



ESTRUCTURA DE LA MATERIA

QUÍMICA 2.º BACH

EJERCICIOS

ALBA LÓPEZ VALENZUELA

Con correcciones de Eduard Cremades
(<https://twitter.com/eduardcremades>).

..... Espectro electromagnético

1. Calcula la velocidad de una onda cuya longitud de onda y frecuencia son 17.4 cm y 87.4 Hz, respectivamente.
Solución: 15.2 m/s
2. Calcula la energía asociada a un fotón de longitud de onda 487 nm. Calcula el número de ondas.
Solución: $E = 4.08 \times 10^{-19} \text{ J}$; $\bar{\nu} = 2.05 \times 10^6 \text{ m}^{-1}$
3. En el espectro de emisión del átomo de hidrógeno se observa una línea a 486 nm. Calcula, para dicha luz, la energía que lleva asociada un fotón y un mol de fotones.
Solución: $E = 4.09 \times 10^{-19} \text{ J/fotón}$; $E = 2.46 \times 10^5 \text{ J/mol}$
4. [Grado en Química, UNEX] El oído humano es sensible a ondas sonoras con frecuencias comprendidas entre los 15 Hz y 20 kHz. La velocidad del sonido en el aire es de 343 m/s. Calcular las longitudes de onda correspondientes a estas frecuencias.
Solución: $\lambda_1 = 23 \text{ m}$; $\lambda_2 = 0.017 \text{ m}$
5. La longitud de onda de la luz verde de un semáforo se centra en 522 nm. ¿Cuál es la frecuencia de la radiación?
Solución: $\nu = 5.75 \times 10^{14} \text{ Hz}$
6. ¿Qué radiación se propaga con mayor velocidad en el vacío: los rayos X o las ondas de radio?
7. El color azul del cielo resulta de la dispersión de la luz del Sol por las moléculas de aire. La luz azul tiene una frecuencia de unos $7.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$. a) Calcula la longitud de onda asociada a esta radiación y b) calcula la energía en joules de un fotón individual asociado a esta radiación.
Solución: a) $\lambda = 400 \text{ nm}$; b) $E = 4.97 \times 10^{-19} \text{ J}$
8. Calcula la energía (en Julios) de: a) un fotón cuya longitud de onda es $5 \times 10^4 \text{ nm}$ (región infrarroja) y b) un fotón cuya longitud de onda es de $5 \times 10^{-2} \text{ nm}$ (región de rayos X).
Solución: a) $E = 3.98 \times 10^{-21} \text{ J}$; b) $E = 3.98 \times 10^{-15} \text{ J}$

..... Modelo atómico de Bohr

9. La primera línea de la serie de Balmer se encuentra a una longitud de onda de 656.3 nm. ¿Cuál es la diferencia de energía entre los dos niveles implicados en la emisión que provoca la línea del espectro?
Solución: $E = 3.03 \times 10^{-19} \text{ J}$
10. La segunda línea de la serie de Balmer tiene una longitud de onda en el vacío de 4861.3 angstrom (Å). Calcula:
a) La energía de los fotones que corresponden a dicha línea, en julios y en electronvoltios.
b) El valor de la constante de Rydberg.
Solución: a) $E = 4.09 \times 10^{-19} \text{ J} = 2.56 \text{ eV}$; b) $R_H = 2.18 \times 10^{-18} \text{ J} = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$
11. [Grado en Farmacia, UCAM] ¿Cuál es la longitud de onda (en nanómetros) de un fotón emitido durante la transición desde el estado $n_i=5$ al estado $n_f=2$. [Grado en Química, UNEX] ¿En qué zona del espectro se sitúa dicha emisión?, ¿a qué serie espectral correspondería dicha transición? Datos: $R_H = 2.18 \times 10^{-18} \text{ J}$; $h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Solución: $\lambda = 434 \text{ nm}$; visible, Balmer
12. La línea más intensa del espectro del átomo de sodio tiene una longitud de onda de 589 nm. Calcular el correspondiente número de onda y la energía de la transición implicada en electronvoltio por fotón y en kJ/mol.
Solución: $\bar{\nu} = 1.7 \times 10^6 \text{ m}^{-1}$; $E = 203 \text{ kJ/mol}$; $E = 2.11 \text{ eV/fotón}$
13. ¿Cuánto miden los radios de las tres primeras órbitas del electrón en el átomo de hidrógeno según el modelo atómico de Bohr? ($a_0 = 0.529 \text{ Å}$).
Solución: $r_1 = 0.529 \text{ Å}$; $r_2 = 2.116 \text{ Å}$; $r_3 = 4.761 \text{ Å}$; $E = 2.11 \text{ eV/fotón}$

14. El electrón del átomo de hidrógeno, que se encontraba en su nivel fundamental, absorbe un fotón de energía. Contesta:
- ¿En qué invierte el electrón dicha energía?
 - Supón que el electrón se encuentra ahora en el tercer nivel de energía. ¿Cuál es la longitud de onda de la radiación emitida cuando vuelve al estado fundamental?
 - ¿Por qué decimos que es radiación emitida?
 - ¿En qué zona del espectro aparecería esta radiación?

