



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 pondrá con un 60 % de la nota final.

57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm 144.91	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 173.06	71 Lu 174.97
89 Ac 227.03	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np 237.05	94 Pu 244.06	95 Am 243.06	96 Cm 247.07	97 Bk 247.07	98 Cf 251.08	99 Es [254]	100 Fm 257.10	101 Md 258.1	102 No 259.10	103 Lr [262]

Constantes y factores de conversión: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $F = 96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$; K_w (298 K) = 10^{-14} .

$$1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar} = 760 \text{ mmHg} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}; 1 \text{ J} = 0,24 \text{ cal.}$$

$$1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}; 1 \text{ } \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}, 1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

FÓRMULAS

Ecuación de estado de los gases ideales: $PV = nRT$	Ecuación de Dalton: $p_i = x_i P$	Energía de un fotón: $E = \frac{hc}{\lambda}$
--	-----------------------------------	---

Abreviaturas comúnmente utilizadas: MM_r : masa molecular reducida. M : concentración molar, $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Problema 1 (25 puntos)

En nuestros domicilios, es habitual disponer de lejía y/o salfumán para limpiar diferentes superficies. La lejía doméstica que utilizamos habitualmente es, en realidad, una disolución acuosa al 4,5 % (masa/volumen) de hipoclorito de sodio, NaClO. Esta manera de expresar la riqueza significa que en 100 mL de disolución hay disueltos 4,5 g de NaClO. La lejía tiene múltiples usos; uno de ellos es la desinfección de zonas húmedas como los lavabos o bañeras de nuestros cuartos de baño.

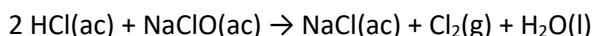


El salfumán es una disolución acuosa de HCl con una riqueza del 28 % (masa/volumen). Se utiliza, por ejemplo, para eliminar los depósitos de carbonato de calcio que suelen acumularse en los inodoros.

a) Determina la concentración, en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, de la lejía y del salfumán. **(5 puntos)**

Un joven estudiante amigo tuyo, pertrechado con sendas botellas de lejía y de salfumán, se decide a limpiar profundamente el baño del piso que comparte contigo y otros estudiantes. Como ha oído el uso general de ambas sustancias decide utilizarlas *simultáneamente* para terminar lo antes posible la desagradable tarea de limpiar el inodoro. Para ello mezcla en un recipiente 13,5 mL de lejía y 5,6 mL de salfumán.

Justo cuando iba a empezar, llegas al piso y, al darte cuenta de la situación le dices que se detenga inmediatamente. La razón es que sabes que estas dos especies reaccionan entre sí, dando lugar a un gas, de color verdoso, muy tóxico: $\text{Cl}_2(\text{g})$. La ecuación química implicada es la siguiente:



b) Indica, razonadamente, cuál es el reactivo limitante y cuál se encuentra en exceso en la mezcla preparada por tu amigo. **(5 puntos)**

c) Calcula la cantidad de Cl_2 , en moles, que se podrían generar teóricamente al mezclar los volúmenes mencionados de lejía y salfumán. **(5 puntos)**

Como joven pero brillante estudiante de Química conoces la toxicidad del Cl_2 y también que la dosis letal promedio es $6 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ en el aire.

d) Dado que el baño tiene un volumen total de $5,4 \text{ m}^3$, calcula la concentración de Cl_2 , en $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ en la atmósfera de dicho baño. **(3 puntos)**

e) Deduce si tu compañero habría sobrevivido o no, si hubiera limpiado el baño con la mezcla anteriormente preparada. **(2 puntos)**

f) Calcula la presión parcial de Cl_2 en el baño, en mmHg, si está a 22°C y 1 atm. **(5 puntos)**

NOTA: *aunque la cantidad de Cl_2 generada no alcance la concentración letal, el Cl_2 es una sustancia irritante y peligrosa que puede producir tos, irritación de ojos e incluso daño pulmonar en concentraciones mucho menores que la letal. Por tanto, mezclar lejía y salfumán es altamente peligroso y no debe hacerse nunca.*

Problema 2 (20 puntos)

A principios del siglo XIX, algunas ciudades europeas comenzaron a usar el llamado “gas de iluminación” para alumbrar sus calles principales. En Londres, la *Portable Gas Company* obtenía este gas por pirólisis de grasa de ballena, es decir, calentando la grasa sin oxígeno para descomponerla en sustancias más simples.

