



XXXIX OLIMPIADA NACIONAL DE QUÍMICA
Alicante, 25 de abril de 2026
PROBLEMAS

Número de
Identificación

ENUNCIADOS DE LOS PROBLEMAS



Patrocinadores y entidades colaboradoras:





XXXIX OLIMPIADA NACIONAL DE QUÍMICA
Alicante, 25 de abril de 2026
PROBLEMAS

Número de
Identificación

NOTAS:

- 1) EL EJERCICIO CONSISTE EN LA RESOLUCIÓN DE TRES PROBLEMAS, CORRESPONDIENDO DOS PUNTOS A CADA UNO DE ELLOS.**

- 2) EL CONJUNTO DE LOS TRES PROBLEMAS CONSTITUYE EL 60% DE LA PUNTUACIÓN DE LA PRUEBA TOTAL.**

CONSTANTES, UNIDADES Y FÓRMULAS

Constante de Avogadro, $N_A = 6,0221 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Constante de Boltzmann, $k_B = 1,3807 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$

Constante universal de los gases, $R = 8,3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 0,08205 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Velocidad de la luz, $c = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; Constante de Planck, $h = 6,6261 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$

Constante de Faraday, $F = 9,64853399 \cdot 10^4 \text{ C mol}^{-1}$

Masa del electrón, $m_e = 9,10938215 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; Presión estándar, $p^0 = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

Presión atmosférica normal, $p_{\text{atm}} = 1 \text{ atm} = 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ Torr}$

$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ $1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$ (caloría termoquímica)

Unidad de masa atómica (u o uma), $1 \text{ u} = 1,66053904 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Ecuación de los gases ideales: $pV = nRT$

Entalpía: $H = U + PV$ Energía de Gibbs: $G = H - TS$

Energía de Gibbs de un proceso químico y constante de equilibrio:

$$\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln Q \qquad \Delta G^0 = -RT \ln K :$$

Energía de Gibbs de un proceso electroquímico: $\Delta G = -nFE$

Ecuación de Nernst: $E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln Q$

Variación de la entropía de un sistema:

$$\Delta S = \frac{q_{\text{rev}}}{T} \quad (q_{\text{rev}} \text{ es el calor intercambiado a la temperatura } T \text{ en un proceso reversible})$$

$$\Delta S = nR \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (\text{expansión isoterma de un gas ideal})$$

Energía de un fotón: $E = \frac{hc}{\lambda}$ Ley de Lambert-Beer: $A = \log \frac{I_0}{I} = \epsilon bC$

Ecuaciones cinéticas (o leyes de la velocidad de reacción) integradas:

Orden cero:	$[A] = [A]_0 - kt$
Primer orden	$\ln [A] = \ln [A]_0 - kt$
Segundo orden:	$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$

Ecuación de Arrhenius: $k = Ae^{-E_a/RT}$

Ley de van't Hoff: $\ln \left(\frac{K_2}{K_1} \right) = \frac{\Delta H^0}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$

