



27^a OLIMPIADA ARGENTINA DE QUÍMICA
1 DE NOVIEMBRE DE 2017
CERTAMEN NACIONAL–NIVEL 1 - RESPUESTAS

DATOS Y ECUACIONES

Utiliza la información de tu tabla periódica para obtener los datos atómicos que consideres necesarios. A menos que se indique lo contrario, puedes suponer que las sustancias en estado gaseoso se comportan idealmente.

$$R = 0,082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 1013,25 \text{ hPa} = 760 \text{ torr}$$

$$F = 96.485 \text{ C mol}^{-1}$$

$$q = i \cdot t$$

$$1 \text{ C} = 1 \text{ A.s}$$

$$1 \text{ J} = 1 \text{ V} \cdot \text{C}$$

$$\Delta H = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$0 \text{ }^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$$

EJERCICIO 1. (20 puntos. 58 Marcas)

“El uso de los aceites vegetales como combustible y fuente energética podrá ser insignificante hoy, pero con el curso del tiempo será tan importante como el petróleo y el carbón” Rudolph Diesel, 1898.



El biodiesel es un combustible líquido que se puede obtener a partir de recursos naturales renovables, teniendo elevado potencial para ser utilizado como reemplazo del petrodiesel (combustible obtenido del petróleo).

Sin embargo, una de las desventajas del biodiesel es que su producción puede favorecer la deforestación. En Argentina, la principal fuente de biodiesel es el aceite de soja, cuyo rendimiento es de 922 L de aceite por hectárea plantada por año. En 2016, en nuestro país se produjeron 2700 millones de litros de biodiesel, lo que nos coloca como el 5^{to} productor mundial de biodiesel.

- a) Sabiendo que se requieren 5,5 litros de aceite de soja para obtener 1 litro de biodiesel, calcula la cantidad de hectáreas plantadas con soja para la producción nacional de biodiesel de 2016.



$$Ha = \frac{V_{aceite}}{Rend_{Ha}} = \frac{V_{biodiesel} \cdot Rend_{aceite}}{Rend_{Ha}} = \frac{2,7 \times 10^9 L \text{ biodiesel} \cdot 5,5 \frac{L \text{ aceite}}{L \text{ biodiesel}}}{922 \frac{L \text{ aceite}}{Ha}} = 1,61 \times 10^7 Ha$$

6 Marcas

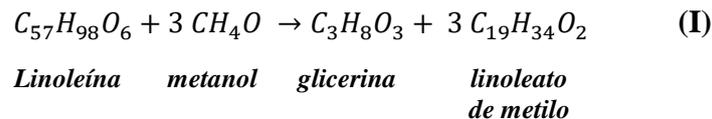
3 marcas por la conversión de L biodiesel a litros de aceite

3 marcas por la conversión de L de aceite a Ha

Nº de hectáreas: $1,61 \times 10^7$ Ha

El aceite de soja se hace reaccionar con un alcohol y una base, reacción que se denomina como “transesterificación”, para producir los ésteres metílicos de ácidos grasos. Estos ésteres son los que componen el biodiesel ya que pueden ser usados como combustibles.

En el caso del aceite de soja, éste está compuesto mayoritariamente (75% m/m) por un triglicérido llamado linoleína. Cuando se hace reaccionar linoleína ($C_{57}H_{98}O_6$) con metanol (CH_4O) se obtiene glicerina ($C_3H_8O_3$) y linoleato de metilo ($C_{19}H_{34}O_2$), como se muestra en la ecuación (I).



b) Calcula volumen (en mL) de linoleato de metilo obtenido a partir de 1 g de aceite de soja.