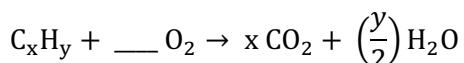
El científico Michael Faraday estudió este gas y observó que, al comprimirlo a unas 30 atmósferas, se formaba un líquido aceitoso. Faraday lo llamó, erróneamente, *bicarburo de hidrógeno* y descubrió que estaba compuesto solo por carbono e hidrógeno. Presentó este hallazgo en la *Royal Society* en junio de 1825. Se cumplen ahora 200 años del descubrimiento de esta sustancia que revolucionó el mundo de la química.

Con el fin de conocer su fórmula química, Faraday realizó el siguiente experimento:

Se quema, en exceso de dioxígeno, una muestra de 0,520 g del hidrocarburo, C_xH_y , obteniéndose 1,524 g de dióxido de carbono (CO_2) y 0,314 g de agua (H_2O).



a) Completa la reacción de combustión del hidrocarburo. **(3 puntos)**

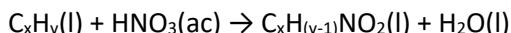


b) Determina la fórmula empírica de esa sustancia a partir de los datos experimentales. **(5 puntos)**

Años más tarde, en 1831, el químico francés Jean-Baptiste Dumas desarrolló un método para determinar la masa molecular de sustancias volátiles. Aplicando este método, Faraday encontró que la masa molecular del hidrocarburo que estaba estudiando era de **78 g·mol⁻¹**.

c) Deduce la fórmula molecular del hidrocarburo. **(5 puntos)**

Una de las propiedades interesantes de este compuesto es que, al reaccionar con ácido nítrico, puede nitrarse fácilmente:



En un experimento de nitración, se toman 5,00 mL del hidrocarburo (densidad 0,8765 g·mL⁻¹) y se someten a nitración con 10,0 mL de ácido nítrico comercial (densidad 1,42 g·mL⁻¹ y una riqueza de 68,0 % en masa de HNO_3).

d) Calcula la cantidad, en moles, de los reactivos utilizados e indica cuál es el limitante. **(5 puntos)**

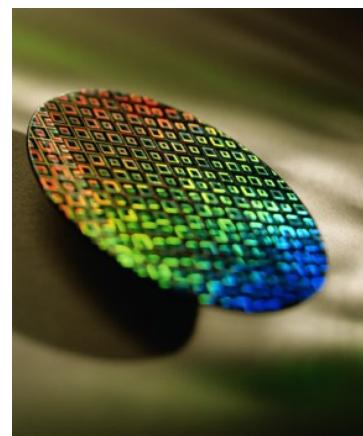
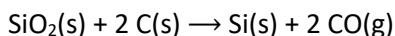
e) Determina la masa teórica, en gramos, del nitrocompuesto que se puede formar. Si en el experimento se obtienen 2,50 g del compuesto nitrado, calcula el rendimiento porcentual de la reacción. **(2 puntos)**

NOTA: la figura que acompaña a este problema es una fotografía de la muestra original del compuesto que obtuvo Faraday y que se conserva en el Museo Faraday en la Royal Society of Chemistry, Londres.

Problema 3 (20 puntos)

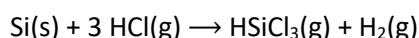
La producción de silicio ultrapuro para la fabricación de semiconductores suele utilizar sílice, SiO_2 , como materia prima de partida. El proceso se lleva a cabo en tres etapas:

Etapa 1: Reducción carbotérmica (realizada en hornos eléctricos) del SiO_2 para obtener silicio de calidad metalúrgica. El rendimiento de esta etapa es del 92 %:

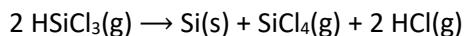


La calidad de este Si no es suficiente para cumplir con los estándares requeridos para fabricar *chips* electrónicos. La purificación del silicio obtenido se realiza en dos etapas adicionales:

Etapa 2: Cloración del silicio impuro, con $\text{HCl}(\text{g})$, para obtener triclorosilano, HSiCl_3 . El rendimiento de esta etapa es del 90 %.