Ley de Graham: $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$

Tabla Periódica de los Elementos de la RSEQ

Clave:		Número atómico		Simbolo		Nombre		Peso atómico convencional		Periodo		Grupo	
1	H	1	1,008	H	hidrógeno	1	1	1,008	1	1			
2	He	2	4,003	He	helio	2	18	4,003	2	18			
3	Li	3	6,941	Li	litio	2	1	6,941	2	1			
4	Be	4	9,012	Be	berilio	2	2	9,012	2	2			
5	B	5	10,811	B	boro	2	13	10,811	2	13			
6	C	6	12,011	C	carbono	2	14	12,011	2	14			
7	N	7	14,007	N	nitrógeno	2	15	14,007	2	15			
8	O	8	15,999	O	oxígeno	2	16	15,999	2	16			
9	F	9	18,998	F	flúor	2	17	18,998	2	17			
10	Ne	10	20,180	Ne	neón	2	18	20,180	2	18			
11	Na	11	22,990	Na	sodio	3	1	22,990	3	1			
12	Mg	12	24,305	Mg	magnesio	3	2	24,305	3	2			
13	Al	13	26,982	Al	aluminio	3	13	26,982	3	13			
14	Si	14	28,086	Si	silicio	3	14	28,086	3	14			
15	P	15	30,974	P	fósforo	3	15	30,974	3	15			
16	S	16	32,06	S	azufre	3	16	32,06	3	16			
17	Cl	17	35,453	Cl	cloro	3	17	35,453	3	17			
18	Ar	18	39,948	Ar	argón	3	18	39,948	3	18			
19	K	19	39,098	K	potasio	4	1	39,098	4	1			
20	Ca	20	40,078	Ca	calcio	4	2	40,078	4	2			
21	Sc	21	44,956	Sc	escandio	4	3	44,956	4	3			
22	Ti	22	47,867	Ti	titanio	4	4	47,867	4	4			
23	V	23	50,942	V	vanadio	4	5	50,942	4	5			
24	Cr	24	51,996	Cr	cromo	4	6	51,996	4	6			
25	Mn	25	54,938	Mn	manganeso	4	7	54,938	4	7			
26	Fe	26	55,845	Fe	hierro	4	8	55,845	4	8			
27	Co	27	58,933	Co	cobalto	4	9	58,933	4	9			
28	Ni	28	58,693	Ni	níquel	4	10	58,693	4	10			
29	Cu	29	63,546	Cu	cobre	4	11	63,546	4	11			
30	Zn	30	65,38	Zn	zinc	4	12	65,38	4	12			
31	Ga	31	69,723	Ga	galio	4	13	69,723	4	13			
32	Ge	32	72,63	Ge	germanio	4	14	72,63	4	14			
33	As	33	74,922	As	arsénico	4	15	74,922	4	15			
34	Se	34	78,97	Se	selenio	4	16	78,97	4	16			
35	Br	35	79,904	Br	brómido	4	17	79,904	4	17			
36	Kr	36	83,798	Kr	criptón	4	18	83,798	4	18			
37	Rb	37	85,468	Rb	rubidio	5	1	85,468	5	1			
38	Sr	38	87,62	Sr	estroncio	5	2	87,62	5	2			
39	Y	39	88,906	Y	itrio	5	3	88,906	5	3			
40	Zr	40	91,224	Zr	zirconio	5	4	91,224	5	4			
41	Nb	41	92,906	Nb	niobio	5	5	92,906	5	5			
42	Mo	42	95,94	Mo	molibdeno	5	6	95,94	5	6			
43	Tc	43	98,906	Tc	tecnecio	5	7	98,906	5	7			
44	Ru	44	101,072	Ru	rutenio	5	8	101,072	5	8			
45	Rh	45	102,91	Rh	rodio	5	9	102,91	5	9			
46	Pd	46	106,42	Pd	paladio	5	10	106,42	5	10			
47	Ag	47	107,87	Ag	plata	5	11	107,87	5	11			
48	Cd	48	112,41	Cd	cadmio	5	12	112,41	5	12			
49	In	49	114,82	In	indio	5	13	114,82	5	13			
50	Sn	50	118,71	Sn	estaño	5	14	118,71	5	14			
51	Sb	51	121,76	Sb	antimonio	5	15	121,76	5	15			
52	Te	52	127,6	Te	telurio	5	16	127,6	5	16			
53	I	53	126,9	I	yodo	5	17	126,9	5	17			
54	Xe	54	131,29	Xe	xenón	5	18	131,29	5	18			
55	Cs	55	132,91	Cs	cesio	6	1	132,91	6	1			
56	Ba	56	137,33	Ba	bario	6	2	137,33	6	2			
57	La	57	138,91	La	lantano	6	3	138,91	6	3			
58	Ce	58	140,12	Ce	cerio	6	4	140,12	6	4			
59	Pr	59	140,91	Pr	praseodimio	6	5	140,91	6	5			
60	Nd	60	144,24	Nd	neodimio	6	6	144,24	6	6			
61	Pm	61		Pm	prometio	6	7		6	7			
62	Sm	62	150,36	Sm	samario	6	8	150,36	6	8			
63	Eu	63	151,96	Eu	europio	6	9	151,96	6	9			
64	Gd	64	157,25	Gd	gadolinio	6	10	157,25	6	10			
65	Tb	65	158,93	Tb	terbio	6	11	158,93	6	11			
66	Dy	66	162,50	Dy	disprosio	6	12	162,50	6	12			
67	Ho	67	164,93	Ho	holmio	6	13	164,93	6	13			
68	Er	68	167,26	Er	erbio	6	14	167,26	6	14			
69	Tm	69	168,93	Tm	tulio	6	15	168,93	6	15			
70	Yb	70	173,05	Yb	ytterbio	6	16	173,05	6	16			
71	Lu	71	174,97	Lu	lutecio	6	17	174,97	6	17			
72	Hf	72	178,49	Hf	hafnio	6	18	178,49	6	18			
73	Ta	73	180,95	Ta	tantalio	6	19	180,95	6	19			
74	W	74	183,84	W	wolframio	6	20	183,84	6	20			
75	Re	75	186,21	Re	renio	6	21	186,21	6	21			
76	Os	76	190,23	Os	osmio	6	22	190,23	6	22			
77	Ir	77	192,22	Ir	iridio	6	23	192,22	6	23			
78	Pt	78	195,08	Pt	platino	6	24	195,08	6	24			
79	Au	79	196,97	Au	oro	6	25	196,97	6	25			
80	Hg	80	200,59	Hg	mercurio	6	26	200,59	6	26			
81	Tl	81	204,38	Tl	talio	6	27	204,38	6	27			
82	Pb	82	207,2	Pb	plomo	6	28	207,2	6	28			
83	Bi	83	208,98	Bi	bismuto	6	29	208,98	6	29			
84	Po	84		Po	polonio	6	30		6	30			
85	At	85		At	astato	6	31		6	31			
86	Rn	86		Rn	radón	6	32		6	32			
87	Fr	87		Fr	francio	7	1		7	1			
88	Ra	88		Ra	radio	7	2		7	2			
89-103					actínidos	7	3		7	3			
104	Rf	104		Rf	rutherfordio	7	4		7	4			
105	Db	105		Db	duibnio	7	5		7	5			
106	Sg	106		Sg	seaborgio	7	6		7	6			
107	Bh	107		Bh	bohrio	7	7		7	7			
108	Hs	108		Hs	haseio	7	8		7	8			
109	Mt	109		Mt	meitnerio	7	9		7	9			
110	Ds	110		Ds	dasimio	7	10		7	10			
111	Rg	111		Rg	roentgenio	7	11		7	11			
112	Cn	112		Cn	copernicio	7	12		7	12			
113	Nh	113		Nh	nihonio	7	13		7	13			
114	Fl	114		Fl	flerovio	7	14		7	14			
115	Mc	115		Mc	moscovio	7	15		7	15			
116	Lv	116		Lv	livermorio	7	16		7	16			
117	Ts	117		Ts	teneso	7	17		7	17			
118	Og	118		Og	oganesón	7	18		7	18			

