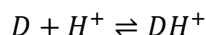




1. Unha tinta termosensible dun bolígrafo borrable por fricción modelízase mediante un sistema formado por:

- Un colorante leuco D , practicamente incoloro.
- Un revelador ácido HA .
- Unha forma protonada e conxugada DH^+ , responsable da cor visible.

A composición exacta dunha tinta comercial é propietaria, polo que se emprega o seguinte modelo químico idealizado:



A especie D considérase un derivado orgánico de tipo lactona, con fórmula molecular $C_{26}H_{29}N_3O_2$ e masa molar $M_D = 415,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. A forma coloreada DH^+ presenta unha banda de absorción na zona visible, con $\lambda_{\max} = 600 \text{ nm}$ e $\varepsilon_{600} = 1,35 \cdot 10^4 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Extráese a tinta de varias liñas escritas e prepárase unha disolución final de volume 50,0 mL. A masa de colorante total presente na mostra é de 1,20 mg.

No medio da tinta pódese considerar unha concentración efectiva constante de protóns, $[H^+] = 1,58 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$. As constantes de equilibrio son $K_{25^\circ\text{C}} = 2,0 \cdot 10^5$ e $K_{65^\circ\text{C}} = 2,5 \cdot 10^4$. Ademais, para determinar o revelador ácido HA , tómase unha alícuota de 5,00 mL da disolución e valórase con $\text{NaOH } 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. O volume gastado no punto de equivalencia é de 3,20 mL. Considérase que o revelador ácido é monoprotico e ten masa molar de $228,3 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

a) Calcule, a 25°C e a 65°C , a relación **[0,15 puntos]**

$$\frac{[DH^+]}{[D]}$$

b) Calcule a fracción de colorante que está en forma coloreada a cada temperatura. **[0,50 puntos]**

c) Calcule a concentración de DH^+ a cada temperatura. **[0,15 puntos]**

d) Usando a lei de Beer-Lambert, cunha cubeta de $l = 1,00 \text{ cm}$, calcule a absorbancia esperada a 25°C e a 65°C . Calcule tamén a porcentaxe de diminución da absorbancia ao quentar. **[0,15 puntos]**

e) Calcule ΔH° para a formación de DH^+ . Interprete o signo obtido. **[0,15 puntos]**

f) Compare os moles de HA cos moles de colorante e razoe se o revelador está en exceso. **[0,15 puntos]**

SOL:

a) A 25°C : $\frac{[DH^+]}{[D]} = 3,16$; A 65°C : $\frac{[DH^+]}{[D]} = 0,395$

b) $\alpha_{25} = 0,760$; $\alpha_{65} = 0,283$

c) $[DH^+]_{25} = 4,39 \cdot 10^{-5} \text{ M}$; $[DH^+]_{65} = 1,64 \cdot 10^{-5} \text{ M}$

d) $A_{25} \approx 0,59$; $A_{65} \approx 0,22$; % diminución = 62,7%

e) $\Delta H^\circ = -43,6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; exotérmica.

f) $\frac{n_{HA}}{n_D} = 11,1$; o revelador ácido está en exceso.



2. Durante un suposto ficticio de tensión militar no estreito de Ormuz, un petroleiro que transporta cru lixeiro sofre unha rotura parcial dun dos seus tanques, liberando unha cantidade limitada de hidrocarburo. O equipo de emerxencia ambiental analiza a fracción de benceno por ser un dos compostos aromáticos máis volátiles e tóxicos do cru.

Suponse que a vertedura inicial afecta a unha zona costeira confinada e que, durante as primeiras horas, o benceno pode:

1. disolverse parcialmente na auga mariña,
2. volatilizarse cara á atmosfera,
3. degradarse por reacción con radicais hidroxilo,
4. ser eliminado parcialmente mediante unha queima controlada de emerxencia.

