado gasoso e fundamental



É unha propiedade periódica. Diminúe ao descender nun grupo, debido ao aumento do raio atómico.

$$I(\text{K}) < I(\text{Na})$$

$$I(\text{Al}) < I(\text{B})$$

Aumenta cara á dereita no período, pola diminución do raio atómico e o aumento da carga nuclear.

$$I(\text{B}) < I(\text{C})$$

$$I(\text{Na}) < I(\text{Al})$$

A orde final é:

$$I(\text{K}) < I(\text{Na}) < I(\text{Al}) < I(\text{B}) < I(\text{C})$$

7. Razoando a resposta, ordena os elementos C, F e Li segundo os valores crecentes da súa afinidade electrónica.

(A.B.A.U. extr. 20)

**Solución:**

A afinidade electrónica é a enerxía que se desprende cando un mol de átomos en fase gasosa e en estado fundamental captan un mol de electróns para dar ións mononegativos gasosos. É tanto maior canto máis próxima á estrutura electrónica de gas nobre sexa a estrutura electrónica do átomo. Os tres átomos están no mesmo período.

O flúor ten a maior tendencia a coller un electrón para acadar a estrutura de gas nobre. É o que ten a maior afinidade electrónica.

O litio está tan lonxe dos gases nobres que non ten sentido pensar que puidera captar os electróns necesarios para alcanzar a estrutura dun gas nobre.

O carbono atópase unha situación intermedia, polo que a orde será:

$$A(\text{Li}) < A(\text{C}) < A(\text{F})$$

8. Indica razoadamente para o par de átomos: Mg e S, cal é o elemento de maior raio e cal posúe a maior afinidade electrónica.

(A.B.A.U. extr. 17)

**Solución:**

O magnesio ten maior raio que o xofre.

O raio atómico dun elemento defínese como a metade da distancia internuclear na molécula diatómica (se forma moléculas diatómicas) ou da distancia entre dous átomos na estrutura cristalina.

As predicións da variación de raio atómico ao longo dun período baséanse no efecto da forza de atracción que exerce a carga nuclear sobre os electróns externos facendo que se aproximen ao núcleo e dean un tamaño menor.

Como regra sinxela, dise que o raio atómico aumenta nun período da táboa periódica cara á esquerda.

O xofre ten maior afinidade electrónica.

A afinidade electrónica é a enerxía que se desprende cando un mol de átomos en fase gasosa e en estado fundamental captan un mol de electróns para dar ións mononegativos gasosos. É tanto maior canto máis próxima á estrutura electrónica de gas nobre sexa a estrutura electrónica do átomo. Ambos os átomos están no mesmo período.

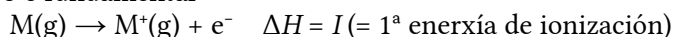
O magnesio está tan lonxe dos gases nobres que non ten sentido pensar que puidera captar os electróns necesarios para alcanzar a estrutura dun gas nobre.

9. Ordena de forma crecente a primeira enerxía de ionización de Li, Na e K. Razoa a resposta.

(A.B.A.U. ord. 17)

**Solución:**

A primeira enerxía de ionización é a enerxía necesaria para arrincar o electrón máis externo a un mol de elemento en estado gasoso e fundamental



É unha propiedade periódica. Diminúe a medida que se baixa no grupo, debido ao aumento do raio atómico.

$$I(K) < I(Na) < I(Li)$$

Actualizado: 08/06/24

Cuestións e problemas das [Probos de avaliación de Bacharelato para o acceso á Universidade](#) (A.B.A.U. e P.A.U.) en Galiza.

[Respostas](#) e composición de [Alfonso J. Barbadillo Marán](#).

Alguns cálculos fixéronse cunha [folla de cálculo](#) de [LibreOffice](#) do mesmo autor.

Algunhas ecuacións e as fórmulas orgánicas construíronse coa extensión [CLC09](#) de Charles Lalanne-Cassou.

A tradución ao/desde o galego realizouse coa axuda de [traducindote](#), de Óscar Hermida López.

Procurouse seguir as [recomendacións](#) do Centro Español de Metrología (CEM).

Consultouse ao Copilot de Microsoft Edge e tivéronse en conta algunhas das súas respostas nas cuestións.

## Sumario

### ÁTOMOS

<u>CUESTIÓN</u> .....	1
<u>Orbitais atómicos. Números cuánticos. Sistema periódico</u> .....	1
<u>Propiedades periódicas</u> .....	4

## Índice de probas A.B.A.U

2017.....	
1. (ord.).....	3, 7
2. (extr.).....	7
2018.....	
1. (ord.).....	3, 6
2. (extr.).....	3
2019.....	
2. (extr.).....	2, 5
2020.....	
2. (extr.).....	6
2021.....	
1. (ord.).....	2
2. (extr.).....	5
2022.....	
1. (ord.).....	1
2. (extr.).....	5
2023.....	
2. (extr.).....	1, 4
2024.....	
1. (ord.).....	4