57	La	lanatano	138,91
58	Ce	cerio	140,12
59	Pr	praseodimio	140,91
60	Nd	neodimio	144,24
61	Pm	prometio	
62	Sm	samario	150,36
63	Eu	europio	151,96
64			

PROBLEMA 1 (2 PUNTOS)

LA ARENA DEL POSTIGUET

Hace poco más de sesenta años que Antonio Carlos Jobim dio una dimensión internacional a la *bossa nova* cuando compuso el famoso tema “La chica de Ipanema” en el que hizo famosas a una bonita joven carioca y a una de las playas de dorada arena de Río de Janeiro. Aquí en Alicante también tenemos una playa muy famosa, “El Postiguet”, que es la delicia de los alicantinos y los muchos visitantes que acuden a ella para mitigar su calor en los meses de verano. La arena de “El Postiguet” es una mezcla cuyo componente mayoritario es la sílice o dióxido de silicio, con un contenido medio del mismo del 65,0 %. Esta sustancia es la principal fuente natural de silicio, elemento utilizado para la fabricación de placas solares, semiconductores y fibra de vidrio.



Figura1. Playa del Postiguet en Alicante y una muestra de su arena vista al microscopio.

Obtención de silicio: estequiometría y termodinámica

- 1.1. (0,20 puntos).** Calcule la masa de silicio que puede obtenerse, por reducción con carbono, del dióxido de silicio contenido en un kg de arena de la Playa del Postiguet sabiendo que en el proceso se desprende monóxido de carbono gaseoso y que el rendimiento del proceso es del 80,0 %.
- 1.2. (0,10 puntos).** Suponiendo que el carbono sólo reacciona con el dióxido de silicio, calcule la masa de carbono (considerado el grafito como el alótropo más estable en el estado estándar) que se necesita para que reaccione todo el dióxido de silicio contenido en la arena del apartado anterior.

- 1.3. (0,20 puntos).** Una rara reacción del silicio es la que tiene con el dinitrógeno para formar nitruro de silicio (Si_3N_4). Escriba la ecuación química ajustada correspondiente a esa reacción y calcule el volumen de aire, medido a 750 mmHg y 20,0 °C, necesario para que reaccione completamente el silicio obtenido en el apartado 1, para formar nitruro de silicio.
Dato. El aire contiene 79,0 % en volumen de dinitrógeno.
(NOTA: En caso de no haber resuelto el apartado 1, utilice el dato 200 g de Si).

En la siguiente tabla se muestran los datos termodinámicos de las sustancias involucradas en los apartados anteriores:

	$\text{SiO}_2(\text{s})$	$\text{C}(\text{grafito})$	$\text{Si}(\text{s})$	$\text{CO}(\text{g})$	$\text{N}_2(\text{g})$	$\text{Si}_3\text{N}_4(\text{s})$
$\Delta_f H^\circ / \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	-910,7	—	—	-110,5	—	-743,5
$S^\circ / \text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	41,5	5,70	18,8	197,7	191,6	101,3

- 1.4. (0,30 puntos).** Calcule el calor intercambiado con el entorno (a 25 °C y 1 atm) en la formación del nitruro de silicio que se puede obtener a partir del kg de arena de la Playa del Postiguet del apartado 1. Dada la gran cantidad de arena existente en la superficie terrestre, justifique si, de acuerdo con esta reacción, la arena es susceptible de ser utilizada como fuente de energía alternativa.
(NOTA: En caso de no haber resuelto el apartado 1, utilice el dato 200 g de Si).

- 1.5. (0,30 puntos).** Justifique si la formación del nitruro de silicio a partir del dióxido de silicio es un proceso espontáneo a 25 °C y 1 atm. Asimismo, determine, si procede, a partir de qué temperatura cambiaría el criterio para la espontaneidad.

El ácido hexafluorosilícico

- 1.6. (0,20 puntos).** El dióxido de silicio se disuelve en ácido fluorhídrico (HF) formando ácido hexafluorosilícico gaseoso (H_2SiF_6) y agua. Ajuste la ecuación química correspondiente a la reacción propuesta y calcule el volumen (L) de disolución de ácido fluorhídrico de riqueza 45,0 % en masa y densidad 1,14 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ necesario para disolver el dióxido de silicio contenido en 1 kg de arena de la Playa del Postiguet.
- 1.7. (0,20 puntos).** En algunos países del mundo, entre los que se encuentra España, es habitual realizar la fluoración del agua para prevenir la caries dental. Uno de los métodos utilizados consiste en disolver ácido hexafluorosilícico en agua hasta conseguir la concentración deseada. Calcule el volumen de agua (m^3) a 20 °C en el que habría que disolver el ácido hexafluorosilícico formado de acuerdo con la reacción del apartado anterior, para conseguir la concentración máxima de flúor en agua recomendada por la Organización Mundial de la Salud de 1,50 ppm ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$).
- 1.8. (0,30 puntos).** Escriba la estructura electrónica de Lewis, dibuje la forma geométrica del anión hexafluorosilicato (SiF_6^{2-}) y determine la hibridación del átomo central. Justifique las respuestas.



