

1. Tras danos en instalacións enerxéticas e agrícolas nunha rexión de Ucraína, analízase unha mostra orgánica procedente dun solo contaminado e, en paralelo, estúdase a obtención de biodiésel a partir de aceite de xirasol local.

A fracción orgánica extraída do solo contén unha mestura de ácido benzoico, fenol e etilbenceno. Ademais, o aceite de xirasol dispoñible modelízase como unha mestura de trioleína ($C_{57}H_{104}O_6$) e trilinoleína ($C_{57}H_{98}O_6$).

Tómanse 2,000 g de extracto orgánico contaminado. Primeiro axítase con 25,00 mL de $NaHCO_3$ 0,100 M. O exceso de HCO_3^- valórase con 8,40 mL de HCl 0,100 M.

Despois, a fase orgánica restante trátase con $NaOH$ acuoso. Ao acidificar esta segunda fase acuosa recupéranse 0,182 g dun sólido orgánico.

Calcula:

- A masa de ácido benzoico na mostra. **[0,10 ptos]**
- A masa de fenol na mostra. **[0,10 ptos]**
- A masa de etilbenceno, supoñendo que non hai perdas. **[0,10 ptos]**
- Xustifica numericamente por que o bicarbonato separa o ácido benzoico, pero non separa cuantitativamente o fenol. **[0,20 ptos]**
- O aceite de xirasol dispoñible presenta un valor de iodo de 110 g de I_2 por cada 100 g de aceite. Suponse que o aceite contén unicamente trioleína e trilinoleína. Calcula a porcentaxe en masa de cada triglicérido no aceite. **[0,25 ptos]**
- Fanse reaccionar 5,00 kg dese aceite con 0,650 kg de metanol. A reacción xeral dun triglicérido con metanol é:



A trioleína produce oleato de metilo, de fórmula $C_{19}H_{36}O_2$ e a trilinoleína produce linoleato de metilo, de fórmula $C_{19}H_{34}O_2$. Calcula a masa real de biodiésel (mestura dos ésteres metílicos anteriores) se o rendemento global é do 86,0 %. **[0,50 ptos]**

Datos: pK_a (ácido benzoico) = 4,2; pK_a (fenol) = 10,0; $pH(NaHCO_3) \approx 8,3$

- A trioleína contén 3 dobres enlaces $C=C$ por molécula.
- A trilinoleína contén 6 dobres enlaces $C=C$ por molécula.
- Cada dobre enlace consume 1 mol de I_2 .

1. ANÁLISE DE MOSTRA ORGÁNICA DE SOLO CONTAMINADO

2. OBTENCIÓN DE BIODIÉSEL A PARTIR DE ACEITE DE XIRASOL

Aceite de xirasol

Mestura modelizada como:

Trioleína ($C_{57}H_{104}O_6$)

Trilinoleína ($C_{57}H_{98}O_6$)

O aceite de xirasol transformase en biodiésel mediante transesterificación.



SOL:

a) 0,203 g

b) 0,182 g

c) 1,615 g

d) $K_{\text{benzoico}} \approx 140 \gg 1$; $K_{\text{fenol}} \approx 2.2 \times 10^{-4} \ll 1$; o bicarbonato transforma o ácido benzoico en benzoato soluble en auga, pero practicamente non transforma o fenol en fenóxido. Polo tanto, o ácido benzoico pasa á fase acuosa como benzoato, mentres que o fenol permanece maioritariamente neutro e na fase orgánica.

e) 27,5% trilinoleína e 72,5% trioleína

f) 4,33 kg



2. Durante o ano 2025, tras varios episodios de chuvias intensas, detéctase unha fuga nunha balsa de residuos pertencente a unha antiga explotación abandonada de wolframio situada nas proximidades do río Deza, no interior de Galicia. As análises realizadas pola confederación hidrográfica, unha vez detectada esta fuga, indican que os residuos almacenados na devandita balsa conteñen compostos de arsénico. A vertedura chega a un pequeno regato do río Deza, na parroquia de Zobra (Lalín), afectando a un volume estimado de auga duns 15 millóns de litros.