Proporciónanse os seguintes datos:

Magnitude	Valor
Volume de cru vertido	12,0 m ³
Densidade do cru	0,830 kg·L ⁻¹
Porcentaxe máscica de benceno no cru	1,20 %
Fracción do benceno que se dissolve inicialmente na auga	18,0 %
Volume de auga afectado	3,00·10 ⁷ L
Constante de Henry para o benceno a 30 °C	H= 5,5 ·10 ⁻³ atm·m ³ ·mol ⁻¹
Temperatura ambiental	30° C
Concentración media de radicais hidroxilo	[·OH] = 1,5·10 ⁶ moléc·cm ⁻³
Constante bimolecular de reacción	k ₂ = 1,2·10 ⁻¹² cm ³ ·moléc ⁻¹ ·s ⁻¹

Calcule:

- a) A molaridade de benceno na auga. **[0,15 puntos]**
- b) Supoñendo que a concentración acuosa calculada no apartado anterior se mantén inicialmente constante, calcule a presión parcial de benceno no aire. **[0,15 puntos]**
- c) A concentración de benceno no aire en mg·m⁻³, considerando un comportamento de gas ideal. **[0,10 puntos]**
- d) O benceno evaporado reacciona na troposfera con radicais hidroxilo segundo unha cinética de pseudoprimeira orde onde $k' = k_2[\cdot OH]$:

$$-\frac{d[C_6H_6]}{dt} = k'[C_6H_6]$$

Pídese o tempo de vida media do benceno en días e a porcentaxe de benceno que permanece tras 24 horas, supoñendo que non hai dispersión atmosférica. **[0,50 puntos]**

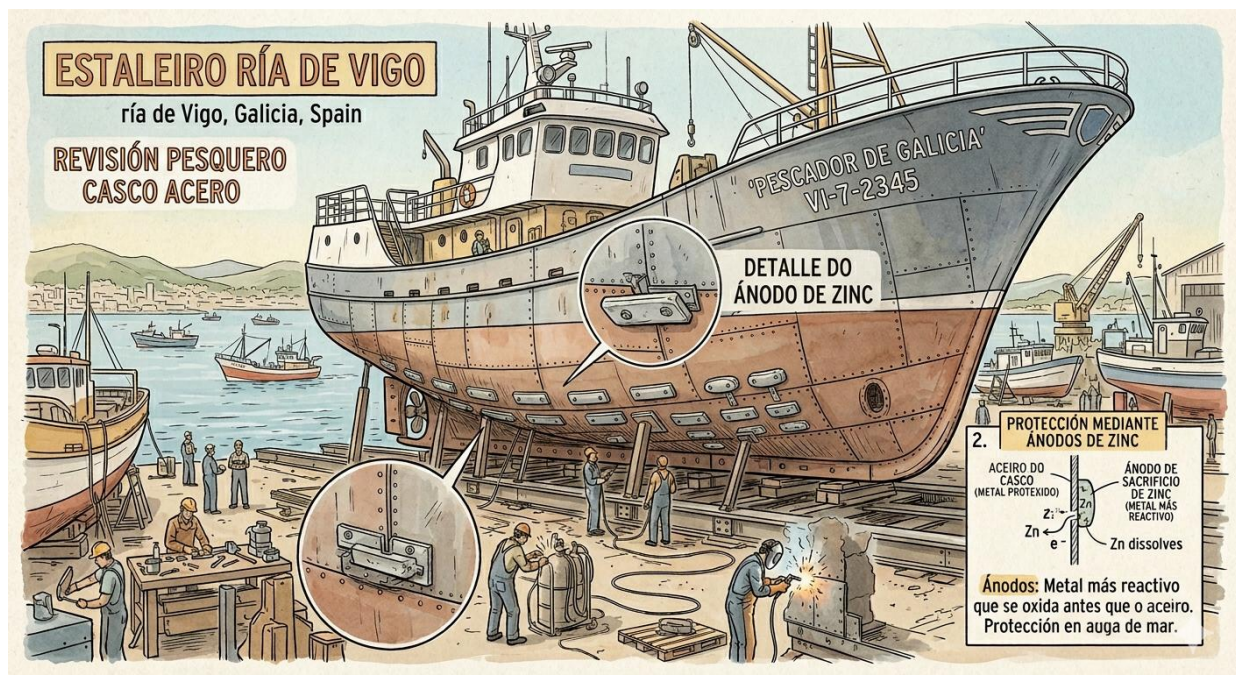
- e) Decídese realizar unha queima controlada da fracción de benceno que non se dissolve inicialmente e que permanece na superficie. A partir desta situación, determine a calor total desprendida en GJ. **[0,35 puntos]**

SOL:

a) $[C_6H_6] = 9,18 \cdot 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$; b) $p_{C_6H_6} = 5,05 \cdot 10^{-5} \text{ atm}$

c) $C_{\text{aire}} = 159 \text{ mg m}^{-3}$; d) $t_{1/2} = 4,46 \text{ días}$; permanece aproximadamente o 85,6 %; e) $Q_p = -4,10 \text{ GJ}$