XXXIX OLIMPIADA NACIONAL DE QUÍMICA
Alicante, 25 de abril de 2026
PROBLEMAS

Número de
Identificación

El silicio y sus isótopos

El silicio tiene hasta veinticinco isótopos conocidos, con número másico entre 22 y 46, aunque los únicos estables son los de número másico 28, 29 y 30 con abundancias del 92,23 %, 4,67 % y 3,09 %, respectivamente. El resto de isótopos se encuentran con una abundancia natural ínfima o son artificiales. El Si-32 es un isótopo radiactivo que procede de la desintegración del argón. Su periodo de semidesintegración es de 153 años, mediante una desintegración β^- que lo transforma en P-32 (que tiene un periodo de semidesintegración mucho más breve, de 14,28 días).

1.9. (0,20 puntos). Escriba la reacción de desintegración del Si-32 y, sabiendo que este tipo de reacciones siguen una cinética de primer orden, calcule el porcentaje de este isótopo que quedará sin desintegrar al cabo de 100 años.



XXXIX OLIMPIADA NACIONAL DE QUÍMICA
Alicante, 25 de abril de 2026
PROBLEMAS

Número de
Identificación



PROBLEMA 2 (2 PUNTOS)

LA GRAN ESTAFA EN LA NIT DE LA CREMÀ

Imagine la escena: es la medianoche del 24 de junio. Alicante vibra con la llegada de La Palmera, el gigantesco espectáculo pirotécnico que, desde el Castillo de Santa Bárbara, da la señal para que comience la *cremà*. Entre la multitud, el influencer Dr. Mascarillo Golfante —famoso por sus timos de “mascarillas cuánticas” durante la pandemia— graba un directo para sus millones de seguidores. Sostiene un cubo de vinagre con azúcar y asegura que, con esa mezcla, “ha despertado a los electrones dormidos” del europio extraído de miles de LEDs fundidos. Promete que, al lanzar su “pócima química” a las llamas de la Hoguera Oficial, esta arderá con un rojo sobrenatural, nunca visto en la *terreta*.

Alarmado por semejante atentado contra la termodinámica y la cordura, el profesor Sergei Deveraux, ayudado por su asistente, el fiel e inepto ayudante Aigor, ha decidido verificar experimentalmente la “reacción milagrosa” propuesta por Mascarillo.



Figura 2. La Palmera de la Nit de Cremà.

El supuesto procedimiento experimental de Mascarillo consiste en mezclar:

- 2,50 g de Eu_2O_3 (trióxido de dieuropio procedente de fragmentos de LED machacados)
- 100 cm^3 de vinagre comercial (que contiene 6,00 % (p/v) de ácido acético)
- 10,0 g de sacarosa ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)

Mascarillo afirma que, tras “varias horas de conexión cuántica”, se forma europio metálico brillante, que además de utilizarse para fuegos artificiales en fiestas locales, puede emplearse en casa, triturado en forma de un polvo cuántico muy fino, es capaz de emitir fotones energéticos que eliminan la energía negativa ácida del cuerpo humano y hacen rejuvenecer las células del organismo —según él—, un ejemplo práctico de la “química al alcance de todos”.

El profesor Deveraux, con su habitual mezcla de paciencia y desesperación, ha pedido a su asistente que compruebe, mediante razonamientos químicos y cálculos rigurosos, si tal prodigio es posible ... o si Mascarillo ha vuelto a oxidarse intelectualmente.

Ayude a Aigor en la realización de las siguientes pruebas:

- 2.1. (0,20 puntos).** Escriba la ecuación global ajustada que corresponde a la oxidación de la sacarosa a dióxido de carbono y la reducción de Eu_2O_3 a Eu en el medio ácido proporcionado por el vinagre.
- 2.2. (0,30 puntos).** Calcule los moles de Eu que, en teoría, podrían formarse si los 10,0 g de sacarosa se oxidaran, suponiendo un rendimiento del 100 %. Determine si dicha cantidad sería suficiente para reducir todo el europio contenido en los 2,50 g de Eu_2O_3 .
- 2.3. (0,20 puntos).** Escriba la ecuación química en forma iónica correspondiente a la disolución de Eu_2O_3 en medio ácido, para formar Eu^{3+} y agua, y calcule los moles de H^+ necesarios para disolver completamente la muestra de Eu_2O_3 .
- 2.4. (0,50 puntos).** Teniendo en cuenta que el único donador de H^+ de la mezcla casera es el ácido acético contenido en los 100 cm^3 de vinagre (6,00 % p/v de CH_3COOH), evalúe si es posible la disolución completa de Eu_2O_3 . Utilice el equilibrio de disociación del ácido acético ($K_a = 1,80 \cdot 10^{-5}$) para estimar la cantidad de H^+ disponible y calcule el pH del vinagre.

Nota. Considere despreciable el cambio de volumen al añadir el azúcar y el Eu_2O_3 . En caso de no haber resuelto el apartado anterior utilice el valor $2,00 \cdot 10^{-3}$ moles de H^+ .