..... **Fracasos de la mecánica clásica. Efecto fotoeléctrico.**

15. [Grado en Química, UNEX] La energía requerida para extraer un electrón de un átomo determinado es 3.44×10^{-18} J. La absorción de un fotón de longitud de onda desconocida ioniza al átomo y produce un electrón de velocidad 1.03×10^6 ms⁻¹. Calcular la longitud de onda de la radiación absorbida.

$$\text{Solución: } \lambda = 5.07 \times 10^{-8} \text{ m}$$

16. [Grado en Farmacia, UCAM] La función de trabajo del metal Cesio (energía necesaria para liberar los electrones del metal) es de 3.42×10^{-19} J. a) Calcule la frecuencia mínima de luz requerida para liberar electrones del metal (ν_0). b) Calcule la energía cinética del electrón expulsado si se usa luz de frecuencia 1.00×10^{15} s⁻¹ para irradiar el metal.

$$\text{Solución: } \nu_0 = 5.16 \times 10^{14} \text{ Hz; } E_c = 3.21 \times 10^{-19} \text{ J}$$

17. [Grado en Química, UNEX] La función de trabajo (ϕ) para el mercurio es 7.22×10^{-19} J. a) ¿Cuál es la frecuencia mínima que debe tener la luz para provocar la emisión de fotoelectrones de la superficie del mercurio?, b) ¿se podría usar luz visible para tal propósito?

$$\text{Solución: } \nu_0 = 1.09 \times 10^{15} \text{ Hz; no (275 nm)}$$

18. [Grado en Química, UNEX] El trabajo de extracción del cinc es 4.3 eV. Si se ilumina una lámina de este metal con una radiación de 5×10^{15} Hz, calcule: a) la energía cinética máxima de los electrones emitidos; b) la frecuencia umbral del cinc.

$$\text{Solución: a) } E_c = 2.63 \times 10^{-18} \text{ J; b) } \nu_0 = 1.04 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

..... **Mecánica cuántica**

19. Un electrón viaja a 2×10^6 m/s. Calcula su energía cinética. Calcula la longitud de onda, el número de ondas y la frecuencia. Calcula la energía de la radiación asociada en kJ.

$$\text{Solución: } E_c = 1.82 \times 10^{-18} \text{ J; } \lambda = 3.64 \times 10^{-10} \text{ m; } \bar{\nu} = 2.75 \times 10^9 \text{ m}^{-1}; \nu = 8.24 \times 10^{17} \text{ Hz; } E = 5.46 \times 10^{-19} \text{ kJ}$$

20. Calcula la longitud de onda de la "partícula" en los siguientes casos y comenta las diferencias: a) La pelota del servicio más rápido en el tenis que es de unos 62 m/s. La pelota de tenis tiene una masa de 6×10^{-2} kg. b) Un electrón que se mueve a 62 m/s.

$$\text{Solución: a) } \lambda = 1.78 \times 10^{-34} \text{ m; b) } \lambda = 1.17 \times 10^{-5} \text{ m}$$

21. [Grado en Química, UNEX] Un experimento de difracción requiere electrones con una longitud de onda de 0.45 nm. Calcular la velocidad de los electrones.

$$\text{Solución: } v_e = 1.62 \times 10^6 \text{ m/s}$$

22. La posición de un electrón se puede determinar con una precisión de 0.01 Å. En tal caso, calcula la indeterminación para la medida simultánea de la velocidad del electrón.

$$\text{Solución: } \Delta v_e = 5.79 \times 10^7 \text{ m/s}$$

23. En el sistema atómico se determina la posición de un electrón con una precisión de 5 pm. ¿Cuál será la máxima precisión con la que podemos conocer simultáneamente la velocidad de dicho electrón, suponiendo que su masa se conoce con un error despreciable?

$$\text{Solución: } \Delta v_e = 1.16 \times 10^7 \text{ m/s}$$

24. ¿Qué es un orbital atómico? ¿Es lo mismo que órbita?

