



# XXIV OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2019

## - *PRIMER EJERCICIO* -

### ADVERTENCIAS

- A. Tiene 45 minutos para realizar el ejercicio, a partir del instante que se indique.
- B. Escriba la letra que corresponde a la respuesta que considere correcta, sólo una, en la Hoja de Respuestas adjunta.
- C. Cada cuatro respuestas incorrectas se descontará una correcta.
- D. Puede escribir en estas hojas. Si necesita realizar cálculos hágalos al dorso de la página.
- E. Escriba claramente su nombre y apellidos en el boletín que acompaña a esta hoja. Compruebe que todas tienen el mismo número de control.
- F. Al finalizar ha de entregar esta hoja y la de Respuestas.
- G. Tiene que volver a las 11:30 horas, y a esta posición, para realizar el segundo ejercicio.

**¡Suerte!**

---

APELLIDOS. \_\_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_

Centro donde estudia: \_\_\_\_\_



Asociación  
de Químicos  
de Murcia

## XXIV OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2019

Número de control

### HOJA DE RESPUESTAS

1		7		13		20		27		34	
2		8		14		21		28		35	
3		9		15		22		29		36	
4		10		16		23		30		37	
5		11		17		24		31		38	
6		12		18		25		32		39	
				19		26		33		40	

# XXIV OLIMPIADA QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA

FEBRERO 2019

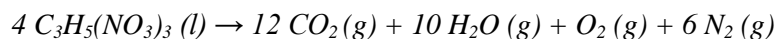
- Dado un gas ideal a temperatura constante, es cierto que:
  - los choques entre sus distintas moléculas o átomos son inelásticos
  - hay moléculas que se moverán muy rápidamente mientras otras estarán casi quietas
  - el volumen ocupado dependerá de su peso molecular
  - necesitaremos aumentar mucho la presión para poder licuarlo
- Según el modelo atómico de Bohr los electrones se caracterizan, entre otras cosas, porque:
  - no tienen aceleración por estar en órbitas estables
  - su energía puede tomar cualquier valor
  - pasan a una órbita superior emitiendo energía
  - tienen una velocidad diferente en cada órbita
- Las denominadas "Fuerzas de Van der Waals":
  - son las responsables del estado de agregación del  $N_2$  líquido
  - aparecen entre las moléculas de los gases que se comportan como ideales
  - son de mayor fortaleza que las del enlace de hidrógeno (o puente de hidrógeno)
  - aparecen entre los electrones y el núcleo de átomos muy electronegativos
- El Cu, de número atómico  $Z=29$ , en su estado fundamental, presenta la siguiente configuración electrónica:
  - $[Ar] 3d^{10} 4s^1$
  - $[Ar] 3d^9 4s^2$
  - $[Ar] 3d^{10} 4p^1$
  - $[Ar] 3d^8 4s^1 4p^1$
- Los cuatro números cuánticos del 9º electrón del átomo de Na ( $Z=11$ ), son:
  - 9 8 -2  $-1/2$
  - 2 1 1  $-1/2$
  - 3 0 0  $-1/2$
  - 2 1 0  $+1/2$
- El ángulo del enlace H-O-H en el ion  $H_3O^+$  es de aproximadamente  $107^\circ$ . ¿Qué hibridación presentan los orbitales utilizados por el oxígeno en esta especie química?
  - sp
  - $sp^2$
  - $sp^3$
  - No presentan hibridación, son orbitales p
- Si nos referimos al  $N_2$  es correcto decir:
  - el número de átomos contenido en un mol de moléculas es  $18,069 \cdot 10^{23}$
  - el volumen que ocupa un mol es siempre igual a 22,4 litros
  - la masa de un mol es 28 g a cualquier temperatura
  - al disolverse en agua se disocia en iones  $N^+$  y  $N^-$
- El número de átomos de hidrógeno presentes en 0,35 moles de glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ ) es:
  - $7,23 \cdot 10^{24}$
  - 96500
  - $2,53 \cdot 10^{24}$
  - $6,02 \cdot 10^{23}$