As análises químicas realizadas nun punto de control, augas abaixo, mostran unha concentración media de arseniato de $1,4 \cdot 10^{-4} M$. A normativa ambiental establece un límite máximo de arseniato de $5,0 \cdot 10^{-7} M$

Co fin de evitar a chegada do contaminante a unha zona de captación para rega agrícola, os técnicos estudan dous tratamentos de precipitación química.

Co obxecto de avaliar non só a eficacia química, senón tamén a viabilidade económica da descontaminación, os técnicos barallan dous produtos comerciais:

- Un hidróxido de calcio comercial cunha riqueza do 90 % en masa. O produto ten un custo de 120 euros/tonelada.
- Unha disolución comercial de cloruro de ferro (III) de densidade 1,3 g/mL e unha riqueza do 40 %. O produto ten un custo de 800 euros/m³.

O obxectivo é reducir a concentración de arseniato, mediante precipitación con ións calcio ou ións de ferro (III), aos límites legais co menor custo posible.

- Calcula a concentración de ións calcio e de ións de ferro que debe haber en disolución para acadar o límite legal. **[0,45 puntos]**
- Cal será a cantidade de cal hidratada e o volume de tricloruro de ferro comercial necesarios para reducir a concentración do arseniato no volume de auga afectado ata o límite legal. **[0,60 puntos]**
- Se empregamos a cal hidratada, determina o valor do pH que tería a auga unha vez tratada, utilizando a cantidade obtida no apartado (b). **[0,20 puntos]**

Datos: K_{ps} Arseniato de calcio = $2,1 \cdot 10^{-20}$; K_{ps} Arseniato de Ferro (III) = $5,7 \cdot 10^{-21}$



SOL:

- $[Ca^{+2}] = 4,38 \cdot 10^{-3} M$; $[Fe^{+3}] = 1,14 \cdot 10^{-14} M$
- Cal hidratada: 5,66 Tm; Tricloruro de ferro: 0,65 m³
- 10,62



3. Durante unha crise xeopolítica en Oriente Medio, o superpetroleiro MV Al-Rashid, cargado con 280.000 toneladas de cru árabe lixeiro (Arabian Light), choca no estreito de Ormuz e verte aproximadamente 45.000 toneladas de cru ao mar do Golfo Pérsico. Estímase que o 60 % da vertedura corresponde a octano e o 40 % restante a naftaleno, composto aromático policíclico. A auga de mar da zona ten $\text{pH} = 8,1$ e temperatura de $32\text{ }^{\circ}\text{C}$. Os equipos de resposta de emerxencia traballan na neutralización do impacto ambiental.

Para conter a vertedura, os equipos de emerxencia deciden queimar in situ unha fracción do cru derramado. Quéimanse 10.000 kg da mestura da vertedura (60 % octano, 40 % naftaleno en masa).