3. Un estaleiro da ría de Vigo revisou un pesqueiro con casco de aceiro, protexido mediante ánodos de sacrificio (metal máis reactivo que se oxida antes ca o metal principal. Úsase normalmente en ambientes húmidos ou con auga) de cinc. Tras varios meses no mar, realízase unha inspección submariña, recolléndose unha mostra de auga de mar, a poucos centímetros do casco. A análise química revela $[Zn^{+2}] = 2 \cdot 10^{-2} M$, $[Fe^{+2}] = 5 \cdot 10^{-5} M$, $pH = 8,2$, $P_{O_2} = 0,2 atm$, todo isto medido a $20^\circ C$.
- Calcular o potencial do eléctrodo de cinc e do eléctrodo de ferro, así como o potencial de redución do osíxeno nestas condicións. **[0,60 puntos]**
 - Determine se o cinc pode protexer o ferro fronte á redución do osíxeno disolto. **[0,15 puntos]**
 - Se durante unha campaña de pesca circula unha corrente media de protección de $0,80 A$ durante 30 días, calcula a masa de cinc consumida. **[0,25 puntos]**
 - Cada ánodo de sacrificio ten forma de placa rectangular de dimensións $40 cm$ por $15 cm$. Sabendo que a densidade do cinc é $7,14 g/cm^3$ e que por seguridade o estaleiro esixe instalar un 30% máis de masa que a teoricamente consumida, calcula o grosor mínimo que debe ter a placa de cinc para saír navegar eses 30 días con total seguridade. **[0,25 puntos]**



SOL:

a) $e_{Zn} = -0,812 V$; $e_{Fe} = -0,565 V$; $\varepsilon_{O_2/H_2O} = 0,742 V$

b) O zinc ten un potencial de redución máis negativo que o ferro, polo tanto, oxídase con máis facilidade e actúa como ánodo de sacrificio.

c) $m_{Zn} = 702 g$

d) espesor da placa = $0,213 cm$



4. A combustión completa de 30,0 mg do composto A, formado unicamente por carbono, hidróxeno e osíxeno, produce 71,30 mg de CO_2 e 36,5 mg de H_2O .
A oxidación do composto A produce un composto B que dá positiva a proba de Fehling (formando un precipitado de Cu_2O). Por deshidratación de A sobre sílice quente obtense un composto C, que por tratamento con HI transfórmase en D. A hidrólise de D, seguida de oxidación, produce un composto E, isómero de B, que dá negativa a proba de Fehling.
- a) Determina a fórmula molecular de **A**, sabendo que coincide coa súa fórmula empírica. **[0,25 puntos]**
- b) Identifica os compostos **A**, **B**, **C**, **D** e **E**, indicando as reaccións que teñen lugar en cada transformación. **[1 punto]**
-

SOL:

a) *Fórmula empírica = Fórmula molecular: **$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$***

b) *A: butan-1-ol; B: Butanal; C: But-1-eno; D: 2-iodobutano; E: Butanona*

5. O 12 de agosto de 2026, durante o solpor, terá lugar o primeiro eclipse total de Sol visible desde a península Ibérica en máis dun século. A franxa de totalidade cruzará España de oeste a leste, pasando pola Coruña, Oviedo, León, Zaragoza e Valencia. Na Coruña, o eclipse comezará ás 19:31 h, acadará o seu máximo ás 20:28 h e rematará ás 21:58 h, cunha duración total do fenómeno de aproximadamente 264 minutos. Historicamente, os eclipses solares totais foron fundamentais para o avance da física, permitindo confirmar teorías como a relatividade xeral de Einstein e estudar a coroa solar en detalle.

O modelo de propagación rectilínea da luz permite explicar a formación de sombras de obxectos opacos e, con el, a xeometría dos eclipses. Distancia Terra-Lúa: $3,84 \cdot 10^5$ km. Período orbital da Lúa (sidéreo): 27,3 días.

- a) Calcule o ángulo (en radiáns) que subtende o disco solar visto desde a Terra e o que subtende o disco lunar. Que condición xeométrica, derivada destes valores, fai posible un eclipse total? **[0,20 puntos]**
- b) O Sol posúe un diámetro $D_S = 1,39 \cdot 10^9$ m e atópase a unha distancia media da Terra de: $r_S = 1,50 \cdot 10^{11}$ m. A Lúa ten un diámetro $D_L = 3,47 \cdot 10^6$ m.

