

PROBLEMAS

Dispone de un tiempo máximo de **90 minutos** para esta parte de la prueba.
Debe responder a cada problema en una hoja separada y rellenar la plantilla con los resultados.
En el texto se proporcionan algunos datos generales y la tabla periódica.
Esta parte pondera con un 60 % de la nota final.

Datos generales: 1 atmósfera = 760 mmHg; R = 0,082 atm·L·mol⁻¹·K⁻¹.

Problema 1 (20 puntos)

El químico alemán Friedrich Wöhler descubrió que el carburo de calcio reacciona con agua formando acetileno (nombre común del etino), C₂H₂, e hidróxido de calcio, según la reacción **no ajustada** siguiente:



El acetileno formado se utilizaba en las lámparas de carburo que utilizaban los mineros para iluminar las galerías mineras.



- a) En un experimento se hacen reaccionar 2,0 g de CaC₂, de una pureza del 100 %, con 1,0 g de agua. Calcule cuántos gramos de Ca(OH)₂ se producirán. **(5 puntos)**
- b) Calcule cuántos gramos de carburo de calcio serían necesarios para obtener 2,0 litros de acetileno medidos a 35 °C y 750 mmHg de presión. **(5 puntos)**

Llega al laboratorio de análisis una muestra de carburo de calcio impuro. Para determinar su pureza, se toma una muestra de 0,752 g a la que se añade un exceso de agua. Después de que todo el carburo de calcio reaccione, se añade agua hasta un volumen de disolución de 50,0 cm³. Se toma una muestra de 20,0 cm³ y se valora frente a una disolución de ácido clorhídrico 0,250 mol·L⁻¹. Para neutralizar la muestra se utilizan 34,6 cm³ de dicha disolución.

- c) Calcule la pureza del carburo de calcio en %. **(10 puntos)**

Problema 2 (10 puntos)

Cierto compuesto orgánico sólo contiene C, H, O y S. La combustión de 93,30 mg de dicho compuesto origina 195,30 mg de CO₂ y 39,97 mg de H₂O. Por otro lado, mediante el tratamiento adecuado de 110,50 mg de dicho compuesto se obtiene un precipitado de 204,40 mg de BaSO₄. Determine la fórmula empírica de este compuesto orgánico.

Problema 3 (20 puntos)

Las nanopartículas de oro son esferas de este metal cuyo diámetro es del orden de los pocos nanómetros, y se emplean en muchos tests de diagnóstico (por ejemplo, el test de embarazo o los test para la detección del COVID-19). La línea de color rojizo que aparece en dichos test debe su color, precisamente, a nanopartículas de oro.

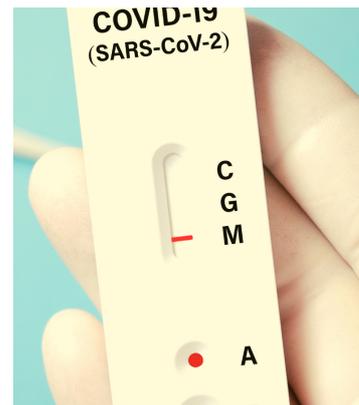
La síntesis de este material a nivel de laboratorio se lleva a cabo mediante el llamado método de Turkevich, y consiste en la reducción controlada de un compuesto de Au(III), el ácido tetracloroáurico, HAuCl_4 , usando citrato de sodio como reductor.

En una preparación de laboratorio habitual para obtener nanopartículas de 20 nanómetros de diámetro, se mezclaron 0,5 mL de HAuCl_4 25 mM con 49,5 mL de agua destilada, calentando a ebullición con agitación controlada. A continuación, se añadieron 1,25 mL de disolución de citrato de sodio ($10 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$), y se observó el cambio de color de la mezcla de modo que, al cabo de tres minutos, se obtuvo una suspensión de color rojo vino tinto. Por último, se dejó enfriar y se midió el volumen final obtenido, resultando ser de 45,0 mL.

a) Para preparar la disolución de HAuCl_4 25 mM se utilizaron exactamente 0,8909 g del producto comercial ($\text{HAuCl}_4\cdot 3\text{H}_2\text{O}$). ¿Qué volumen de agua destilada hubo que añadir? Considere que el volumen de la disolución es el mismo que el del agua añadida. (10 puntos)

b) Si la reducción del HAuCl_4 se lleva a cabo completamente, y la densidad del oro es $19,32 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, ¿cuántas nanopartículas contiene 1 mL de la suspensión? (10 puntos)