9. Al dejar abierto al aire un vaso grande de cristal con un pequeño volumen de  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$  se observa la condensación de agua en la superficie externa del vaso. Eso debe de ser porque la evaporación de esta sustancia:
- produce vapor de agua*
  - es un proceso con una variación de energía libre positiva*
  - es un proceso en el que disminuye la entropía*
  - enfía el vaso*
10. Si un producto químico sublima, significa que:
- funde por debajo de cero grados*
  - pasa directamente de sólido a gas*
  - forma azeótropos*
  - condensa en contacto con una superficie fría*
11. Sabemos que 1,6 g de cierto gas ocupan 560 mL a 273 K y 1 atm. ¿De qué gas se trata?
- $\text{O}_2$
  - $\text{CO}_2$
  - $\text{SO}_2$
  - $\text{Cl}_2$
12. Si la combustión completa de 78 g de un hidrocarburo origina 264 g de dióxido de carbono podemos asegurar que era:
- benceno*
  - acetileno*
  - una mezcla de acetileno y benceno a partes iguales*
  - no podemos asegurar de qué hidrocarburo se trata*
13. La reacción de síntesis del amoníaco es:  $\text{N}_2 (g) + 3 \text{H}_2 (g) \rightarrow 2 \text{NH}_3 (g)$ . Si en un experimento se obtuvieron 0,25 moles de  $\text{NH}_3$  a partir de 0,5 moles de  $\text{N}_2$  y 0,5 moles de  $\text{H}_2$ , ¿cuál es el rendimiento del proceso?
- 75 %
  - 66 %
  - 33 %
  - 25 %
14. ¿Cuál es la concentración de  $\text{Cl}^-$  en una muestra de agua, si 100 mL de la misma consumen en su valoración 6 mL de  $\text{AgNO}_3$  0,01 M? La reacción de valoración es:  $\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{AgCl}$
- 21,3 mg/L
  - 0,6 mg/L
  - 0,41 mg/L
  - 32,1 mg/L
15. Las sustancias con enlace covalente como la glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ), cuando se disuelven en agua:
- no forman iones*
  - forman iones*
  - formarán iones o no, en función de la temperatura de la disolución*
  - formarán iones o no, en función de la presión externa*
16. Al preparar un vaso de leche por la mañana hemos puesto mucho azúcar y por más que removemos no conseguimos evitar que quede una pequeña cantidad en el fondo. Si aún así añadimos más:
- deberemos remover enérgicamente para disolver todo el azúcar añadido*
  - no conseguiremos que la leche esté más dulce*
  - cuando se enfríe la leche se podrá disolver completamente*
  - es porque somos muy golosos y entendemos bien el fenómeno de la disolución.*

17. Ajusta la siguiente reacción:  $C_2H_5O_2(g) + \_\_O_2(g) \rightarrow \_\_CO_2(g) + \_\_H_2O(g)$  e indica el número total de moles de productos formado:

- a) 5/2
- b) 7/4
- c) 9/2
- d) 5,0

18. La nitroglicerina, (1,2,3-trinitroxipropano), es un compuesto altamente explosivo y líquido a temperatura ambiente, lo cual la hace altamente sensible a cualquier movimiento. Se descompone según:



Por ello se suele transportar en cajas acolchadas a baja temperatura. Por tanto, podemos afirmar que:

- a) el transporte se realiza a baja temperatura para ahorrar energía
- b) si aumentamos la temperatura lo suficiente haremos exotérmica la reacción
- c) la reacción de descomposición lleva consigo un gran incremento de entropía
- d) en vacío la reacción no se producirá

19. El compuesto de fórmula  $CrB$ , se corresponde con el:

- a) bromuro de carbono
- b) carburo de bromo IV
- c) cromuro de boro I
- d) boruro de cromo III

20. La fórmula química del 3-oxobutanal es:

- a)  $CH_3-CO-CH_2-CHO$
- b)  $CH_3-O-CH_2-CHO$
- c)  $CH_3-O-CH_2-CH_2OH$
- d)  $CHO-CO-CH_2-CH_3$

21. ¿Cuántos mL de  $H_2SO_4$  3,0 M se requieren para preparar 450 mL de  $H_2SO_4$  0,1 M?