Notas:

- 1) la densidad de la linoleína es 0,925 g/mL;
- 2) la densidad del linoleato de metilo es 0,889 g/mL;
- 3) la reacción de trans-esterificación tiene un rendimiento del 75%.



$$V_{linOMe} = m_{aceite} \cdot \% \frac{m}{m} \text{ linoleina} \cdot \frac{3 \cdot Mr_{linOMe}}{Mr_{linoleina}} \cdot \frac{Rend}{\delta_{linOMe}}$$

$$= 1 \text{ g aceite} \cdot 0,75 \frac{\text{g linoleina}}{\text{g aceite}} \cdot \frac{3 \cdot 294 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{878 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot \frac{0,75}{0,889 \frac{\text{g}}{\text{ml}}} = 0,636 \text{ mL}$$

2 marcas por calcular el Mr de la linoleina

2 marcas por calcular el Mr del linoleato de metilo

3 marcas por pasar de g aceite a g de linoleina

3 marcas por pasar de g de linoleina a moles de linoleina

3 marcas por pasar de moles de linoleina a moles de linoleato de metilo (estequiometría)

3 marcas por pasar de moles de linoleato de metilo a g de linoleato de metilo

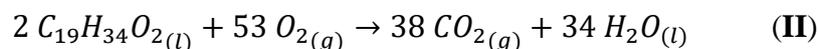
3 marcas por pasar de g de linoleato de metilo a volumen de linoleato de metilo usando la densidad

3 marcas por considerar el rendimiento

22 Marcas totales

$$V \text{ de linoleato de metilo} = 0,636 \text{ mL}$$

- c) Cuando se realiza la combustión completa de 1,00 g de linoleato de metilo en presencia de cantidad suficiente de oxígeno a 298,15 K y 1 atmósfera de presión, se liberan 29,80 kJ (Ecuación II). Calcula la entalpía de combustión molar del linoleato de metilo a 25 °C



$$\Delta H^0_{comb} = Mr_{LinOMe} \cdot \frac{Q}{m_{LinOMe}} = 294 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot \frac{29,80 \text{ kJ}}{1 \text{ g}} = 8761,2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

5 Marcas totales

$$\Delta H^0_{comb} = 8761,2 \text{ kJ/mol}$$

Un combustible comercial llamado “B7” contiene un 7% m/m de biodiesel (compuesto exclusivamente por linoleato de metilo) y el 93% restante está compuesto por petrodiesel. La combustión del petrodiesel puede representarse mediante la siguiente ecuación (III):



d) Calcula el volumen de aire (en L) (20% v/v de O₂ a 25 °C y 1 atm de presión) que será necesario para quemar completamente el contenido de un tanque del automóvil lleno con 50 L de combustible B7.

Nota: La densidad del combustible B7 es 0,85 g/mL;

$$\begin{aligned}
 V_{\text{aire}} &= \frac{V_{O_2}}{0,20} = \frac{n_{O_2} \cdot R \cdot T}{0,20 \cdot P} = \frac{(n_{O_2(BD)} + n_{O_2(PD)}) \cdot R \cdot T}{0,20 \cdot P} = \frac{\left(\frac{n_{BD} \cdot 53}{2} + \frac{n_{PD} \cdot 37}{2}\right) \cdot R \cdot T}{0,20 \cdot P} \\
 &= \frac{\left(\frac{m_{BD} \cdot 53}{Mr_{BD} \cdot 2} + \frac{m_{PD} \cdot 37}{Mr_{PD} \cdot 2}\right) \cdot R \cdot T}{0,20 \cdot P} = \frac{\left(\frac{m_{B7} \cdot 0,07 \cdot 53}{Mr_{BD} \cdot 2} + \frac{m_{B7} \cdot 0,93 \cdot 37}{Mr_{PD} \cdot 2}\right) \cdot R \cdot T}{0,20 \cdot P} \\
 &= \frac{\left(\frac{V_{B7} \cdot \delta_{B7} \cdot 0,07 \cdot 53}{Mr_{BD} \cdot 2} + \frac{V_{B7} \cdot \delta_{B7} \cdot 0,93 \cdot 37}{Mr_{PD} \cdot 2}\right) \cdot R \cdot T}{0,20 \cdot P} \\
 &= \frac{\left(\frac{50000 \text{ mL} \cdot 0,84 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \cdot 0,07 \cdot 53}{294 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 2} + \frac{50000 \text{ mL} \cdot 0,84 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \cdot 0,93 \cdot 37}{170 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 2}\right) \cdot 0,082 \frac{\text{Latm}}{\text{Kmol}} \cdot 298,15 \text{ K}}{0,20 \cdot 1 \text{ atm}} \\
 &= 5,5 \times 10^5 \text{ L}
 \end{aligned}$$

3 marcas pasar el volumen de combustible a masa.