- 2.5. (0,30 puntos).** Conocidos los potenciales de electrodo de las sustancias reaccionantes, justifique, mediante los cálculos y razonamientos oportunos, si el procedimiento casero propuesto por Mascarillo, permitirá o no reducir el Eu_2O_3 a Eu.
Datos. Potenciales de electrodo (V): $E^\circ (\text{Eu}_2\text{O}_3 | \text{Eu}) = -2,40$; $E^\circ (\text{CO}_2 | \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = -0,139$.
- 2.6. (0,25 puntos).** Los LED que emplean Eu_2O_3 como material dopante emiten típicamente luz roja. En el Eu_2O_3 el europio está en estado de oxidación 3+, en el que los electrones f dan lugar a transiciones muy características. La más intensa es la transición ${}^5\text{D}_0 \rightarrow {}^7\text{F}_2$, que produce una emisión roja muy brillante, con una longitud de onda de 620 nm para potencias de salida superiores a 1 mW con una intensidad de corriente de 20 mA.

Calcule la energía, expresada en kJ mol^{-1} , asociada a la luz que emite ese tipo de LED.

- 2.7. (0,25 puntos).** Escriba la configuración electrónica en el estado fundamental del Eu^{3+} , determine cuántos electrones desapareados tiene y justifique en qué principio científico se basa para determinar dicho número.

EPILOGO. Ante las evidencias del fraude de Mascarillo demostradas por Deveraux y Aigor, estos han replicado en redes sociales con esta simple frase “a la estupidez de algunas personas les pasa como a la entropía, que crece de forma espontánea hasta alcanzar límites insospechados”.

PROBLEMA 3 (2 PUNTOS)

EL TURRÓN DE ALICANTE: UN DULCE EMBLEMÁTICO

El turrón es uno de los dulces más emblemáticos de la gastronomía española siendo un símbolo indiscutible de la Navidad. Dentro de su diversidad regional, el turrón de Alicante, también conocido como turrón duro, ocupa un lugar destacado por su calidad, tradición y reconocimiento histórico. Su origen se remonta, según la mayoría de los estudios, a la influencia culinaria árabe en la península ibérica durante la Edad Media, momento en el que la almendra y la miel comenzaron a emplearse en la elaboración de dulces energéticos y de larga conservación.



Figura 3.1. Turrón de Alicante o turrón duro.

El turrón de Alicante se caracteriza por su textura firme y crujiente, resultado de la cocción de miel y azúcar hasta el punto exacto y su posterior mezcla con almendras tostadas enteras. Esta combinación ha hecho que el turrón se convierta en un producto de referencia, protegido por la Indicación Geográfica Protegida (IGP) Jijona y Turrón de Alicante, que garantiza su origen y calidad.

Actualmente, el turrón no solo es un alimento tradicional, sino también un producto cultural y económico que identifica a la provincia de Alicante dentro y fuera de España. Su elaboración combina saberes artesanos con procesos modernos, manteniendo vivo un legado gastronómico que ha perdurado durante siglos.

El turrón de Alicante constituye no solo un producto representativo de nuestra tradición gastronómica, sino también un ejemplo cotidiano de gran interés desde el punto de vista de la química orgánica.

3.1. (0,5 puntos). La miel, ingrediente fundamental del turrón, es un alimento compuesto casi en su totalidad por glúcidos, representando aproximadamente entre el 75 % y el 80 % de su peso total. Entre los principales componentes se encuentran la fructosa (35–40 %), que suele ser el carbohidrato predominante en la mayoría de las mieles, y la glucosa (30–35 %). Además, la miel contiene entre un 5 % y un 10 % de disacáridos y oligosacáridos.

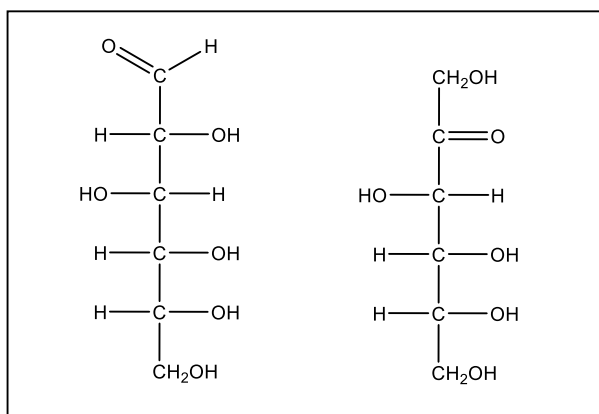


Figura 3.2. Estructuras D-glucosa y D-fructosa.

Dadas las estructuras de los dos monosacáridos principales presentes en la miel, (Figura 3.2.) responda a las siguientes cuestiones:

- A) (0,1 puntos) Clasifique correctamente ambos monosacáridos en función del grupo funcional y el número de átomos de carbono que presentan.
- B) (0,1 puntos) Indique el número de centros estereogénicos y número de diastereómeros que presentan cada uno de los monosacáridos representados en la Figura 3.2.
- C) (0,1 puntos) Establezca e indique la configuración absoluta de todos los centros quirales en la D-glucosa.
- D) (0,1 puntos) Dibuje el epímero de la D-glucosa en el carbono 3 y el enantiómero de la D-fructosa.
- E) (0,1 puntos) En la fabricación del turrón, las condiciones de calor y el medio ácido de la miel pueden favorecer la conversión de glucosa en fructosa mediante un proceso de isomerización reversible a través de un intermedio de tipo enediol. Teniendo en cuenta este mecanismo, represente la estructura química del intermedio formado en la reacción.

3.2. (0,2 puntos). Durante la elaboración del turrón se añade azúcar como uno de los ingredientes principales, cuya función es aportar dulzor, mejorar la textura y contribuir a la conservación del producto. Este azúcar añadido proporciona principalmente sacarosa, un disacárido de rápida absorción lo que produce un aporte energético inmediato.