- Calcula a masa total de CO_2 (en kg) que se emite á atmosfera ao queimar os 10.000 kg da mestura indicada. Considera un rendemento de combustión do 85 %. **[0,15 ptos]**
- Calcula a calor total (en GJ) liberada ao queimar os 10.000 kg da mestura cun rendemento do 100 %. Compara cal dos dous compoñentes libera máis enerxía por kg queimado. **[0,20 ptos]**
- O naftaleno vertido entra en contacto coa auga de mar. Paralelamente, o SO_2 xerado na combustión do xofre presente no cru (contido en xofre: 1,8 % en masa) reacciona coa auga mariña. Dos 10.000 kg de mestura queimada, o 1,8 % en masa é xofre. A combustión produce SO_2 que reacciona coa auga: $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$. Se todo o H_2SO_3 formado disólvese en $5,0 \cdot 10^6$ litros de auga de mar ($K_a = 1,54 \cdot 10^{-2}$), calcula o pH resultante. **[0,25 ptos]**
- O casco de aceiro do petroleiro (ferro, Fe) está equipado con ánodos de sacrificio de cinc para prever a corrosión galvánica na auga mariña. Se o casco de aceiro entra en contacto cunha tubaxe de cobre a través da auga de mar (electrólito), fórmase unha pila galvánica. Indica cal é o ánodo e cal o cátodo, escribe as semirreaccións axustadas e calcula a forza electromotriz (fem) da cela. Que metal se corroe? En que sentido flúen os electróns no circuíto externo? **[0,10 ptos]**
- Explica o principio de funcionamento do ánodo de sacrificio de Zn. Calcula a fem da cela Zn-Fe que se forma e xustifica por que o cinc protexe o ferro. Se o ánodo de Zn ten unha masa inicial de 8,5 kg, cantos días pode protexer o casco se circula unha corrente media de 2,5 A? **[0,20 ptos]**

Os equipos de limpeza utilizan dispersantes químicos baseados en ácido sulfónico (HA , $K_a = 3,2 \cdot 10^{-3}$) para romper a capa de cru en pequenas gotas. Ademais, estúdase a neutralización do impacto ácido sobre as augas costeiras de Omán con adición de NaOH.

- Prepárase unha solución acuosa do dispersante ácido HA cunha concentración de 0,050 mol/L. Calcula o pH desta solución. Pódese clasificar como ácido forte ou débil? Xustifica en función do grao de disociación (α) obtido. **[0,15 ptos]**
- Realízanse análises de control sobre a auga costeira acidificada e compróbase que contén H_2SO_3 cunha concentración descoñecida. Tómanse 25,00 mL desta mostra e valóranse con NaOH 0,200 M. O punto de equivalencia (primeira neutralización) alcánzase ao engadir 18,40 mL de NaOH. Determina a concentración de H_2SO_3 na mostra e a masa de SO_2 que se dissolveu para xerar esa concentración nun litro de auga. **[0,20 ptos]**

SOL:

a) 27,4 Tm

b) $Q_{\text{total}} = 449,0 \text{ GJ}$; $Q_{\text{Octano}} \approx 48,0 \text{ MJ/kg}$; $Q_{\text{naftaleno}} \approx 40,3 \text{ MJ/kg}$

c) $2,98 \approx 3,0$

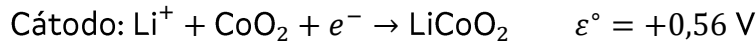
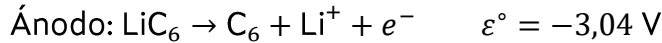
d) Ánodo (oxidación, Fe); Cátodo (reducción, Cu); +0,78 V