Etapa 3: Descomposición térmica del triclorosilano y posterior deposición químico-vapor (CVD) del silicio obtenido. El rendimiento de esta etapa es del 95 %:



Una planta necesita producir 1000 kg de silicio ultrapuro por día. Calcula:

- La cantidad, en moles, de HSiCl_3 necesaria para la obtención de los 1000 kg de silicio ultrapuro. **(5 puntos)**
- La cantidad, en kg, de silicio calidad metalúrgica que ha de estar disponible antes de la cloración. **(5 puntos)**
- La cantidad, en kg, de SiO_2 necesaria para alimentar la etapa de reducción carbotérmica. **(5 puntos)**
- La producción diaria de CO estimada como el volumen, en m^3 , medido a 25 °C y 1 atm. **(5 puntos)**



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 pondrá con un 40 % de la nota final.

No empiece el ejercicio hasta que se le indique.

Debe contestar en la plantilla de respuestas.

Tabla periódica de los elementos químicos

Tabla periódica de los elementos químicos																		
H 1.01																		
Li 6.94	Be 9.01																	
Na 22.99	Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							
K 39.10	Ca 40.08	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Rb 85.47	Sr 87.62	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Cs 132.91	Ba 137.33	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Fr 223.02	Ra 226.03	88-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	
			Rf [261]	Db [262]	Sg [266]	Bh [264]	Hs [269]	Mt [278]	Ds [281]	Rg [285]	Cn [286]	Nh [289]	Fl [289]	Mc [293]	Lv [294]	Ts [294]	Og [294]	
			La 138.91	Ce 140.12	Pr 140.91	Nd 144.24	Pm 144.91	Sm 150.36	Eu 151.96	Gd 157.25	Tb 158.93	Dy 162.50	Ho 164.93	Er 167.26	Tm 168.93	Yb 173.06	Lu 174.97	
			Ac 227.03	Th 232.04	Pa 231.04	U 238.03	Np 237.05	Pu 244.06	Am 243.06	Cm 247.07	Bk 247.07	Cf 251.08	Es [254]	Fm 257.10	Md 258.1	No 259.10	Lr [262]	

Constantes y factores de conversión: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $F = 96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$; K_w (298 K) = 10^{-14} .

$$1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar} = 760 \text{ mmHg} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}; 1 \text{ J} = 0,24 \text{ cal.}$$

$$1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}; 1 \text{ } \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}, 1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

FÓRMULAS

Ecuación de estado de los gases ideales: $PV = nRT$	Ecuación de Dalton: $p_i = x_i P$	Energía de un fotón: $E = \frac{hc}{\lambda}$
--	-----------------------------------	---

Abreviaturas comúnmente utilizadas: MM_r: masa molecular reducida. M: concentración molar, mol·L⁻¹.

C 1.- El efecto invernadero natural permite que la temperatura media del planeta sea de alrededor de 15 °C. ¿Qué sustancia es la principal responsable de dicho efecto?

- a) $\text{CO}_2(\text{g})$
- b) $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- c) $\text{CH}_4(\text{g})$
- d) $\text{N}_2(\text{g})$

C 2.- ¿Cuál de los siguientes compuestos es el principal componente del gas natural?

- a) Etano (C_2H_6)
- b) Metano (CH_4)
- c) Propano (C_3H_8)
- d) Butano (C_4H_{10})

C 3.- ¿Con qué fórmula empírica es compatible un compuesto que tiene un 50 % en masa de S y un 50 % en masa de O?

- a) SO
- b) S_2O
- c) SO_2
- d) S_2O_3

C 4.- El yeso es un sulfato de calcio hidratado. Si al calentar 3,273 g de yeso se obtienen 2,588 g del sulfato anhidro, la fórmula del hidrato es:

- a) $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- b) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- c) $\text{CaSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
- d) $\text{CaSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

C 5.- Un recipiente de volumen constante a 30 °C contiene 5 moles de dioxígeno a 0,8 atmósferas. Se añaden 3 moles de dihidrógeno y se activa la combustión mediante una chispa. Tras completarse la reacción, el sistema se lleva a una temperatura de 50 °C. La presión resultante resulta ser:

Nota: considera que el agua formada está en estado líquido.