- a) 15,0
- b) 3,0
- c) 1,5
- d) 150

22. La molalidad de una disolución de KOH 10 M y densidad 1,2 g/mL, es:

- a) 16,3
- b) 10,0 ANULADA
- c) 11,2
- d) 9,3

23. En una disolución al 2,2 % en masa de tolueno:

- a) hay 2,2 gramos de tolueno por cada 100 gramos de disolución
- b) hay 2,2 kg de tolueno por cada 100 L de disolución
- c) hay 2,2 gramos de tolueno por cada 97,8 g de disolución
- d) hay 2,2 gramos de tolueno por cada 100 gramos de disolvente

24. Cuando el sulfato de sodio se disuelve en agua, los iones que se forman son:

- a)  $Na^+$  y  $SO_4^-$
- b)  $Na^{2+}$  y  $SO_4^{2-}$
- c)  $Na^+$  y  $SO_4^{2-}$
- d)  $Na^{2+}$  y  $SO_4^{2-}$

25. Cuando se añade un catalizador a una reacción química:

- a)  $\Delta H$  se hace más negativa, es decir la reacción se hace más exotérmica, y por tanto más rápida
- b)  $\Delta G$  se hace más negativa y en consecuencia aumenta su velocidad
- c) disminuye su energía de activación y por ello aumenta su velocidad
- d) se desplaza el equilibrio hacia la formación de productos

26. La reacción  $A + B \rightarrow AB$  presenta una entalpía de reacción de  $-85 \text{ kJ/mol}$  y una entalpía de activación de  $120 \text{ kJ/mol}$ . ¿Cuál será la energía de activación del proceso  $AB \rightarrow A + B$  ?
- $35 \text{ kJ/mol}$
  - $85 \text{ kJ/mol}$
  - $120 \text{ kJ/mol}$
  - $205 \text{ kJ/mol}$
27. Una reacción química presenta  $\Delta H^0 = -60,0 \text{ kJ}$  y  $\Delta S^0 = -0,2 \text{ kJ}$ , por lo que será espontánea:
- a cualquier temperatura
  - a temperaturas inferiores a  $300 \text{ K}$
  - a la temperatura de  $300 \text{ K}$
  - a temperaturas superiores a  $300 \text{ K}$
28. ¿Cuál de las siguientes reacciones se corresponde con la reacción de formación del cianuro de hidrógeno?
- $H(g) + C(\text{grafito}) + N(g) \rightarrow HCN(g)$
  - $\frac{1}{2}H_2(g) + C(\text{grafito}) + \frac{1}{2}N_2(g) \rightarrow HCN(g)$
  - $HCN(g) \rightarrow \frac{1}{2}H_2(g) + C(\text{grafito}) + \frac{1}{2}N_2(g)$
  - $H(g) + C(\text{diamante}) + \frac{1}{2}N_2(g) \rightarrow HCN(g)$
29. Se sabe que la ecuación de velocidad de una determinada reacción química ( $A + B \rightarrow C + D$ ) es:  $\text{velocidad} = k \cdot [A] \cdot [B]^2$ , por tanto se puede asegurar que:
- su velocidad no dependerá de las concentraciones iniciales de reactivos
  - su velocidad no dependerá de la temperatura
  - es una reacción de orden 3
  - las unidades de la constante de velocidad son  $L/mol$
30. La densidad del  $N_2$  (g/L) en condiciones normales es:
- 14
  - 28
  - $14/22,4$
  - $28/22,4$
31. El  $CsCl$  cristaliza en una red cúbica centrada en el cuerpo. El número de coordinación, es decir, el número de iones más próximo, que están en contacto alrededor de cada ion en la red es:
- 4
  - 6
  - 8
  - 10
32. De los siguientes, señala el grupo donde todas las especies son de naturaleza covalente:
- $BCl_3, SiCl_4, PCl_3$
  - $NH_4Br, N_2H_4, HBr$
  - $I_2, H_2S, NaI$
  - $Al, O_3, As_4$
33. La molécula de amoníaco, presenta una geometría:
- triangular plana
  - pirámide trigonal
  - helicoidal
  - plana cuadrada
34. Entre los principales contaminantes de los efluentes industriales acuosos están los metales pesados. ¿Cuál de los siguientes está catalogado como tal?
- Li
  - Cd
  - Se
  - Sr