3 marcas separar la masa de biodiesel y de petrodiesel dentro de B7

2 marcas por calcular el Mr del petrodiesel

2 marcas cada pasaje de masa a moles de cada tipo de combustible (4 marcas)

3 marcas cada cálculo de moles de O₂ para cada combustible (6 marcas)

1 marca juntar los moles de O₂

3 marcas pasar de moles a volumen

3 marcas pasar de V_{O₂} a V_{aire}.

25 marcas totales

$$V_{\text{aire}} = 5,5 \times 10^5 \text{ L}$$

EJERCICIO 2. (25 puntos. 44 Marcas)

Una de las ventajas del uso de biodiesel en comparación con el de petrodiesel es que, al no contener azufre, reduce la emisión de óxidos contaminantes como el dióxido de azufre. El SO₂ es un gas incoloro, no inflamable y de olor sofocante que se produce por la combustión del azufre presente en los combustibles fósiles derivados del petróleo.

a) Escribe la ecuación de combustión del azufre con oxígeno para dar dióxido de azufre.



b) Calcula el volumen de SO₂ (g) (en L) producido por la combustión de 50 L de petrodiesel con un contenido de 30 ppm de azufre. Ten en cuenta que la combustión se produce en la localidad de Villa Giardino, ubicada a 1078 msnm (metros sobre el nivel del mar), donde la presión es de 898 hPa y la temperatura en noviembre es de 27 °C.

Nota:



- 1) "ppm" significa "partes por millón", es decir, 1 ppm = 1 g de la sustancia en cuestión en 1.000.000 g totales.
- 2) $\delta_{\text{petrodiesel}} = 0,84 \text{ g/mL}$
- 3) $1 \text{ atm} = 1013,25 \text{ hPa}$

$$V_{\text{SO}_2} = \frac{n_{\text{SO}_2} \cdot R \cdot T}{P} = \frac{n_S \cdot R \cdot T}{P} = \frac{m_S \cdot R \cdot T}{M_{r_S} \cdot P} = \frac{m_{\text{BD}} \cdot 30 \text{ ppm} \cdot R \cdot T}{M_{r_S} \cdot P} = \frac{V_{\text{BD}} \cdot \delta_{\text{BD}} \cdot 30 \text{ ppm} \cdot R \cdot T}{M_{r_S} \cdot P}$$

$$= \frac{50000 \text{ mL} \cdot 0,84 \frac{\text{g BD}}{\text{mL}} \cdot 30 \frac{\text{g S}}{1000000 \text{ g BD}} \cdot 0,082 \frac{\text{Latm}}{\text{Kmol}} \cdot 300,15 \text{ K}}{32 \frac{\text{g S}}{\text{mol}} \cdot 0,886 \text{ atm}} = 1,09 \text{ L}$$

3 marcas usar la densidad del petrodiesel para pasar de V DB a m BD

3 marcas tener en cuenta los 30 ppm para calcular la masa de S

3 marcas tener en cuenta la estequiometria y calcular los moles de SO2

3 marcas hacer las cuentas con los gases (PV=nRT)

12 Marcas Totales

$$V_{\text{SO}_2} = 1,09 \text{ L}$$

La inhalación de SO₂ está asociada con dificultades respiratorias, enfermedades pulmonares y muerte prematura. La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional estableció que la concentración máxima tolerable de SO₂ en aire es de 5 ppm.

- c) Calcula el máximo volumen de aire (en L) que puede contaminarse (es decir, alcanzar la concentración máxima tolerable de 5 ppm de SO₂) con la emanación de SO₂ (g) calculada en el ítem b). Puedes suponer que el aire se compone de un 79 % de N₂, un 20 % de O₂ y un 1% de Ar (porcentajes expresados en volumen).