..... **Masa atómica e isótopos**

25. Un elemento tiene 12 protones y 12 neutrones en el núcleo. ¿Cuál es su masa atómica aproximada? ¿Cuántos electrones posee? ¿Qué elemento es?
26. El magnesio se encuentra en la naturaleza como mezcla de 3 isótopos con masa atómica 23.985, 24.986 y 25.986, cuya abundancia es del 78.7 %, 10.2 % y 11.1 %, respectivamente. Calcula la masa media ponderada del átomo de magnesio.

Solución: $M_{\text{at}} = 24.31$ uma

27. **[Grado en Enología, UNEX]** El peso atómico del Ga es 69.72 uma. Los dos isótopos de dicho elemento que se encuentran en la naturaleza tienen las siguientes masas: $^{69}\text{Ga} = 68.9257$ uma; $^{71}\text{Ga} = 70.9249$ uma. Determine el porcentaje de cada uno de los isótopos.

Solución: 40 % y 60 %

28. El elemento X tiene una configuración electrónica $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$. a) ¿cuál es su número atómico?; b) X se presenta como una mezcla de ^{69}X y ^{71}X , ¿qué significan los números 69 y 71?; c) Si las proporciones naturales de los dos son 60 % y 40 %, respectivamente calcula la masa atómica de X.

Solución: c) $M_{\text{at}} = 69.8$ uma

..... **Configuraciones electrónicas**

29. Escribe con notaciones normal, simplificada y orbital las configuraciones electrónicas del estado fundamental del nitrógeno, cobre, estaño, cerio, oro, oro(I), molibdeno y cromo.
30. Escribe la configuración electrónica de los siguientes elementos: Cu, Ag, Cr, Pm, Ac, Cm, Sb, La.
31. Escribe la configuración electrónica completa del azufre ($Z=16$), calcio ($Z=20$), mercurio ($Z=80$) y paladio ($Z=46$), que es diamagnético. ¿Qué tipo de elementos son?
32. El número atómico de un elemento es 73. ¿Son los átomos de este elemento paramagnéticos o diamagnéticos?
33. ¿El hierro tiene electrones desapareados?
34. Las configuraciones electrónicas que se muestran a continuación son incorrectas. Explica los errores que se han cometido en cada una y escríbelas correctamente: a) $^{13}\text{Al} = 1s^2 2s^2 2p^4 3s^2 3p^3$; b) $^9\text{F} = 1s^2 2s^2 2p^6$; c) $^{19}\text{K} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1$.
35. Las configuraciones electrónicas se suelen escribir en su estado fundamental (estado basal). Un átomo puede absorber un cuanto de energía y promover alguno de sus electrones a un orbital de mayor energía. Cuando esto ocurre se dice que el átomo está en un estado excitado. A continuación tienes algunas configuraciones electrónicas de átomos excitados. Identifica a estos átomos y escribe su configuración electrónica en el estado fundamental: a) $1s^2 2s^2 2p^2 3d^1$; b) $1s^2 2s^2 2p^6 4s^1$; c) $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4 3d^1$.
36. Escribe con notación orbital la configuración electrónica del átomo de sodio en su primer estado excitado.
37. Escribe las configuraciones electrónicas de los siguientes iones en estado fundamental: a) Li^+ , b) H^- , c) N^{3-} , d) F^- , e) S^{2-} , f) Al^{3+} , g) Se^{2-} , h) Br^- , i) Rb^+ , j) Sr^{2+} y k) Sn^{2+} .
38. Define electrones de valencia. Para los elementos representativos, el número de electrones de valencia de un elemento es igual al número de su grupo. Muestra que esto es cierto para los siguientes elementos: Al, Sr, K, Br, C, P y S.
39. ¿Qué significado tiene decir que dos iones o un átomo y un ion son isoelectrónicos? ¿Cuáles de las siguientes especies son isoelectrónicas entre sí: C, Cl^- , Mn^{2+} , B^- , Ar, Zn, Fe^{3+} y Ge^{2+} .
40. **[Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, UNEX]** A continuación se dan las configuraciones electrónicas de algunos elementos: Li: $1s^2 2p^1$, Ne: $1s^2 2s^1 2p^7$, F: $1s^2 2s^2 2p^6$, Mg: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, S: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 3d^1$. Razona para cada una si representa: a) Un estado normal de energía, un estado excitado o un estado imposible. b) Un átomo neutro, un ion positivo o un ion negativo.