e) +0,32 V; 116,2 días $\approx$ 116 días

f) 1,95; ácido débil: $\alpha = 22,3\%$

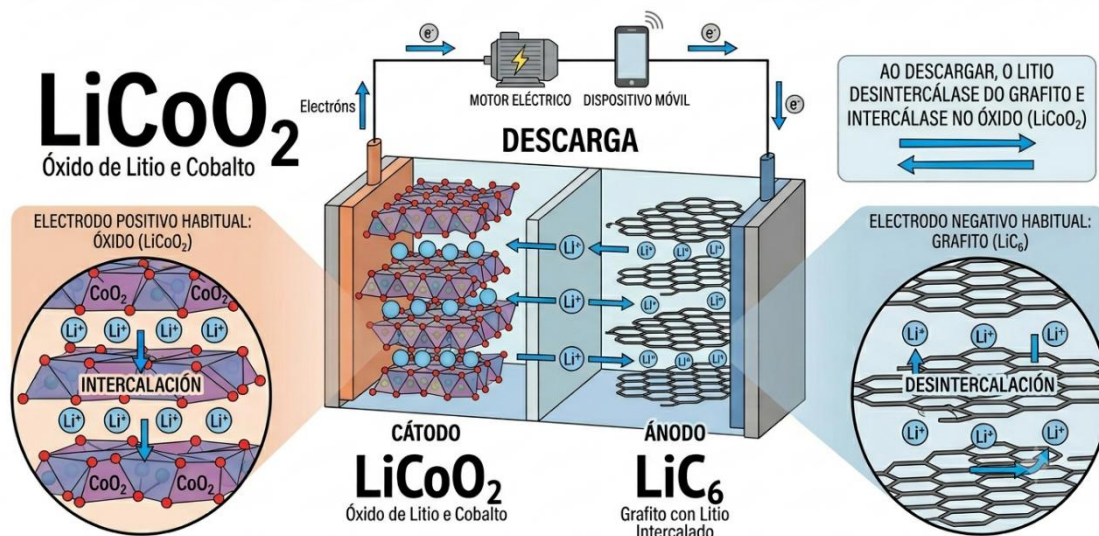
g) 0,1472 mol/L; 9,42 g de SO_2 por litro de auga

4. As baterías de ión litio son o corazón dos vehículos eléctricos e dispositivos móbiles. O eléctrodo positivo habitual é LiCoO_2 e o negativo é grafito (LiC_6). Ao descargar, o litio desintercalase do grafito e intercalase no óxido. As semirreaccións de descarga son:



- Calcula a fem estándar $\varepsilon_{\text{celda}}^\circ$ e a ΔG° . **[0,30 pts]**
- A densidade de carga teórica do grafito é $Q_{\text{gf}} = 372 \text{ mA} \cdot \text{h/g}$ e a do LiCoO_2 é $Q_{\text{cat}} = 274 \text{ mA} \cdot \text{h/g}$. Para fabricar unha celda de $4,8 \text{ A} \cdot \text{h}$, calcula a masa mínima de cada eléctrodo. **[0,30 pts]**
- A 25°C , calcula a fem real cando a actividade do Li^+ cae a $a_{\text{Li}^+} = 0,10$ (batería parcialmente descargada). Asume que os sólidos teñen actividade 1 e que $Q = 1/a_{\text{Li}^+}$. **[0,35 pts]**
- Se a resistencia interna é $r = 5 \text{ m}\Omega$ e a batería alimenta un motor con corrente $I = 100 \text{ A}$, calcula a tensión en bornes $V = E - Ir$, a potencia útil e a eficiencia. **[0,30 pts]**

BATERÍAS DE IÓN LITIO: O CORAZÓN DOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E DISPOSITIVOS MÓVILES



SOL:

- $E_{\text{celda}}^\circ = 3,60 \text{ V}$; $\Delta G^\circ = -347,3 \text{ kJ/mol}$.
- $m_{\text{grafito}} \approx 12,9 \text{ g}$; $m_{\text{LiCoO}_2} \approx 17,5 \text{ g}$ por celda.
- $3,541 \text{ V}$
- $V_{\text{bornes}} = 3,04 \text{ V}$; $P_{\text{util}} = 304 \text{ W}$; $\eta \approx 85,9\%$.

5. Durante un episodio de chuvias persistentes do pasado inverno, o patio exterior dun instituto queda parcialmente inundado. O patio é rectangular, horizontal, e ten unhas dimensións de 24 m x 14 m. A altura inicial media da auga acumulada é $h_0 = 0,42$ m. Mentres se evacúa a auga, continúa chovendo cunha intensidade media $I = 18 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$. Instálase unha bomba de rendemento global do 62%, que extrae auga cun caudal constante $Q_b = 12 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$ e a impulsa ata unha arqueta situada a unha altura de 3,40 m sobre o chan do patio. A tubaxe de impulsión ten lonxitude $L = 28$ m e un diámetro interior $D = 0,10$ m, un factor de fricción de Darcy $f = 0,024$ e perdas singulares equivalentes a $K = 7,5$. A porta dun almacén que comunica co patio ten unha anchura de 1,10 m e considérase que a auga actúa sobre ela ata a altura h_0 , mentres o interior do almacén permanece seco.