Notas:

- 1) Considera las mismas condiciones de presión y temperatura que en el ítem b).
- 2) Si no pudiste resolver el ítem b, considera que el volumen de SO₂ generado es 3 L.



$$\begin{aligned}V_{\text{aire}} &= \frac{n_{\text{aire}} \cdot R \cdot T}{P} = \frac{m_{\text{aire}} \cdot R \cdot T}{M_{\text{aire}} \cdot P} = \frac{m_{\text{SO}_2} \cdot R \cdot T}{5 \text{ ppm} \cdot M_{\text{aire}} \cdot P} = \frac{n_{\text{SO}_2} \cdot M_{\text{SO}_2} \cdot R \cdot T}{5 \text{ ppm} \cdot M_{\text{aire}} \cdot P} = \frac{P \cdot V_{\text{SO}_2} \cdot M_{\text{SO}_2} \cdot R \cdot T}{5 \text{ ppm} \cdot R \cdot T \cdot M_{\text{aire}} \cdot P} \\&= \frac{V_{\text{SO}_2} \cdot M_{\text{SO}_2}}{5 \text{ ppm} \cdot M_{\text{aire}}} = \frac{1,09 \text{ L} \cdot 64 \frac{\text{g SO}_2}{\text{mol}}}{5 \frac{\text{g SO}_2}{1000000 \text{ g aire}} \cdot (0,79 \cdot 28 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,20 \cdot 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,01 \cdot 40 \frac{\text{g}}{\text{mol}})} \\&= 4,82 \times 10^5 \text{ L aire}\end{aligned}$$

3 marcas para calcular los moles de SO₂ a partir del V SO₂

3 marcas tener en cuenta los ppm y calcular la masa de aire

3 marcas calcular el Mr promedio del aire

3 marcas calcular el volumen de aire.

12 Marcas Totales

$$V_{\text{aire}} = 4,82 \times 10^5 \text{ L}$$

d) La legislación actual que regula el contenido de contaminantes en combustibles establece que el contenido máximo permitido de azufre (S) en petrodiesel es de 80 ppm.

Una camioneta que circula por las rutas cordobesas a 100 km/h produce 37 mL de SO₂ (g) por minuto. Sabiendo que su tanque de combustible estaba lleno con petrodiesel y que tiene un consumo de petrodiesel de 0,11 L/km, calcula el contenido de azufre en el petrodiesel utilizado y determina si este combustible supera los límites máximos establecidos (completa “Sí” o “No”).

Notas:

- 1) Considera las mismas condiciones de presión y temperatura que en el ítem b).
- 2) $\delta_{\text{petrodiesel}} = 0,84 \text{ g/mL}$



$$\begin{aligned}
 ppm\ S &= \frac{m_S}{m_{PD}} \cdot 1000000 = \frac{n_S \cdot Mr_S}{V_{PD} \cdot \delta_{PD}} \cdot 1000000 = \frac{n_{SO_2} \cdot Mr_S}{cons_{PD} \cdot velocidad \cdot \delta_{PD}} \cdot 1000000 \\
 &= \frac{V_{SO_2} \cdot P \cdot Mr_S}{R \cdot T \cdot cons_{PD} \cdot velocidad \cdot \delta_{PD}} \cdot 1000000 \\
 &= \frac{emision_{SO_2} \cdot t \cdot P \cdot Mr_S}{R \cdot T \cdot cons_{PD} \cdot velocidad \cdot \delta_{PD}} \cdot 1000000 \\
 &= \frac{0,037 \frac{L}{min} \cdot \frac{60\ min}{h} \cdot 0,886\ atm \cdot 32 \frac{g}{mol}}{0,082 \frac{Latm}{Kmol} \cdot 300,15\ K \cdot 0,11 \frac{L}{km} \cdot 100 \frac{km}{h} \cdot 850 \frac{g}{L}} \cdot 1000000 = 274\ ppm
 \end{aligned}$$

Por lo tanto, este combustible supera los límites máximos establecidos.

3 marcas calcular el volumen de SO₂.

3 marcas calcular los moles de SO₂ empleando la ecuación de estado.