Teniendo en cuenta que, la sacarosa está formada por la unión de la α -D-glucosa y la β -D-fructosa:

- A) (0,1 puntos) Dibuje la estructura del anómero α -D-glucosa mediante conformación silla.
B) (0,1 puntos) Dibuje la estructura de la sacarosa, utilizando la proyección de Haworth.

3.3. (0,3 puntos). La miel de azahar (muy utilizada en la elaboración del turrón de Alicante) producida a partir de flores de cítricos, especialmente naranjo, se caracteriza por un perfil aromático floral muy marcado. Su composición puede variar, pero entre los compuestos volátiles más frecuentes se encuentran terpenos como el linalool (Figura 3.3.) y ésteres como el acetato de linalillo entre otros compuestos volátiles.

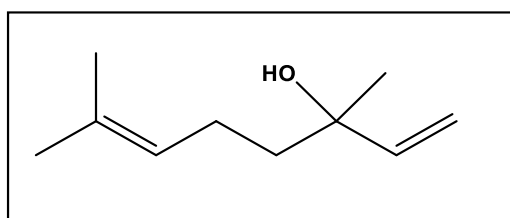


Figura 3.3. Linalool.

- A) (0,1 puntos) Formule, empleando la nomenclatura de la IUPAC con el método de nomenclatura de sustitución, el nombre de este terpeno.
B) (0,1 puntos) ¿Qué tipo/s de isomería/s puede presentar el linalool?
C) (0,1 puntos) Formule la reacción de formación del éster acético de linalool.

3.4. (0,2 puntos). Durante el proceso de elaboración del turrón, debido al calentamiento de la mezcla, tienen lugar una serie de transformaciones químicas como la caramelización y la reacción de Maillard que originan entre otros compuestos el 5-hidroximetilfurfural (HMF) por ciclación intramolecular (Figura 3.4.).

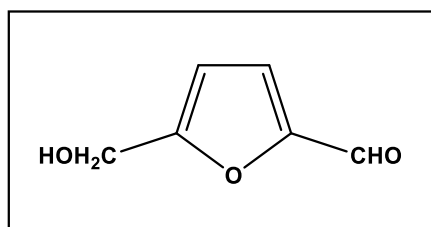


Figura 3.4. Estructura del HMF.

Dada la estructura del HMF, responda a las siguientes cuestiones:

A) (0,1 puntos) Indique el número de moléculas de agua se han perdido en el proceso de ciclación.

B) (0,1 puntos) Nombre los grupos funcionales que presenta este heterociclo.

3.5. (0,3 puntos). Las almendras, por otra parte, ingrediente fundamental del turrón de Alicante, contienen aproximadamente un 50–55 % de lípidos, mayoritariamente triglicéridos formados por ácidos grasos insaturados. Entre ellos predominan el ácido oleico (60–70 %) y el ácido linoleico (20–30 %), junto con cantidades menores de ácido palmítico (5–8 %).

A) (0,1 puntos) Teniendo en cuenta que el nombre sistemático del ácido linoleico es ácido (9Z,12Z)-octadeca-9,12-dienoico, dibuje su estructura química semidesarrollada.

B) (0,05 puntos) Indique la configuración de todos los isómeros geométricos que podría presentar el ácido linoleico.

C) (0,1 puntos) A partir de los tres ácidos grasos mayoritarios del aceite de almendra: ácido palmítico (16:0), ácido oleico (18:1 Δ^9 cis) y ácido linoleico, represente la estructura de un triglicérido posible que pueda formarse combinando esos tres ácidos grasos.

D) (0,05 puntos) Calcule e indique el número de triglicéridos diferentes que pueden formarse en total usando precisamente estos tres ácidos grasos.

3.6. (0,2 puntos). La amigdalina (Figura 3.5.) es un compuesto químico natural que pertenece al grupo de los glucósidos cianogénicos. Se encuentra de forma natural en las semillas de diversos frutos como los albaricoques, duraznos, manzanas y especialmente en las almendras amargas. Este compuesto, por sí mismo, no es tóxico; sin embargo, cuando se somete a procesos de masticación, digestión o degradación enzimática, puede descomponerse y liberar cianuro de hidrógeno, una sustancia altamente tóxica para el organismo.

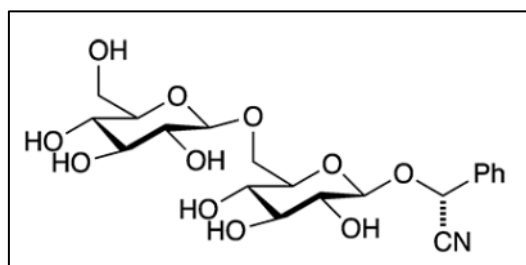
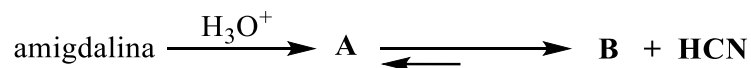


Figura 3.5. Estructura química de la amigdalina.

La hidrólisis de la amigdalina ya sea en medio ácido o catalizada por enzimas, provoca en primer lugar la ruptura de sus dos enlaces glucosídicos. Como resultado se forma un

compuesto intermedio **A**, muy inestable, que posteriormente se transforma en **B**, junto con cianuro de hidrógeno.