35. De los siguientes elementos, indica el de mayor conductividad eléctrica:
- Ag*
  - Ca*
  - Br*
  - C*
36. En una hipotética reacción en equilibrio en estado gaseoso:  $A + 2 B \rightarrow 2 C + D$  con  $\Delta H < 0$ , el rendimiento de D se verá aumentado si se:
- aumenta la presión*
  - aumenta el volumen*
  - aumenta la temperatura*
  - extrae la sustancia C*
37. Para disolver el oro debemos emplear:
- peróxido de hidrógeno*
  - el reactivo Solgold*
  - una mezcla de ácidos clorhídrico y nítrico*
  - el oro es un metal noble y como tal no se disuelve*
38. Si en un reactor de 1 litro, se introduce 1 mol de bromo, se calienta hasta 483 °C y se observa que se disocia el 1 % del bromo según:  $Br_2 (g) \leftrightarrow 2 Br (g)$ , puede asegurarse que el valor de  $K_C$  a esa temperatura es:
- 0,99*
  - $3,03 \cdot 10^{-3}$*
  - $4,04 \cdot 10^{-4}$*
  - $5,05 \cdot 10^{-5}$*
39. Robert Millikan hizo una notable contribución a la Química trabajando sobre:
- la purificación de la pechblenda*
  - el bombardeo de una lámina de oro con partículas alfa*
  - medidas de carga eléctrica de gotas de aceite*
  - los rayos X producidos en un anticátodo apropiado*
40. Antonio de Ulloa y de la Torre-Giralt fue un naturalista, militar y escritor español, nacido en Sevilla, y conocido por el descubrimiento del:
- Pt*
  - Ni*
  - Au*
  - Cu*

<b>Elemento</b>	<b>Masa atómica</b>		<b>Elemento</b>	<b>Masa atómica</b>
Aluminio	27,0		Magnesio	24,3
Antimonio	121,8		Manganeso	54,9
Arsénico	74,9		Mercurio	200,6
Azufre	32,1		Molibdeno	95,9
Bario	137,3		Neón	20,2
Bismuto	209,0		Níquel	58,7
Boro	10,8		Nitrógeno	14,0
Bromo	79,9		Oro	197,0
Cadmio	112,4		Oxígeno	16,0
Calcio	40,1		Paladio	106,4
Carbono	12,0		Plata	107,9
Cloro	35,5		Platino	195,1
Cobalto	58,9		Plomo	207,2
Cobre	63,5		Potasio	39,1
Cromo	52,0		Selenio	79,0
Estaño	118,7		Silicio	28,1
Estroncio	87,6		Sodio	23,0
Flúor	19,0		Talio	204,4
Fósforo	31,0		Teluro	127,6
Galio	69,7		Titanio	47,9
Helio	4,0		Wolframio	183,9
Hidrógeno	1,0		Uranio	238,1
Hierro	55,8		Vanadio	50,9
Litio	6,9		Yodo	126,9
			Zinc	65,4





Asociación  
de Químicos  
de Murcia

# XXIV OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2019

## - *SEGUNDO EJERCICIO* -

### ADVERTENCIAS

- A. Tiene 90 minutos para realizar el ejercicio, a partir del instante que se indique.
- B. Ha de responder a cada problema, con los razonamientos y cálculos correspondientes, en la hoja que corresponde al enunciado.
- C. Escriba claramente su nombre y apellidos en el Boletín que acompaña a esta hoja. Compruebe que todas tienen el mismo número de control.

**¡Suerte!**

---

APELLIDOS. \_\_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_

Centro donde estudia: \_\_\_\_\_

### PROBLEMA 1

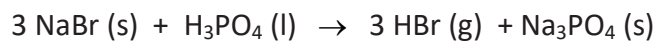
Se prepara una disolución mezclando 54,9 g de hidróxido de potasio con 500 g de agua líquida, obteniendo una disolución de densidad 1,09 g/mL.