3 marcas por pasar de moles de SO₂ a gr(S) (estequiometría y Mr S)

3 marcas el cálculo de masa de petrodiesel

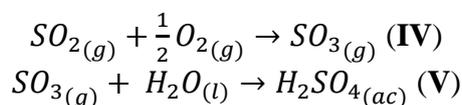
3 marcas calcular las ppm's

15 Marcas Totales

Contenido de S = 274 ppm. ¿Supera los límites máximos establecidos? Sí .

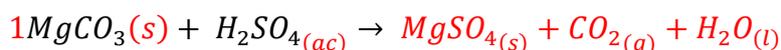
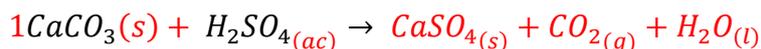
EJERCICIO 3. (30 puntos. 90 Marcas)

El dióxido de azufre y, en menor medida, los óxidos de nitrógeno (NO y NO₂) de las emisiones de los vehículos son responsables de la lluvia ácida, que genera pérdidas económicas de cientos de millones de dólares por daños a las construcciones y monumentos en todo el mundo. El SO₂ puede oxidarse con el oxígeno atmosférico para dar trióxido de azufre (SO₃) que luego reacciona rápidamente con el agua para formar ácido sulfúrico (Ecuaciones **IV** y **V**).



Con el tiempo, la lluvia ácida puede corroer las construcciones de piedra caliza o mármol. El mármol está formado por carbonato de calcio, CaCO_3 , con pequeñas cantidades de carbonato de magnesio, MgCO_3 .

a) Escribe las ecuaciones químicas que representan a las reacciones que ocurren por acción del H_2SO_4 contenido en la lluvia ácida con ambos componentes del mármol. Ten en cuenta que dichas reacciones proceden con liberación de CO_2 y no son reacciones redox.



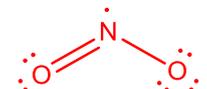
10 Marcas totales. 5 marcas por cada ecuación. Quitar 5 marcas si no ponen los estados de agregación.

b) Indique qué tipo de óxidos (ácidos o básicos) son el SO_2 , SO_3 , CaO , CO_2 y MgO . Completa la siguiente tabla.

Compuesto	Tipo de óxido
SO_2	Ácido
SO_3	Ácido
CaO	Básico
CO_2	Ácido
MgO	Básico

10 marcas totales. 2 Marca por cada óxido

c) Escribe una estructura de Lewis aceptable para cada una de estas especies: CO_2 , NO y NO_2

CO_2 $:\ddot{\text{O}}=\text{C}=\ddot{\text{O}}:$	NO $\ddot{\text{N}}=\ddot{\text{O}}:$	NO_2  (y su estructura resonante)
---	---	---

21 marcas totales. 7 marcas por cada estructura de Lewis.

d) Indica si las siguientes afirmaciones son Verdaderas (V) o Falsas (F).

La TREPEV predice una geometría molecular lineal para el NO ₂	F
La TREPEV predice una geometría electrónica que no coincide con la geometría molecular para el CO ₂	F
En la molécula de NO, el Nitrógeno no cumple la regla del octeto	V
El NO ₂ es un radical libre (presenta un electrón desapareado)	V
La TREPEV predice una geometría electrónica angular para el NO ₂	F
El N no cumple la regla del octeto en la molécula de NO ₂	V
La TREPEV predice una geometría molecular plana trigonal entorno al átomo de N para el NO ₂ .	F

14 marcas totales. 2 marca por cada respuesta correcta.