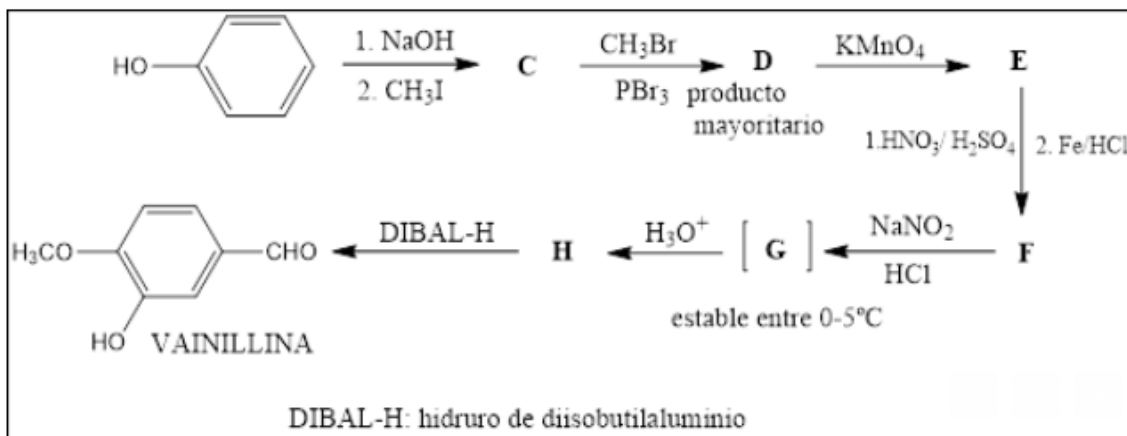


Dibuje la estructura química de los productos orgánicos **A** y **B**, sabiendo que **B** es el producto responsable del sabor de las almendras amargas.

3.7 (0,3 puntos). La vainillina es uno de los aromatizantes más utilizados en la industria alimentaria debido a su característico aroma a vainilla. Este compuesto se emplea ampliamente en la elaboración del turrón, así como en otras preparaciones dulces (chocolates, galletas, ...). Aunque la vainillina puede obtenerse de forma natural a partir de las vainas de vainilla, la producción natural es limitada y costosa, ya que requiere grandes cantidades de materia prima y procesos de extracción complejos.

Por esta razón, gran parte de la vainillina utilizada en la industria se obtiene mediante síntesis química a partir de diferentes precursores como el guayacol u otros compuestos aromáticos. Una posible ruta de síntesis de la vainillina en el laboratorio se indica en el Esquema 1.

Complete el esquema de síntesis de vainillina utilizando fenol como producto de partida, dibujando la estructura química correcta de los compuestos **C**, **D**, **E**, **F**, **G** y **H** formados.



Esquema 1. Ruta sintética de la vainillina.

1.	(2 puntos) LA ARENA DEL POSTIGUET	Nota
1.1.	<p>(0,20 puntos) Calcule la masa de silicio que puede obtenerse, por reducción con carbono, del dióxido de silicio contenido en un kg de arena de la Playa del Postiguet sabiendo que en el proceso se desprende monóxido de carbono gaseoso y que el rendimiento del proceso es del 80,0 %.</p> <p>- Ecuación química ajustada (0,05 puntos de los 0,2):</p> $\text{SiO}_2(\text{s}) + 2 \text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{Si}(\text{s}) + 2 \text{CO}(\text{g})$ <p>- Cálculo de los moles de SiO₂ (0,05 puntos de los 0,2):</p> $1 \text{ kg arena} \cdot \frac{10^3 \text{ g arena}}{1 \text{ kg arena}} \cdot \frac{65,0 \text{ g SiO}_2}{100 \text{ g arena}} \cdot \frac{1 \text{ mol SiO}_2}{60,0 \text{ g SiO}_2} = \mathbf{10,8 \text{ mol SiO}_2}$ <p>- Cálculo de la masa de Si (0,1 puntos de los 0,2):</p> $10,8 \text{ mol SiO}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol Si}}{1 \text{ mol SiO}_2} \cdot \frac{28,0 \text{ g Si}}{1 \text{ mol Si}} \cdot \frac{80,0 \text{ g Si (exp)}}{100 \text{ g Si (teo)}} = \mathbf{242 \text{ g Si}}$ <p><i>Si ajusta mal la ecuación (-0,05 p)</i></p> <p><i>Si aplica mal la riqueza (-0,025 p)</i></p> <p><i>Si aplica mal el rendimiento (-0,05 p)</i></p> <p><i>Si el planteamiento es correcto y falla en el cálculo (-0,05 p por cada fallo)</i></p> <p><i>Si ajusta mal ecuación pero es coherente, penalizar solo el ajuste</i></p>	<input data-bbox="1409 566 1485 645" type="checkbox"/> <input data-bbox="1409 707 1485 786" type="checkbox"/> <input data-bbox="1409 848 1485 927" type="checkbox"/>
1.2.	<p>(0,10 puntos) Suponiendo que el carbono solo reacciona con el dióxido de silicio, calcule la masa de carbono (grafito) que se necesita para que reaccione todo el dióxido de silicio contenido en la arena del apartado anterior.</p> <p>- Cálculo de la masa de C grafito) (0,10 puntos):</p> $10,8 \text{ mol SiO}_2 \cdot \frac{2 \text{ mol C}}{1 \text{ mol SiO}_2} \cdot \frac{12,0 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = \mathbf{259 \text{ g C}}$ <p><i>Si el planteamiento es correcto y falla en el cálculo (-0,05 p)</i></p>	<input data-bbox="1409 1350 1485 1429" type="checkbox"/>

1.3. (0,20 puntos) Una rara reacción del silicio es la que tiene con el dinitrógeno para formar nitruro de silicio (Si₃N₄). Escriba la ecuación química ajustada correspondiente a esa reacción y calcule el volumen de aire, medido a 750 mmHg y 20,0 °C, necesario para que reaccione completamente con silicio obtenido en el apartado 1, para formar nitruro de silicio.