- a) Calcula la molaridad, molalidad y fracción molar de la disolución obtenida de hidróxido de potasio.
- b) Calcula el volumen de esa disolución inicial de hidróxido de potasio necesario para preparar 500 mL de una nueva disolución de concentración 0,1 M.
- c) Calcula la molaridad de una disolución preparada mezclando 50 mL de la disolución del apartado a) con 40 mL de KOH 0,82 M y llevando finalmente el volumen a 100 mL con agua.

DATOS: Suponer que los volúmenes son aditivos.

## PROBLEMA 2

Se desean preparar 50 g de bromuro de hidrógeno mediante la reacción:



- a) Determina la cantidad en gramos necesaria de cada reactivo considerando que el rendimiento de la reacción es del 80 % y que se emplea un 40 % de exceso de ácido.
- b) Si en otro experimento paralelo se parte de 100 g de NaBr y de 100 mL de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  2 M, y se obtienen 0,4 moles de HBr ¿cuál es el rendimiento logrado?

### PROBLEMA 3

El producto “Nescafe Hot” consiste en una lata que contiene óxido de calcio sólido y una disolución muy diluida de hidróxido de sodio o potasio. Al apretar un botón se ponen en contacto desprendiendo la energía necesaria para aumentar 40 °C la temperatura de 210 mL de café que también están incluidos en la lata.

- a) Escribe la reacción entre el óxido de calcio y el agua.
- b) Las energías estándar de formación del óxido de calcio y del agua son -635 y -286 kJ/mol, respectivamente. La energía estándar de formación del producto formado en la reacción es -1003 kJ/mol. Calcula la variación de entalpía estándar molar de la reacción (a).
- c) Sabiendo que el calor específico del agua es 4,18 J/(°C g). Calcula la energía necesaria para elevar 40 °C los 210 mL de disolución (suponer que la disolución de café se comporta como agua; densidad 1,00 g/mL).
- d) Calcula la mínima cantidad en gramos de óxido de calcio necesario para que el producto se caliente como se ha indicado.

#### PROBLEMA 4

El estado electrónico fundamental de un átomo de hidrógeno se puede escribir como  $1s^1$  indicando que el único electrón reside en el orbital  $1s$ . Si se le aporta suficiente energía al átomo podemos promoverlo a un orbital de mayor energía como el  $2p$  o el  $3p$ . La energía de un electrón en el átomo de hidrógeno viene dada por:

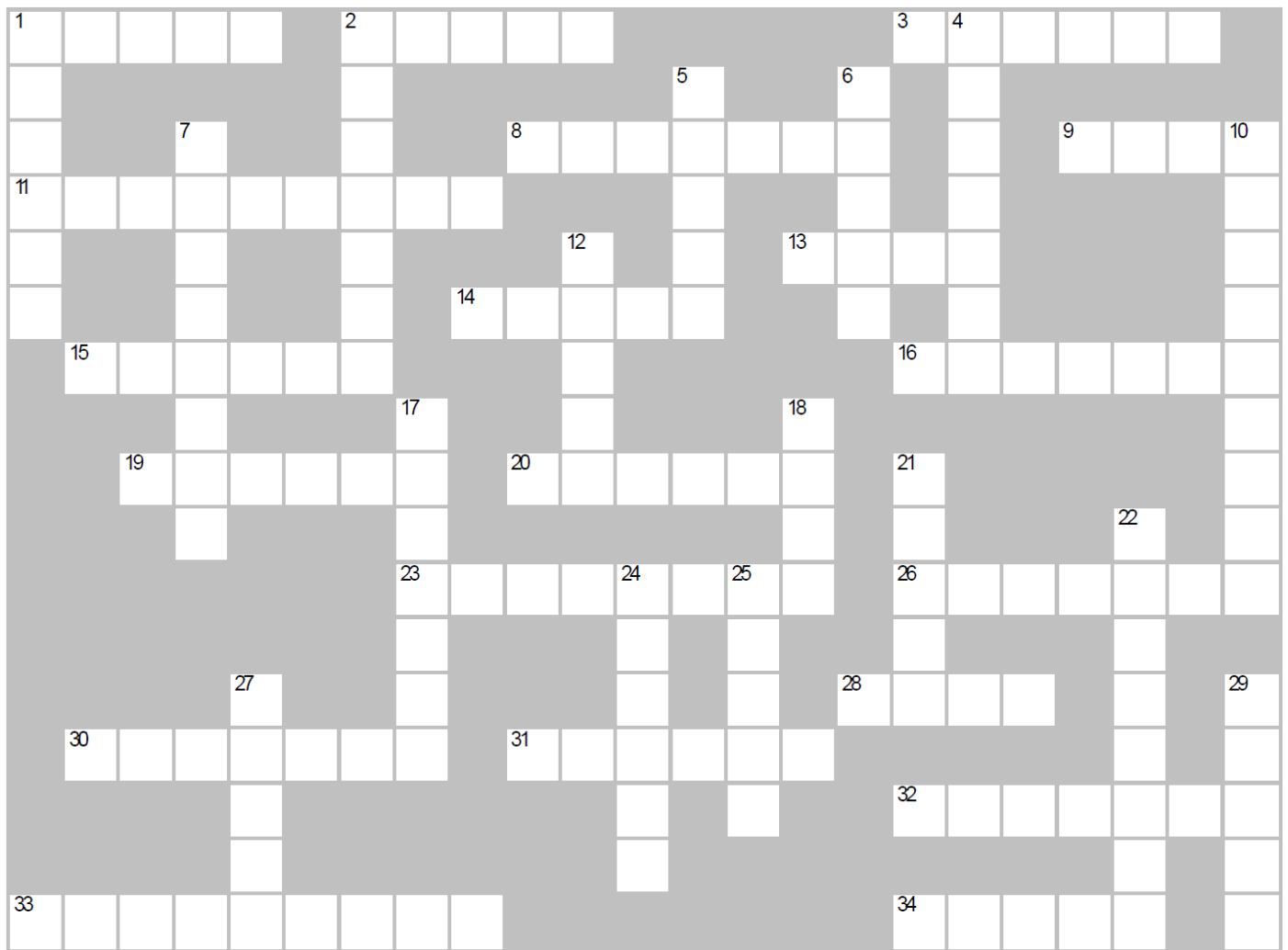
$$E_n = -R_H \left( \frac{Z}{n} \right)^2$$

donde  $R_H$  es la constante de Rydberg ( $2,179 \times 10^{-18}$  J),  $Z$  es el número de protones en el núcleo del átomo y  $n$  es el número cuántico principal involucrado.

- Calcula la energía de un electrón en un orbital  $2p$  de un átomo excitado de hidrógeno.
- Calcula la energía necesaria para una transición  $1s \rightarrow 2p$  en el átomo de hidrógeno.
- Calcula la energía de ionización de un ion helio,  $\text{He}^+$ .
- Cuando un electrón pasa de un nivel superior a otro inferior desprende energía en forma de luz. La frecuencia de esa luz,  $f$ , (en Hz) está relacionada con la diferencia de energía entre los dos niveles,  $\Delta E$ , según:  $\Delta E = h \cdot f$ , donde  $h$  es la constante de Planck ( $6,626 \times 10^{-34}$  J·s). Calcula la frecuencia de la luz emitida en la transición  $2p \rightarrow 1s$  en el átomo de hidrógeno (llamada línea  $\alpha$ -Lyman del hidrógeno).
- La supernova E0102-72, a 200.000 años luz de la Tierra, muestra un contenido en oxígeno un billón de veces superior al de la Tierra. Allí la temperatura es de millones de grados Kelvin que provocan que el oxígeno se encuentre en formas iónicas como  $\text{O}^{7+}$ . Esto se ha detectado por su frecuencia de la línea  $\alpha$ -Lyman (transición de  $n=2$  a  $n=1$ ). Calcula la frecuencia de la línea  $\alpha$ -Lyman del ion  $\text{O}^{7+}$ .
- ¿Qué otro elemento presenta su línea  $\alpha$ -Lyman a  $2,471 \times 10^{17}$  Hz? Calcula  $Z$  e indica de qué elemento se trata.