En el laboratorio de la Olimpíada Argentina de Química se realiza un experimento para simular las condiciones de la lluvia ácida. Para ello, se calienta una muestra de azufre en un recipiente cerrado con oxígeno y el SO₃ generado se hace burbujear en agua formándose una solución de H₂SO₄, que llamaremos Solución “Lluvia ácida” o “LIA”. Luego, para determinar la concentración de H₂SO₄ en la solución acuosa, se realiza una titulación con una solución de NaOH.

e) Para ello, se prepara la solución alcalina pesando 2,036 g de NaOH y llevando a un volumen de 250 mL con agua destilada. Calcula la concentración de esta solución expresada en molaridad.

$$[NaOH] = \frac{n_{NaOH}}{V} = \frac{m_{NaOH}}{Mr_{NaOH} \cdot V} = \frac{2,036 \text{ g}}{40 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,25 \text{ L}} = 0,2036 \text{ M}$$

2 marcas por calcular los moles de NaOH a partir de la masa

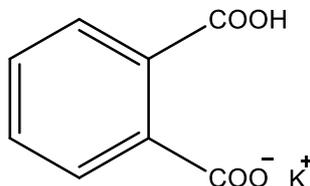
2 marcas para calcular la concentración de la solución

4 marcas totales

$$[NaOH] = 0,2036 \text{ M}$$

La concentración de NaOH calculada en el ítem anterior es una concentración nominal aproximada, dado que no es posible conocer la pureza de la sal pesada originalmente puesto que es

higroscópica (el sólido absorbe agua del ambiente). Por lo tanto, para calcular la concentración exacta de esta solución es necesario valorarla. “Valorar” significa comprobar su concentración exacta mediante una titulación con una especie química denominada “patrón primario”, como puede ser el ftalato ácido de potasio (esta especie es un ácido).



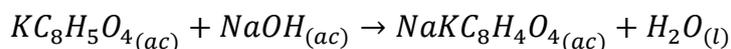
ftalato ácido de potasio

f) Teniendo en cuenta que el objetivo de un “patrón primario” es cuantificar de manera exacta y precisa la concentración de la solución de NaOH preparada, indica si las siguientes afirmaciones son Verdaderas (V) o Falsas (F):

Para que una sustancia sea patrón primario debe tener composición conocida, elevada pureza y debe ser estable a temperatura ambiente.	V
El NaOH de sodio no se puede utilizar como patrón primario porque es higroscópico.	V
Las soluciones de NaOH también se pueden valorar con Na_2CO_3 porque es un sólido estable a temperatura ambiente de composición conocida.	F
El NaOH no se puede utilizar como patrón primario porque es una base fuerte.	F
El ftalato ácido de potasio se puede usar como patrón primario porque es una sal.	F

10 marcas totales. 2 marca por cada respuesta correcta.

g) Para preparar la solución de patrón primario, se pesan 309,4 mg de ftalato ácido de potasio (FAP), $\text{KC}_8\text{H}_5\text{O}_4$, se disuelven en 100 mL de agua y esta solución se titula con la solución de NaOH recientemente preparada. Calcula cuál es la concentración exacta de la solución de NaOH, si para neutralizar completamente el ftalato ácido de potasio se emplearon 7,75 mL de la solución de NaOH.





$$[NaOH]_{exacta} = \frac{[FAP] \cdot V_{FAP}}{V_{NaOH}} = \frac{n_{FAP} \cdot V_{FAP}}{V_{FAP} \cdot V_{NaOH}} = \frac{m_{FAP}}{Mr_{FAP} \cdot V_{NaOH}} = \frac{0,3094 \text{ g}}{204 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,00775 \text{ L}} = 0,196 \text{ M}$$

2 marcas para calcular el Mr del biftalato

2 marcas para calcular moles de biftalato

5 marcas C.V=C.V

9 marcas totales

$$[NaOH]_{exacta} = 0,196 \text{ M}$$

h) Calcula la concentración de H_2SO_4 en la Solución “LIA” sabiendo que para titular 150 mL de muestra se emplearon 6,05 mL de la solución de NaOH preparada.

Nota:

- 1) si no pudiste calcular la concentración exacta de NaOH en el ítem g), supón que la concentración de NaOH es de 0,15 M.
- 2) supón que el H_2SO_4 es un ácido diprótico fuerte que se disocia completamente.

$$[H_2SO_4] = 3,95 \times 10^{-3} \text{ M}$$

C.V = C.V 5 marcas

Tener en cuenta la estequiometría 2 a 1, 5 marcas

10 marcas totales

i) Calcula el pH de la solución “LIA” de H_2SO_4 .