Dato: el volumen de una esfera es $V = \frac{4}{3}\pi r^3$



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1,008																	2 He 4,0026
3 Li 6,94	4 Be 9,0122											5 B 10,81	6 C 12,011	7 N 14,007	8 O 15,999	9 F 18,998	10 Ne 20,180
11 Na 22,99	12 Mg 24,305											13 Al 26,982	14 Si 28,085	15 P 30,974	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,948
19 K 39,098	20 Ca 40,078	21 Sc 44,956	22 Ti 47,867	23 V 50,942	24 Cr 51,996	25 Mn 54,938	26 Fe 55,845	27 Co 58,933	28 Ni 58,693	29 Cu 63,546	30 Zn 65,38	31 Ga 69,723	32 Ge 72,630	33 As 74,922	34 Se 78,97	35 Br 79,904	36 Kr 83,798
37 Rb 85,468	38 Sr 87,62	39 Y 88,906	40 Zr 91,224	41 Nb 92,906	42 Mo 95,95	43 Tc [97]	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29
55 Cs 132,91	56 Ba 137,33		72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,2	83 Bi 208,98	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
87 Fr [223]	88 Ra [226]		104 Rf [267]	105 Db [270]	106 Sg [269]	107 Bh [270]	108 Hs [270]	109 Mt [278]	110 Ds [281]	111 Rg [281]	112 Cn [285]	113 Nh [286]	114 Fl [289]	115 Mc [289]	116 Lv [293]	117 Ts [293]	118 Og [294]
			57 La 138,91	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm [145]	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,05	71 Lu 174,97
			89 Ac [227]	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]

CUESTIONES

Dispone de un tiempo máximo de **60 minutos** para responder a las 25 cuestiones.

Sólo hay 1 respuesta correcta para cada cuestión. Cada respuesta correcta se valorará con 1 punto, en blanco 0, y cada incorrecta con -0,25. Debe indicar las soluciones en la plantilla suministrada.

Se permite el uso de calculadoras no programables.

Esta parte pondera con un 40 % de la nota final.

**No empiece el ejercicio hasta que se le indique.
Debe contestar en la plantilla de respuestas.**

Datos generales: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$; $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $R_H = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$;
 $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1,008																	2 He 4,0026
3 Li 6,94	4 Be 9,0122											5 B 10,81	6 C 12,011	7 N 14,007	8 O 15,999	9 F 18,998	10 Ne 20,180
11 Na 22,99	12 Mg 24,305											13 Al 26,982	14 Si 28,085	15 P 30,974	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,948
19 K 39,098	20 Ca 40,078	21 Sc 44,956	22 Ti 47,867	23 V 50,942	24 Cr 51,996	25 Mn 54,938	26 Fe 55,845	27 Co 58,933	28 Ni 58,693	29 Cu 63,546	30 Zn 65,38	31 Ga 69,723	32 Ge 72,630	33 As 74,922	34 Se 78,97	35 Br 79,904	36 Kr 83,798
37 Rb 85,468	38 Sr 87,62	39 Y 88,906	40 Zr 91,224	41 Nb 92,906	42 Mo 95,95	43 Tc [97]	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29
55 Cs 132,91	56 Ba 137,33		72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,2	83 Bi 208,98	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
87 Fr [223]	88 Ra [226]		104 Rf [267]	105 Db [270]	106 Sg [269]	107 Bh [270]	108 Hs [270]	109 Mt [278]	110 Ds [281]	111 Rg [281]	112 Cn [285]	113 Nh [286]	114 Fl [289]	115 Mc [289]	116 Lv [293]	117 Ts [293]	118 Og [294]
			57 La 138,91	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm [145]	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,05	71 Lu 174,97
			89 Ac [227]	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]

C 1.- El polipropileno se obtiene por la polimerización del propeno, C_3H_6 ($M_r = 42,1$). ¿Cuántas moléculas de propeno han de polimerizar para obtener 3,5 g de polipropileno?

- a) $1,43 \cdot 10^{22}$ b) $5,01 \cdot 10^{22}$ c) $6,02 \cdot 10^{23}$ d) $2,11 \cdot 10^{24}$

C 2.- El monocloruro de yodo, ICl, es un compuesto interhalógeno que reacciona con los dobles enlaces C=C (un ICl por cada doble enlace). Si 0,105 g de un compuesto X de masa molecular $304,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ reaccionan con exactamente 0,224 g de ICl, ¿cuántos dobles enlaces tiene la molécula X?