- a) 1,28 atm
- b) 972,7 mmHg
- c) 0,56 atm
- d) 453,7 mmHg

C 6.- Se mezclan 0,500 L de una disolución de KI 0,150 M con 0,250 L de otra de CaI_2 0,200 M. ¿Cuál es la concentración de yoduro en la disolución final?

- a) 0,167 M
- b) 0,175 M
- c) 0,233 M
- d) 0,275 M

C 7.- Se prepara una disolución que contiene 0,5 mol de NaOH en 1 litro de agua. Si se toma la mitad del volumen y se añade agua hasta volver a tener 1 litro, la nueva concentración será:

- a) 0,25 M
- b) 0,5 M
- c) 1,0 M
- d) 2,0 M

C 8.- 1,41 g de un cierto gas ocupan un volumen de 264 mL, medidos a $P = 722 \text{ mmHg}$ y 22°C . ¿Cuál es la fórmula molecular del gas?

- a) C_2F_6
- b) C_3HF_5
- c) $\text{C}_2\text{HF}_5\text{O}$
- d) $\text{C}_2\text{F}_6\text{O}$

C 9.- El magnesio (Mg) y el calcio (Ca) son metales alcalinotérreos presentes en el agua del mar. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

- a) El calcio tiene menor radio atómico que el magnesio.
- b) El magnesio es menos electronegativo que el calcio.
- c) El magnesio tiene mayor energía de ionización que el calcio.
- d) El calcio se encuentra por encima del magnesio en la tabla periódica.

C 10.- El neón se utiliza en los letreros luminosos por su baja reactividad y su color rojo característico. Su baja reactividad se debe a que:

- a) Posee una electronegatividad muy alta.
- b) Tiene un radio atómico muy grande.
- c) Tiene su capa de valencia completamente llena.
- d) Tiene una energía de ionización muy baja.

C 11.- Elige la afirmación **incorrecta**.

- a) Un átomo de mercurio en su estado fundamental no tiene ningún electrón $4f$.
- b) Los electrones de la capa de valencia de un átomo de teluro tienen $n = 5$.
- c) El átomo de fósforo tiene nueve electrones con $\ell = 1$.
- d) El ion seleniuro, Se^{2-} , tiene ocho electrones en su capa de valencia.

C 12.- ¿Qué se puede afirmar de aquellos elementos en cuya configuración electrónica aparecen orbitales d que no están completamente llenos?

- a) Son elementos metálicos.
- b) Forman fácilmente iones negativos.
- c) Reaccionan entre sí dando lugar a especies moleculares.
- d) Reaccionan entre sí dando lugar a cristales iónicos.

C 13.- ¿Qué propiedad de un fotón es directamente proporcional a su frecuencia?

- a) Energía
- b) Momento lineal
- c) Velocidad
- d) Longitud de onda

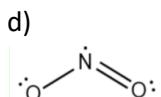
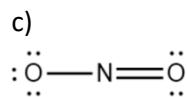
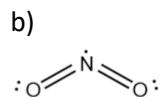
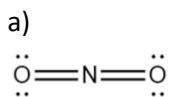
C 14.- ¿Cuál de las siguientes moléculas no tiene geometría lineal?

- a) HCN
- b) CO₂
- c) SO₂
- d) Las moléculas con tres átomos no pueden tener geometría lineal.

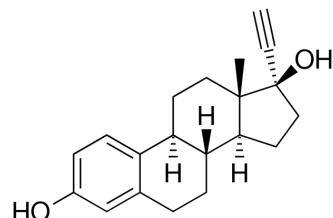
C 15.- Selecciona el par de moléculas que presentan la misma geometría.

- a) CO₂ y BF₃
- b) OCl₂ y H₂S
- c) CH₄ y SF₄
- d) HCN y OF₂

C 16.- ¿Cuál es la estructura electrónica de Lewis para el NO_2 ?