- Calcula o caudal neto de evacuación e o tempo necesario para baleirar o patio, supoñendo que a chuva mantén constante a súa intensidade. **[0,40 ptos]**
- Calcula a potencia eléctrica media que debe subministrarse á bomba durante o baleirado. Para iso, considera que:
 - o caudal de bombeo mantense constante;
 - o nivel da auga descende desde h_0 ata 0;
 - a altura xeométrica media que debe vencer a bomba é:

$$H_{\text{geom, med}} = H - \frac{h_0}{2}$$

- as perdas de carga na tubaxe son:

$$h_L = \left(f \frac{L}{D} + K \right) \frac{v^2}{2g}$$

onde v é a velocidade media da auga na tubaxe. **[0,50 ptos]**

- Calcula o momento da devandita forza respecto ao bordo inferior da porta. **[0,35 ptos]**





SOL:

a) $Q_{\text{neto}} = 0,01032 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$; $t \approx 3,80 \text{ h} \approx 3 \text{ h } 48 \text{ min}$

b) $927 \text{ W} = 0,93 \text{ kW}$

c) $133 \text{ N}\cdot\text{m} = 1,3 \cdot 10^2 \text{ N}\cdot\text{m}$



6. Nas entradas de peaxes de autoestrada e garaxes automatizados utilízanse sensores de presión piezorresistivos embebidos no pavimento para detectar a presenza dun vehículo a través do seu peso e activar a barreira de acceso.

O sensor consiste nunha galga extensométrica (strain gauge), formada por unha lámina de silicio dopado de resistencia nominal $R_0 = 120 \, \Omega$ a carga nula, conectada nunha ponte de Wheatstone xunto con tres resistencias de precisión do mesmo valor R_0 . A galga está integrada nun parche de asfalto de área efectiva $A = 0,40 \, \text{m}^2$ e espesor $e = 8,0 \, \text{cm}$, cuxo módulo de Young é $E = 2,0 \times 10^9 \, \text{Pa}$. Factor de galga: 2,0.

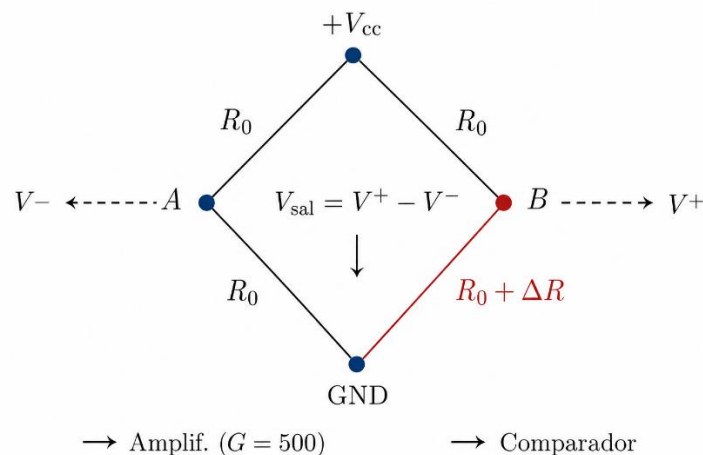
Cando un turismo de masa $m = 1500 \, \text{kg}$ detense sobre o sensor, a deformación do parche produce unha variación de resistencia ΔR na galga, desequilibrando a ponte e xerando unha tensión diferencial V_{sal} . Un amplificador de ganancia $G = 500$ eleva este sinal; un comparador contrástrao co limiar $V_{\text{umbral}} = 2,0 \, \text{V}$. Se a tensión amplificada o supera, o relé abre a barreira.