Calcule a lonxitude matemática do cono de sombra, ou umbra, proxectado pola Lúa e determine se ese cono chega a interceptar a superficie terrestre para xustificar a existencia da zona de totalidade. **[0,30 puntos]**

Observar directamente o Sol durante as fases parciais do eclipse pode causar lesións oculares irreversibles. As gafas homologadas segundo a norma ISO 12312-2 reducen a transmitancia da luz visible ata un factor de 10^{-5} . A irradiancia solar ao nivel do mar é $E = 1000$ W/m².

- c) Calcule a potencia por unidade de área (en W/m²) que chega ao ollo (a) sen ningunha protección e (b) coas gafas certificadas ISO 12312-2. Comente se o uso de gafas convencionais de sol (transmitancia $\approx 10^{-2}$) sería suficiente para unha observación segura. **[0,15 puntos]**

Durante a totalidade do eclipse, a escuridade permite observar a simple vista a coroa solar, a atmosfera exterior do Sol, que normalmente queda invisible polo intenso brillo do disco solar (fotosfera).

- d) Aplique a lei de desprazamento de Wien para calcular a lonxitude de onda de máxima emisión da fotosfera ($T = 5778$ K) e da coroa solar ($T = 1,5 \times 10^6$ K). **[0,30 puntos]**
- e) A pesar de que a coroa está a unha temperatura millóns de veces maior, visualmente é moito máis tenue ca a fotosfera. Usando a lei de Stefan-Boltzmann, calcule a potencia emitida por unidade de área de cada rexión. **[0,30 puntos]**





SOL:

- a) *Ángulo solar: $9,27 \times 10^{-3} \text{ rad} = 0,53^\circ$; Ángulo lunar: $9,04 \times 10^{-3} \text{ rad} \approx 0,52^\circ$; Condición de eclipse total: ángulo solar $\approx$ ángulo lunar.*
- b) *A distancia media Terra-Lúa é de $R_L = 3,84 \times 10^8 \text{ m}$. Se comparamos este valor estático coa lonxitude matemática do cono: $L \approx 3,75 \times 10^8 \text{ m}$ observaríamos que, en condicións estritamente medias, o cono terminaría antes de chegar á superficie terrestre. Sen embargo, debido á excentricidade da órbita lunar, para que se produza un eclipse total efectivo o 12 de agosto de 2026, a Lúa debe encontrarse nunha posición cercana ao seu perixeo, punto de máxima aproximación, onde a distancia real pode reducirse ata aproximadamente: $R_{\text{real}} \approx 3,56 \times 10^8 \text{ m}$. Dado que nesa data concreta cómprese a condición: $R_{\text{real}} < L$, a punta do cono seccionase contra a superficie terrestre, barrendo a franxa xeográfica onde se observará a totalidade.*
- c) *Sen protección: $E = 1.000 \text{ W/m}^2$; Con gafas ISO 12312-2: $0,01 \text{ W/m}^2$; Gafas de sol convencionais: 10 W/m^2 , totalmente insuficientes.*
- d) *Fotosfera: $501,9 \text{ nm}$; Coroa solar: $1,93 \text{ nm}$*
- e) *Fotosfera: $6,32 \cdot 10^7 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$; Coroa solar: $2,87 \cdot 10^{17} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$*



6. As gafas intelixentes (smart glasses) integran nunha montura convencional un conxunto de sistemas físicos e químicos de alta complexidade:

(1) Proxector de imaxe: un microproxector LED proxecta imaxes sobre un prisma reflectante que actúa como guía de onda óptica, redirixindo a luz cara ao ollo sen obstruír o campo visual.

(2) Cámara e sensor de imaxe: baseados en sensores CMOS de silicio que converten fotóns en sinal eléctrico mediante o efecto fotoeléctrico interno.

(3) Comunicación sen fíos: unha antena integrada emite e recibe ondas electromagnéticas na banda Wi-Fi (2,4 GHz) e Bluetooth.

(4) Sistema eléctrico e electrónico: batería de 3,7 V e 650 mAh; conversor DC-DC cun rendemento do 90%; consumos a 3,3 V:

- Microdisplay: 85 mA
- Microcontrolador e sensores: 40 mA.
- Bluetooth: 22 mA.
- LED infravermello: 80 mA cando está acendido, cun ciclo de traballo do 25%.