Nota:

- 1) si no pudiste calcular la concentración de la solución LIA de H_2SO_4 en el ítem h), supón que la concentración es 0,005 M.
- 2) supón que el H_2SO_4 es un ácido diprótico fuerte que se disocia completamente.

$$pH = -\log [H^+] = -\log (2 \cdot [H_2SO_4]) = 2,10$$

2 marcas

pH = 2,10

EJERCICIO 4. (25 puntos. 71 Marcas)

La mayoría de los automóviles actuales utilizan una batería o acumulador de plomo. Éste consta de celdas compuestas por un ánodo de plomo y un cátodo de dióxido de plomo, sumergidos en una solución de ácido sulfúrico concentrado. Durante el funcionamiento (la descarga) de la batería, en ambos electrodos (tanto en el ánodo como en el cátodo) se observa la formación de $PbSO_4$.

- a) Indica los estados de oxidación del plomo en las especies involucradas en el acumulador. Completa la siguiente tabla:

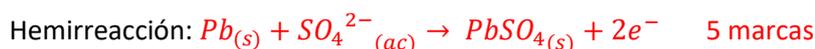
Especie	Estado de oxidación
$PbSO_4$	+2
Pb	0
PbO_2	+4

Total: 6 marcas. 2 marca por cada estado de oxidación

- b) Escribe las hemireacciones que suceden en el ánodo y en el cátodo durante la descarga de la batería, así como la reacción electroquímica global. Indica también el tipo de reacción que se produce en cada electrodo (oxidación o reducción).

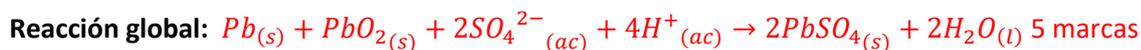
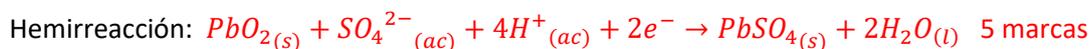
Ánodo

Proceso: **Oxidación. 2 Marcas**



Cátodo

Proceso: **Reducción. 2 marca**



Total: 19 marcas.

c) Comercialmente, los acumuladores de plomo se clasifican según su capacidad teórica máxima (CTM) expresada en A.h (amperes hora), lo que equivale a una carga de 3600 C. Ese valor describe el número de amperes que puede suministrar la batería por hora. Sabiendo que una batería Bosch contiene un electrodo de plomo de 406 g, calcule la capacidad teórica máxima del acumulador en A.h.

$$\begin{aligned}
 CTM &= \frac{Q}{3600 C} = \frac{n_{e^-} \cdot 96485 C}{3600 \frac{C}{A.h}} = \frac{2 \cdot n_{Pb} \cdot 96485 C}{3600 C} = \frac{2 \cdot m_{Pb} \cdot 96485 C}{Mr_{Pb} \cdot 3600 C} = \frac{2 \cdot 406 g \cdot 96485 C}{207,2 \frac{g}{mol} \cdot 3600 C} \\
 &= 105 A.h
 \end{aligned}$$

2 marcas calcular los moles de Pb

5 marcas tener en cuenta que la relación a moles de electrones es 2 a 1

2 marcas obtener el resultado (dividir la carga por 3600)

9 Marcas Totales

$$CTM = 105 A.h$$

d) Para determinar el grado de descarga del acumulador de plomo se utiliza un hidrómetro que mide la densidad del electrolito (solución de H₂SO₄). Indica con una cruz (X) cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

Durante la descarga del acumulador de plomo se produce ácido sulfúrico, por lo que la densidad del electrolito aumenta con la descarga de la batería	
Durante la descarga del acumulador de plomo se produce ácido sulfúrico, por lo que la densidad del electrolito disminuye con la descarga de la batería	
Durante la descarga del acumulador de plomo se consume ácido sulfúrico, por lo que la densidad del electrolito disminuye con la descarga de la batería	X
Durante la descarga del acumulador de plomo se consume ácido sulfúrico, por lo que la densidad del electrolito aumenta con la descarga de la batería	