<b>Elemento</b>	<b>Masa atómica</b>		<b>Elemento</b>	<b>Masa atómica</b>
Aluminio	27,0		Magnesio	24,3
Antimonio	121,8		Manganeso	54,9
Arsénico	74,9		Mercurio	200,6
Azufre	32,1		Molibdeno	95,9
Bario	137,3		Neón	20,2
Bismuto	209,0		Níquel	58,7
Boro	10,8		Nitrógeno	14,0
Bromo	79,9		Oro	197,0
Cadmio	112,4		Oxígeno	16,0
Calcio	40,1		Paladio	106,4
Carbono	12,0		Plata	107,9
Cloro	35,5		Platino	195,1
Cobalto	58,9		Plomo	207,2
Cobre	63,5		Potasio	39,1
Cromo	52,0		Selenio	79,0
Estaño	118,7		Silicio	28,1
Estroncio	87,6		Sodio	23,0
Flúor	19,0		Talio	204,4
Fósforo	31,0		Teluro	127,6
Galio	69,7		Titanio	47,9
Helio	4,0		Wolframio	183,9
Hidrógeno	1,0		Uranio	238,1
Hierro	55,8		Vanadio	50,9
Litio	6,9		Yodo	126,9
			Zinc	65,4

## QUIMIGRAMA: Elementos de la tabla periódica (sin acentos)



### Horizontales

1. Elemento alcalino presente en el reloj atómico
2. Elemento del grupo 9 obtenido como impureza del platino, usado en joyería y como catalizador
3. Los soldaditos de plomo en realidad son de...
8. Alcalinotérreo presente en las esmeraldas y las aguamarinas
9. Gas noble muy habitual en las luces anaranjado-rojizas
11. Elemento del periodo 5 cuyo sulfuro es un excelente lubricante incluso a altísima presión
13. Protege al hierro de la oxidación
14. El menos denso de los gases nobles
15. Elemento del grupo del vanadio que debe su nombre a la hija de Tántalo, nieta de Zeus, a la que Artemisa y Apolo le mataron sus hijos
16. Combinado con oxígeno en forma de anión es un excelente fertilizante
19. Este metal se encuentra en la hemoglobina
20. Combinado con sulfato forma el yeso
23. Su presencia en el pigmento "verde de París" utilizado en el papel pintado de los hogares ingleses resultó un problema de salud pública debido a su toxicidad
26. Supone el 86% del peso de los océanos
28. Halógeno sólido a 25 °C muy importante en el tiroides y utilizado como fungicida y bactericida
30. Elemento presente en la vitamina B12 y con un isótopo radiactivo muy usado, hace tiempo, en radioterapia
31. Sólido, de color amarillo y formador de compuestos pestilentes
32. Se usa mucho en prótesis médicas
33. Elemento más abundante del universo cuya conversión en helio es responsable del brillo de las estrellas
34. Lleva el nombre de esa región "casi" conquistada por los romanos donde vivía Astérix

### Verticales

1. Su sulfuro lo usaba Claude Monet como pigmento amarillo
2. Elemento del grupo 8 que debe su nombre a esa región que cubriría parte de lo que ahora se conoce como Rusia, Ucrania y Bielorrusia
4. Combinado con oxígeno es la base de los semiconductores
5. Al igual que el sodio son los dos únicos metales menos densos que el agua
6. Su cloruro se usa en los alimentos para aumentar el sabor y también en las carreteras cuando nieva
7. Su óxido, cristalizado cúbico, es la imitación más común del diamante
10. Elemento presente en el aire que se usa como refrigerante criogénico
12. Elemento que mejor conduce la electricidad y refleja la luz
17. Responsable del titular periodístico "plátanos radioactivos"
18. Elemento del grupo del aluminio que combinado con nitrógeno es un excelente abrasivo
21. En pequeñas dosis es un gran desinfectante en piscinas
22. Elemento del grupo 14 que cuando Mendeléyev llenó la tabla periódica era desconocido, pero dejó un hueco y es muy utilizado en electrónica
24. Metal habitual en las baterías junto con el cadmio
25. Cuando se alea con estaño se llama bronce
27. Recibe su nombre de la palabra griega que significa "pesado" y como sulfato se utiliza para obtener imágenes del tracto digestivo
29. El mercurio y él son líquidos a 25°C