Esquema funcional das gafas intelixentes

Microproxector LED	→	Corrente eléctrica → emisión de luz (LED) → prisma reflectante → ollo do usuario → imaxe superposta á realidade
Sensor de imaxe CMOS	→	Fotóns → efecto fotoeléctrico interno en Si → electróns → sinal dixital → procesador → almacenamento / envío
Antena Wi-Fi / BT	→	Corrente oscilante (2,4 GHz) → onda EM → propagación → receptor externo / smartphone

Magnitude	Símbolo	Valor	Unidades
<i>Óptica – microproxector e prisma</i>			
Lonxitude focal da lente do proxector	f	12,0	mm
Distancia do obxecto (chip LED) á lente	d_o	13,0	mm
Índice de refracción do prisma (vidro óptico)	n_{prisma}	1,65	—
Ángulo de incidencia na cara do prisma	θ_i	40,0	°
Tamaño do chip LED (obxecto)	h_o	2,0	mm
<i>Sensor CMOS – efecto fotoeléctrico</i>			
Función de traballo do silicio	φ_{Si}	4,05	eV
Enerxía da banda prohibida	E_{gap}	1,12	eV
Lonxitude de onda da luz incidente (verde)	λ	520	nm
Intensidade do feixe luminoso	I_{luz}	$1,0 \times 10^{-3}$	W m^{-2}
Área do píxel do sensor	A_{px}	$4,0 \times 10^{-12}$	m^2
<i>Antena – onda electromagnética Wi-Fi</i>			
Frecuencia de emisión	$f_{\text{Wi-Fi}}$	2,40	GHz
Potencia de emisión da antena	P_{ant}	100	mW
Distancia ao receptor (smartphone)	d_r	5,0	m

O microproyector forma unha imaxe virtual sobre o prisma que o ollo percibe como superposta á realidade.

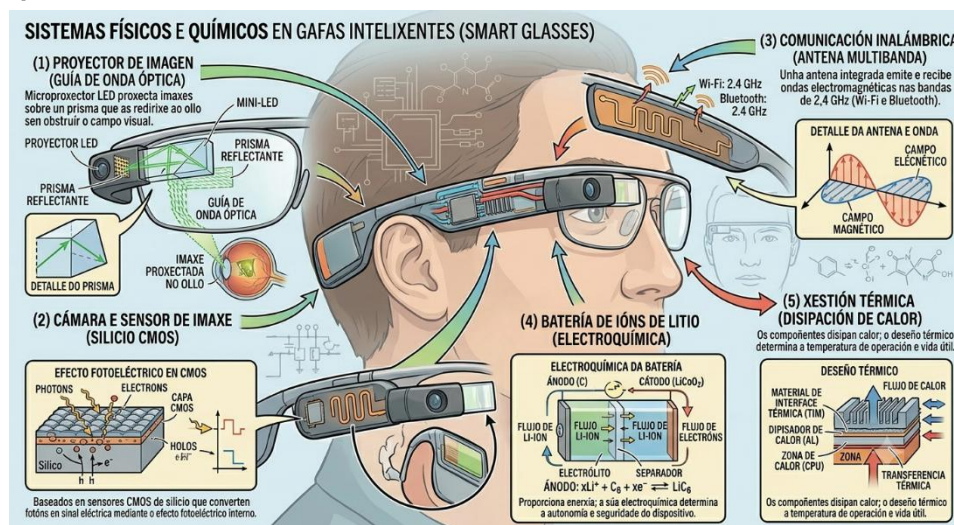
- Calcule a distancia imaxe e determine se a imaxe é real ou virtual. Calcule tamén o tamaño da imaxe. **[0,15 puntos]**
- A luz pasa do aire ao prisma de vidro óptico cun ángulo de incidencia θ_i ; calcule o ángulo de refracción θ_r . **[0,10 puntos]**

O sensor CMOS converte a luz en sinal eléctrico mediante o efecto fotoeléctrico interno no silicio.

- Calcule a enerxía do fotón incidente en electronvoltios. Determine se o fotón pode arrancar electróns do silicio e calcule a enerxía cinética máxima do electrón emitido. **[0,25 puntos]**
- Calcule o número de fotóns por segundo que inciden sobre un píxel coas características definidas na táboa de datos. **[0,10 puntos]**

A antena emite ondas electromagnéticas.