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4

C 3.- Una mezcla de $CaCO_3(s)$ y $NaCl(s)$ contiene un 10 % de carbono (en masa). ¿Cuál es el porcentaje en masa del NaCl en la muestra?

- a) 10 % b) 17 % c) 50 % d) 83 %

C 4.- Un componente del diésel es el hidrocarburo $C_{12}H_{24}$, cuya densidad es $0,790 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$. ¿Cuál es el volumen de CO_2 (medido a $25^\circ C$ y 100 kPa) que se produce por la combustión completa de 2,00 L de este hidrocarburo?

Indicación: El Pascal es la unidad de presión del sistema internacional. 1 kPa equivale a 0,009869 atmósferas.

- a) 2,789 L
b) 2789,2 L
c) 5578,5 L
d) 5,578 L

C 5.- En un matraz aforado de 100 mL se introducen 10 mL de disolución de cloruro de sodio 1,5 M, 15 mL de disolución de cloruro de amonio 2 M, 20 mL de disolución de sulfato de sodio 1 M y agua destilada hasta completar los 100 mL. La concentración molar del ión sodio en la disolución resultante es:

- a) $0,55 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ b) $0,45 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ c) $0,3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ d) $0,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

C 6.- La energía de disociación del O_2 es $495 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. Por tanto, la longitud de onda máxima de un láser capaz de disociar la molécula de O_2 es:

- a) 80 nm
b) 241 nm
c) 251 nm
d) 101 nm

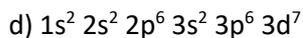
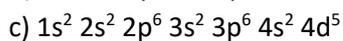
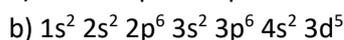
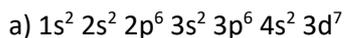
C 7.- El número de nucleones (protones + neutrones) de un núcleo de $^{16}_8O$ es:

- a) 24 b) 16 c) 8 d) 12

C 8.- Un isótopo de ^{44}Ti captura un electrón. ¿Qué isótopo se formará?

- a) ^{40}K b) ^{40}Ca c) ^{44}Sc d) ^{44}V

C 9.- ¿Cuál es la configuración de estado fundamental en fase gaseosa para el Co^{+2} ?



C 10.- ¿Cuáles de las combinaciones de números cuánticos están permitidas para un electrón de un átomo polielectrónico?

1) $n = 2, l = 1, m_l = 0, m_s = 1/2$

2) $n = 3, l = 2, m_l = 0, m_s = -1/2$

3) $n = 3, l = 3, m_l = 2, m_s = -1/2$

4) $n = 3, l = 2, m_l = 3, m_s = 1/2$

a) 1, 2 y 4

b) 1 y 4

c) 1 y 2

d) 3 y 4

C 11.- De los siguientes elementos, ¿cuál tiene la tercera energía de ionización más alta?

a) Ar

b) Si

c) Mg

d) Al

C 12.- Indique cuál es el orden correcto de los cuatro elementos en cuanto a su primera energía de ionización.

a) $\text{Ca} < \text{Se} < \text{Rb} < \text{Cl}$

b) $\text{Cl} < \text{Se} < \text{Ca} < \text{Rb}$

c) $\text{Se} < \text{Cl} < \text{Rb} < \text{Ca}$

d) $\text{Rb} < \text{Ca} < \text{Se} < \text{Cl}$

C 13.- ¿Cuál de las siguientes series ordena las especies según su radio iónico creciente?

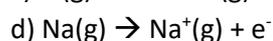
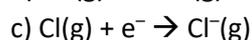
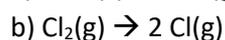
a) $\text{Ca}^{2+} < \text{Cl}^- < \text{K}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{S}^{2-}$

b) $\text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+} < \text{K}^+ < \text{Cl}^- < \text{S}^{2-}$

c) $\text{S}^{2-} < \text{Cl}^- < \text{K}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+}$

d) $\text{Mg}^{2+} < \text{S}^{2-} < \text{Cl}^- < \text{K}^+ < \text{Ca}^{2+}$

C 14.- Indique en cuál de los siguientes procesos se libera energía:



C 15.- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones describe el enlace S–O para el anión sulfito, $[\text{SO}_3]^{2-}$?