- a) Calcula a presión P exercida polo vehículo sobre a superficie do sensor e a deformación unitaria lonxitudinal (strain) ε que experimenta o parche de asfalto. **[0,30 ptos]**
- b) Usando a definición do factor de galga:

$$GF = \frac{\Delta R / R_0}{\varepsilon},$$

determina a variación de resistencia ΔR da galga baixo a carga do vehículo. **[0,15 ptos]**

- c) Calcula numericamente a tensión de desequilibrio da ponte de Wheatstone, con tres ramas R_0 e unha rama $R_0 + \Delta R$, alimentada cunha V_{cc} de 5 V, sabendo que $V_{\text{deseq}} = V^+ - V^-$ e $\Delta R \ll R_0$. **[0,60 ptos]**
- d) Calcula a tensión á saída do amplificador e determina se o sistema activa a barreira para o vehículo de 1500 kg. **[0,20 ptos]**



SOL:

- a) $P = 3,675 \times 10^4 \, \text{Pa}$; $\varepsilon = 1,84 \times 10^{-5}$
- b) $4,42 \times 10^{-3} \, \Omega \approx 4,4 \, \text{m}\Omega$
- c) $4,60 \times 10^{-5} \, \text{V} \approx 46 \, \mu\text{V}$
- d) $V_{\text{amp}} = 23 \, \text{mV} \ll V_{\text{umbral}} = 2,0 \, \text{V}$; a barreira non se activaría



7. Un obxecto luminoso de 6 cm de altura atópase no aire a unha distancia d antes do centro óptico dunha lente delgada de +10 dioptrías. Despois desta lente, e separado 1 m dela formando un sistema centrado, existe un dioptrio esférico convexo (cheo de auga) cunha distancia focal imaxe de +60 cm.
- a) Calcula a distancia d á que se atopa o obxecto se o aumento final do sistema é de +1,28. **[0,65 ptos]**
 - b) Se agora o obxecto colócase ao dobre da distancia anterior, calcula o lugar onde se forma a imaxe final. **[0,30 ptos]**
 - c) Cal sería o aumento do dioptrio cos datos do apartado b? **[0,20 ptos]**
 - d) Cal sería a altura da imaxe final despois de pasar polo dioptrio? **[0,10 ptos]**
-

SOL:

a) 0,2 m

b) 1,24 m

c) -1,07

d) 0,021 m

8. Unha placa de indución utilízase para quentar 1,50 kg de auga desde 18 °C ata ebullición. A potencia eléctrica nominal da placa é $P = 2200 \text{ W}$.

O rendemento global placa-recipiente é do 84 %. O recipiente ten unha capacidade calorífica equivalente de $520 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$. Durante o quecemento existen perdas térmicas cara ao ambiente que se modelizan mediante a lei de Newton, sendo $K = 9,0 \text{ W}\cdot\text{K}^{-1}$ e a temperatura ambiente 22 °C :

$$P_{\text{perdas}} = K (T - T_a)$$

Calcula:

- A capacidade calorífica total efectiva do sistema. **[0,10 ptos]**
- A ecuación diferencial que describe a evolución da temperatura do sistema auga-recipiente. **[0,15 ptos]**
- A temperatura de equilibrio teórica que alcanzaría o sistema se non houbo cambio de fase. **[0,15 ptos]**
- O tempo necesario para que a auga chegue aos 100 °C . **[0,60 ptos]**
- Unha vez acadada a ebullición, que fracción da potencia útil emprégase realmente en vaporizar auga e que fracción se perde ao ambiente. **[0,15 ptos]**
- A masa de auga evaporada se se mantén a ebullición durante 5,0 min. **[0,10 ptos]**



SOL:

a) $6790 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$

b) $C_{\text{tot}} \frac{dT}{dt} = P_u - K(T - T_a)$

c) 227 °C

d) $6,25 \text{ min}$

e) Vaporización: 62%; Perdida: 38%

f) 152 g

Nota: Todas as imaxes foron xeradas con IA.