- Calcule a lonxitude de onda $\lambda_{\text{Wi-Fi}}$ do sinal emitido e o seu período T. **[0,10 puntos]**
- Calcule a intensidade da onda (irradiancia) a unha distancia de 5,0 m dunha fonte isotrópica. Exprese o resultado en unidades do SI. **[0,15 puntos]**
- Para valorar o consumo enerxético das gafas, calcule o tempo de autonomía da batería. **[0,40 puntos]**



SOL:

a) $d_i = 15,6 \text{ cm} \rightarrow \text{imaxe real}; h_i = -24,0 \text{ mm}$

b) $\theta_r = 22,9^\circ$

c) $E_{\text{fotón}} = 3,82 \times 10^{-19} \text{ J} = 2,39 \text{ eV}$; non hai efecto fotoeléctrico externo (pero si interno);
 $E_{\text{cin,max}} = 1,27 \text{ eV}$

d) $1,05 \times 10^4 \text{ fotóns} \cdot \text{s}^{-1}$

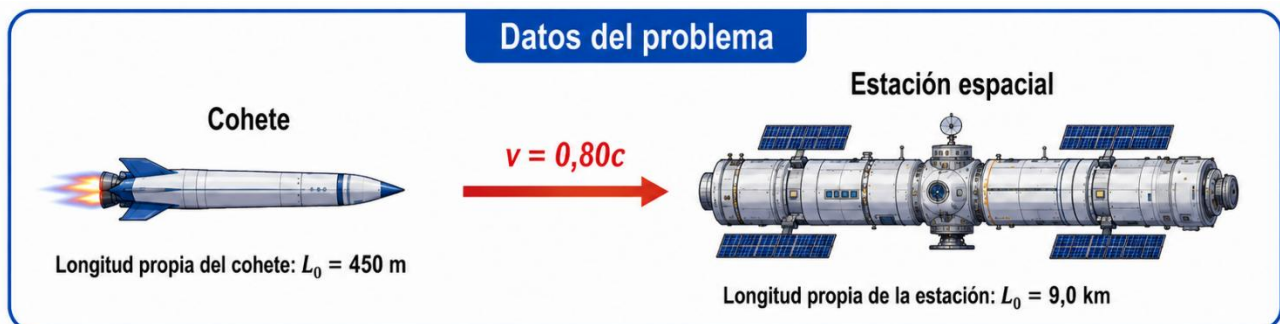
e) $0,417 \text{ ns}$

f) $3,18 \times 10^{-4} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

g) $t \approx 3 \text{ h } 55 \text{ min} \approx 4 \text{ h}$



7. Un foguete de lonxitude propia 450 m achégase a unha estación espacial cuxa lonxitude propia é de 9,0 km. A rapidez do foguete respecto á estación espacial é de $0,80c$ (sendo c a velocidade da luz no baleiro). Sendo 'X' un observador que está en repouso na estación espacial:
- Calcule a lonxitude do foguete segundo 'X'. **[0,25 puntos]**
 - Desde o foguete libérase un transbordador espacial que se move con rapidez $0,20c$ cara á dereita segundo 'X'. Calcule a súa velocidade respecto do foguete. **[0,50 puntos]**
 - Dúas lámpadas situadas nos extremos da estación espacial acéndense ao mesmo tempo, segundo 'X'. Determine para un observador 'Y', en repouso no foguete, o intervalo de tempo entre o acendido das lámpadas. **[0,50 puntos]**



SOL:

a) 270 m

b) $-2,13 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$

c) $-40 \mu s$

8. Un desfibrilador externo automático almacena enerxía eléctrica nun condensador antes de aplicar unha descarga controlada ao paciente. O dispositivo contén un condensador de capacidade $C = 120 \mu\text{F}$ que se carga ata unha diferenza de potencial $V_0 = 2500 \text{ V}$. Durante a descarga, a resistencia eléctrica efectiva do tórax e do circuíto é $R = 65 \Omega$. A descarga modélase como a descarga dun condensador a través dunha resistencia.

Calcule:

- a) A carga e a enerxía iniciais almacenadas no condensador. **[0,25 puntos]**
- b) A constante de tempo do circuíto. **[0,25 puntos]**
- c) A intensidade transcorridos 8,0 ms. **[0,25 puntos]**
- d) A enerxía que permanece no condensador despois de 8,0 ms. **[0,25 puntos]**
- e) A enerxía entregada ao paciente nese intervalo. **[0,25 puntos]**



SOL:

- a) $0,300 \text{ C}; 375 \text{ J}$
- b) $7,80 \text{ ms}$
- c) $13,8 \text{ A}$
- d) $48,2 \text{ J}$
- e) 327 J

Nota: As imaxes foron xeradas con IA