Ninguna de las opciones anteriores es correcta

5 marcas.

e) Con el paso del tiempo y el uso, la concentración de ácido sulfúrico de un acumulador de plomo de un cierto automóvil pasó de 38% m/m (densidad = 1,29 g/mL) a 26% m/m. Suponiendo que la carga total suministrada por el acumulador ha sido de 129000 C y que el volumen de la solución de electrolito permanece constante en 724 mL,

i. Calcula el porcentaje de descarga del acumulador.

$$\begin{aligned}\% \text{ de descarga} &= \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4\text{consumida}}}{m_{\text{H}_2\text{SO}_4\text{inicial}}} \cdot 100 = \frac{n_{\text{H}_2\text{SO}_4\text{consumida}} \cdot Mr_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{m_{\text{scinicial}} \cdot 0,38} \cdot 100 \\ &= \frac{n_{e^- \text{consumidos}} \cdot Mr_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{V_{\text{scinicial}} \cdot \delta_{\text{scinicial}} \cdot 0,38} \cdot 100 = \frac{\frac{129000\text{C}}{F} \cdot Mr_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{V_{\text{scinicial}} \cdot \delta_{\text{scinicial}} \cdot 0,38} \cdot 100 \\ &= \frac{\frac{129000\text{C}}{96485\text{C}} \cdot 98 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{724 \text{ mL} \cdot 1,29 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \cdot 0,38} \cdot 100 = 36,9\%\end{aligned}$$

2 marcas por calcular la masa de la solución inicial

3 marcas por calcular la masa inicial de H₂SO₄ con el %m/m

3 marcas por calcular el nº de moles de H₂SO₄ consumidos

2 marcas por calcular los g de H₂SO₄ consumidos

2 marcas por calcular el % de descarga.

12 marcas

$$\% \text{ de descarga} = 36,9 \%$$

ii. Calcula la densidad final de la solución de electrolito (H₂SO₄).



$$\begin{aligned}
 \delta_{final} &= \frac{m_{final}}{V_{final}} = \frac{m_{H_2SO_4_{final}} + m_{H_2O_{final}}}{V_{final}} = \frac{m_{solución_{inicial}} - m_{H_2SO_4_{consumido}} + m_{H_2O_{generada}}}{V_{final}} \\
 &= \frac{V_{solución_{inicial}} \cdot \delta_{solución_{inicial}} - m_{H_2SO_4_{consumido}} + m_{H_2O_{generada}}}{V_{final}} = \\
 &= \frac{V_{solución_{inicial}} \cdot \delta_{solución_{inicial}} - n_{H_2SO_4_{consumido}} \cdot Mr_{H_2SO_4} + n_{H_2O_{generada}} \cdot Mr_{H_2O}}{V_{final}} \\
 &= \frac{V_{solución_{inicial}} \cdot \delta_{solución_{inicial}} - n_{e-consumido} \cdot Mr_{H_2SO_4} + n_{e-generada} \cdot Mr_{H_2O}}{V_{final}} \\
 &= \frac{V_{solución_{inicial}} \cdot \delta_{solución_{inicial}} - \frac{Q}{F} \cdot Mr_{H_2SO_4} + \frac{Q}{F} \cdot Mr_{H_2O}}{V_{final}} \\
 &= \frac{724 \text{ mL} \cdot 1,29 \frac{\text{g}}{\text{mL}} - \frac{129000 \text{ C}}{96485 \frac{\text{C}}{\text{mol}}} \cdot 98 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + \frac{129000 \text{ C}}{96485 \frac{\text{C}}{\text{mol}}} \cdot 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{724 \text{ mL}} = 1,14 \frac{\text{g}}{\text{mL}}
 \end{aligned}$$

2 marcas Pasar el volumen de la solución inicial a masa de la solución inicial

5 marcas Calcular moles de sulfúrico perdidos y moles de agua ganados

10 marcas Restar los moles de sulfúrico y sumar el agua formada a la masa de solución

3 marcas Recalcular la densidad

20 Marcas Totales

$$\delta_{final} = 1,14 \text{ g/mL}$$