- a) El azufre forma tres enlaces sencillos con el oxígeno y tiene un par solitario
- b) El orden de enlace promedio S–O es 4/3
- c) El azufre forma dobles enlaces con los tres átomos de oxígeno
- d) El azufre forma tres enlaces sencillos con el oxígeno y no tiene pares solitarios

C 16.- Considere el ion $[\text{PO}_2]^{3-}$. En la estructura electrónica de Lewis, ¿cuántos dominios electrónicos se le asignan al átomo de P? ¿Cuál es la geometría molecular de esta especie?

- a) 4 dominios electrónicos. Geometría angular
- b) 4 dominios electrónicos. Geometría lineal
- c) 2 dominios electrónicos. Geometría lineal
- d) 2 dominios electrónicos. Geometría triangular

C 17.- Considere el compuesto nitrato de amonio. Indique cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera:

- I) Sólo se forman enlaces iónicos
- II) Sólo se forman enlaces covalentes
- III) Presenta tanto enlaces iónicos como covalentes
- IV) Responde a la formulación NH_3NO_3
- V) Responde a la formulación NH_4NO_3

- a) Son correctas la III y la IV
- b) Son correctas la I y la V
- c) Son correctas la III y la V
- d) Son correctas la II y la IV

C 18.- ¿Qué afirmación es correcta respecto de la molécula de nitrometano, $\text{H}_3\text{C}-\text{NO}_2$?

- a) Los tres enlaces que forma el nitrógeno tienen diferente longitud
- b) El nitrógeno no cumple con la regla del octeto
- c) El nitrógeno tiene un par solitario
- d) El entorno geométrico del nitrógeno es trigonal plano

C 19.- ¿Qué molécula AX_n tiene el mayor ángulo X–A–X?

- a) H_2O
- b) CF_4
- c) CO_2
- d) NCl_3

C 20.- ¿Cuál de las siguientes moléculas presenta una geometría de pirámide trigonal?

- a) NCl_3
- b) BCl_3
- c) COCl_2
- d) CH_2Cl_2

C 21.- Si se consideran las moléculas triatómicas AB_2 , se puede asegurar:

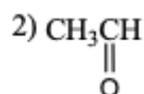
- a) Que siempre serán polares
- b) Que si la molécula es angular no tendrá momento dipolar
- c) Que si la molécula es lineal no tendrá momento dipolar
- d) Que no tienen, en ningún caso, momento dipolar

C 22.- ¿Cuál o cuáles de los compuestos orgánicos tiene un grupo –OH?

1. hidrocarburos; 2. alcoholes; 3. cetonas; 4. ácidos orgánicos; 5. esterés

- a) 1, 2 y 3
- b) 2, 4
- c) 1, 3 y 5
- d) Ninguno

C 23.- Indique cuál de los siguientes compuestos orgánicos, de masas moleculares semejantes, tendrá una temperatura de ebullición más baja.



a) 1

b) 2

c) 3

d) 4

C 24.- La masa molecular de los compuestos C_2H_6 , CH_3OH y CH_3F es similar. ¿En qué opción se disponen los compuestos en orden creciente del punto de ebullición?

- a) $\text{CH}_3\text{F} < \text{CH}_3\text{OH} < \text{C}_2\text{H}_6$
- b) $\text{C}_2\text{H}_6 < \text{CH}_3\text{OH} < \text{CH}_3\text{F}$
- c) $\text{C}_2\text{H}_6 < \text{CH}_3\text{F} < \text{CH}_3\text{OH}$
- d) $\text{CH}_3\text{F} < \text{C}_2\text{H}_6 < \text{CH}_3\text{OH}$

C 25.- Las fuerzas de van der Waals entre dos moléculas aumentan:

- a) Con la temperatura
- b) Con el tiempo
- c) Con la distancia entre las moléculas
- d) Con el tamaño de las moléculas

Preguntas de reserva (sólo se tendrán en consideración en caso de que alguna de las cuestiones planteadas tuviera que ser anulada, por cualquier error).

R 1.- Si en una mezcla de hidrógeno y oxígeno gaseosos se hace saltar una chispa, reaccionan completamente para formar agua. ¿Qué volúmenes de gases, medidos a la misma presión y temperatura, formarán la mayor cantidad de agua?

- a) 1,0 L de H_2 y 4,0 L de O_2
- b) 2,0 L de H_2 y 3,0 L de O_2
- c) 3,0 L de H_2 y 2,0 L de O_2
- d) 4,0 L de H_2 y 1,0 L de O_2

R 2.- ¿En cuál de los siguientes compuestos encontraremos el enlace covalente más polar?

- a) SiF_4
- b) $SiBr_4$
- c) NH_3
- d) CH_4