C 17.- El etinilestradiol es una forma sintética del estrógeno que se usa principalmente en medicamentos anticonceptivos orales. En la figura se muestra su fórmula molecular semidesarrollada. ¿Cuántos carbonos presentan hibridación sp^2 y cuantos presentan hibridación sp ?



- a) 12 C (sp^2), 8 C (sp)
- b) 5 C (sp^2), 8 C (sp)
- c) 11 C (sp^2), 8 C (sp)
- d) 6 C (sp^2), 2 C (sp)

C 18.- Di cuál es la geometría de la molécula de BF_3 y la hibridación del átomo central:

- a) Piramidal, sp^3
- b) Trigonal plana, sp^2
- c) Tetraédrica, sp^2
- d) Trigonal plana, sp^3

C 19.- Indica la sustancia que conduce bien la electricidad cuando está en estado líquido, pero no cuando está en estado sólido.

- a) Cobre
- b) Nitrato de sodio
- c) Tetracloruro de carbono
- d) Argón

C 20.- El cobre es un excelente conductor eléctrico. Ello se debe a que en su red metálica:

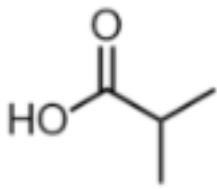
- a) Los átomos están unidos por enlaces covalentes polares.
- b) Los electrones están fuertemente ligados a los núcleos.
- c) Los electrones de valencia están deslocalizados y se mueven libremente por el material.
- d) Los átomos forman moléculas diatómicas Cu_2 .

C 21.- La temperatura de ebullición normal del etano, C_2H_6 , es $-88,5\text{ }^\circ\text{C}$, mientras que la del fluorometano, CH_3F , es $-78,4\text{ }^\circ\text{C}$. ¿Cuál es la fuerza intermolecular responsable mayoritariamente de que el fluorometano tenga una temperatura de ebullición más alta?

- a) Fuerzas de dispersión o de London
- b) Interacciones dipolo-dipolo
- c) Interacciones ion-dipolo
- d) Enlace de hidrógeno

C 22.- ¿Cuál debe ser la interacción intermolecular más fuerte que puede establecerse entre moléculas del compuesto siguiente?

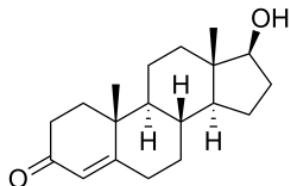
- a) Fuerzas de dispersión o de London
- b) Interacciones dipolo-dipolo
- c) Interacciones ion-dipolo
- d) Enlace de hidrógeno



C 23.- En las pilas alcalinas, el ánodo es de zinc y el cátodo contiene dióxido de manganeso. Durante la descarga, el zinc se oxida a Zn^{2+} y el Mn^{4+} se reduce a Mn^{3+} . ¿Cuál de los siguientes compuestos representa correctamente el óxido del manganeso(III)?

- a) MnO
- b) Mn_2O_7
- c) Mn_2O_3
- d) MnO_2

C 24.- La testosterona es una hormona masculina, que influye en el deseo sexual y también en la apariencia física masculina. En la figura se muestra su fórmula semidesarrollada. Indica cuál de los siguientes grupos funcionales está presente en su estructura:



- a) Ácido carboxílico
- b) Cetona
- c) Éter
- d) Aldehído

C 25.- ¿Cuál de las siguientes fórmulas corresponde a un alquino?

- a) C_3H_8
- b) C_3H_6
- c) C_3H_4
- d) C_3H_3

Preguntas de reserva. Sólo se tendrán en consideración en caso de que alguna de las cuestiones planteadas tuviera que ser anulada, por cualquier motivo.

R1.- Si duplicamos el volumen de una disolución añadiendo sólo agua, su concentración:

- a) Se duplica.
- b) Se reduce a la mitad.
- c) No cambia.
- d) Aumenta cuatro veces.

R2.- Según el modelo de Bohr, la energía de los electrones en el átomo de hidrógeno:

- a) Está cuantizada y depende del número cuántico principal n .
- b) Es continua y puede tomar cualquier valor.
- c) Aumenta al acercarse el electrón al núcleo.
- d) No depende de la órbita.