..... **Números cuánticos**

41. ¿Qué valores de n , l y m corresponden a los siguientes orbitales: $2s$, $3p$ y $4d$?
42. ¿Cuál es el número total de orbitales asociado con el número cuántico principal $n=3$? ¿Cuántos electrones caben?
43. ¿Cuál es el número máximo de electrones que se pueden encontrar en cada uno de los siguientes subniveles $3s$, $3d$, $4p$ y $5f$?
44. Expresa las diferentes formas en las que pueden escribirse los 4 números cuánticos que identifican a un electrón en los orbitales $4s$ y $3p$.
45. ¿Cuál de las siguientes combinaciones de números cuánticos son imposibles para un electrón? En los casos permitidos, ¿en qué orbital se encuentra el electrón?. a) $(4,2,0,-1/2)$; b) $(4,4,-1,1/2)$; c) $(2,0,1,1/2)$; d) $(4,3,0,-1/2)$; e) $(1,0,0,1/2)$.
46. ¿Cuáles de los siguientes conjuntos de números cuánticos son inaceptables?:
a) $(1,0,1/2,-1/2)$; b) $(3,0,0,+1/2)$; c) $(2,2,1,+1/2)$; d) $(4,3,-2,+1/2)$; e) $(3,2,1,1)$. Explica tus respuestas.
47. Halla los números cuánticos que corresponden a los siguientes electrones diferenciadores y di a qué elementos corresponden: $3p^2$, $5d^5$, $4f^{13}$, $5s^2$, $4d^9$.
48. Indica los números cuánticos de los siguientes electrones y ordénalos en orden creciente de energías: $5f^3$, $4d^7$, $6s^1$, $5p^5$.
49. Coloca los siguientes electrones por orden creciente de energías, teniendo en cuenta posibles estados degenerados y di a qué elementos corresponden: $(2,0,0,1/2)$; $(2,0,0,-1/2)$; $(2,1,0,1/2)$; $(3,1,1,1/2)$; $(3,2,1,-1/2)$; $(3,1,-1,-1/2)$; $(3,1,0,1/2)$; $(5,2,2,1/2)$; $(4,3,-2,1/2)$; $(4,3,2,-1/2)$.
50. La configuración electrónica de un átomo neutro es $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$. Escribe el conjunto de números cuánticos para cada uno de los electrones. Da el nombre del elemento.

..... **SELECTIVIDAD**

51. [EBAU Extremadura 2021] Sean los números cuánticos: A) $(4, 2, 0, \frac{1}{2})$; B) $(2, 1, -2, \frac{1}{2})$; C) $(3, 1, 1, -\frac{1}{2})$; D) $(1, 2, 1, -\frac{1}{2})$.
a) Justificar cuáles son posibles y cuáles no pueden existir.
b) Indicar en qué tipo de orbital estarían situados los electrones cuyos números cuánticos sean posibles.
Puntuación máxima por apartado: 1,0 punto
52. [EBAU Extremadura 2020] Para las siguientes especies: 1) Cl^- ; 2) Na^+ ; 3) Kr ; 4) Fe ; 5) Sr^{2+} .
a) Escribir las configuraciones electrónicas de las cinco especies.
b) Razonar qué especie tiene electrones desapareados.
c) Justificar cuáles de las anteriores especies son isoelectrónicas.
Números atómicos (Z): Cl = 17; Na = 11; Kr = 36; Fe = 26; Sr = 38
Puntuación máxima por apartado: a) 1,0 puntos; b) 0,50 puntos; c) 0,50 puntos
53. [EBAU Andalucía 2019] Para los siguientes grupos de números cuánticos: $(4, 2, 0, +1/2)$; $(3, 3, 2, -1/2)$; $(2, 0, 1, +1/2)$; $(2, 0, 0, -1/2)$.
a) Indique cuáles son posibles y cuáles no para un electrón en un átomo.
b) Para las combinaciones correctas, indique el orbital donde se encuentra el electrón.
c) Ordene razonadamente los orbitales del apartado anterior en orden creciente de energía.
Puntuación máxima por apartado: 0,50 puntos

..... **DATOS**

velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \times 10^8$ m/s
 constante de Planck, $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J s
 número de Avogadro, $N_A = 6.022 \times 10^{23}$ partículas/mol
 constante de Rydberg para el hidrógeno, $R_H = 1.097 \times 10^7$ m $^{-1}$
 masa del electrón, $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ kg
 1 eV = 1.6×10^{-19} J