Dato. El aire contiene 79,0 % en volumen de nitrógeno.

(NOTA: En caso de no haber resuelto el apartado 1, utilice el dato 200 g de Si).

- Ecuación química ajustada (0,05 puntos de los 0,2):



- Cálculo de los moles de N₂ (0,05 puntos de los 0,2):

$$242 \text{ g Si} \cdot \frac{1 \text{ mol Si}}{28,0 \text{ g Si}} \cdot \frac{2 \text{ mol N}_2}{3 \text{ mol Si}} = 5,76 \text{ mol N}_2$$

- Cálculo del volumen de N₂ (0,05 puntos de los 0,2):

$$V = \frac{5,76 \text{ mol N}_2 \cdot (0,08206 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}) \cdot (20,0 + 273,15) \text{ K}}{750 \text{ mmHg}} \cdot \frac{760 \text{ mmHg}}{1 \text{ atm}} = 140 \text{ L N}_2$$

- Cálculo del volumen de aire (0,05 puntos de los 0,2):

$$140 \text{ L N}_2 \cdot \frac{100 \text{ L aire}}{79,0 \text{ L N}_2} = 178 \text{ L aire}$$

Si ajusta mal la ecuación (-0,05 p)

Si aplica mal la riqueza (-0,025 p)

Si el planteamiento es correcto y falla en el cálculo (-0,05 p por fallo)

Si ajusta mal ecuación pero es coherente, penalizar solo el ajuste



1.4. (0,30 puntos) Calcule el calor intercambiado con el entorno (a 25 °C y 1 atm) en la formación del nitruro de silicio que se puede obtener a partir del kg de arena de la Playa del Postiguuet del apartado 1. Dada la gran cantidad de arena existente en la superficie terrestre, justifique si, de acuerdo con esta reacción, la arena es susceptible de ser utilizada como fuente de energía alternativa.

Los datos termodinámicos de las sustancias involucradas en los apartados anteriores son:

	SiO ₂ (s)	C(grafito)	Si(s)	CO(g)	N ₂ (g)	Si ₃ N ₄ (s)
$\Delta_f H^\circ / \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	-910,7	—	—	-110,5	—	-743,5
$S^\circ / \text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	41,5	5,70	18,8	197,7	191,6	101,3

- Cálculo de la entalpía de la reacción 1 (0,05 puntos de los 0,3):

$$\Delta_1 H^\circ = 2 \text{ mol CO} \cdot \frac{-110,5 \text{ kJ}}{\text{mol CO}} - 1 \text{ mol SiO}_2 \cdot \frac{-910,7 \text{ kJ}}{\text{mol SiO}_2} = \mathbf{+689,7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}}$$

- Cálculo de la entalpía de la reacción 3 (0,05 puntos de los 0,3):

$$\Delta_3 H^\circ = \Delta_f H^\circ (\text{Si}_3\text{N}_4) = \mathbf{-743,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}}$$

- Cálculo de la entalpía de la reacción global según la ley de Hess (0,1 puntos de los 0,3):



- Cálculo del calor de la reacción global (0,05 puntos de los 0,3):

$$242 \text{ g Si} \cdot \frac{1 \text{ mol Si}}{28,0 \text{ g Si}} \cdot \frac{1 \text{ mol Si}_3\text{N}_4}{3 \text{ mol Si}} \cdot \frac{1325,6 \text{ kJ}}{1 \text{ mol Si}_3\text{N}_4} = \mathbf{3,819 \cdot 10^3 \text{ kJ}}$$

- Justificación del uso del SiO₂ como combustible (0,05 puntos de los 0,3):

Se trata de un **proceso endotérmico** en el que se absorbe calor ya que $\Delta_r H^\circ > 0$, por tanto, el **SiO₂ no es susceptible de ser usado como fuente de energía.**

Si calcula mal las entalpías parciales (-0,05 p en cada reacción)

Si calcula mal la entalpía global (-0,1 p)

Si el planteamiento es correcto y falla en el cálculo (-0,05 p por fallo)

Si justifica mal (-0,05 p)



1.5. (0,30 puntos) Justifique si la formación del nitruro de silicio a partir del dióxido de silicio es un proceso espontáneo a 25 °C y 1 atm. Asimismo, determine, si procede, a partir de qué temperatura cambiaría el criterio para la espontaneidad.

- Criterio de espontaneidad (0,05 puntos de los 0,3):

La espontaneidad de la reacción está relacionada con el valor de la energía de Gibbs, $\Delta_r G^\circ$.

- Si $\Delta_r G^\circ > 0 \rightarrow$ reacción no espontánea
- Si $\Delta_r G^\circ < 0 \rightarrow$ reacción espontánea

- Cálculo de la entropía de la reacción global (0,05 puntos de los 0,3):

$$\Delta_r S^\circ = \left[1 \text{ mol Si}_3\text{N}_4 \cdot \frac{101,3 \text{ J}}{\text{K}\cdot\text{mol Si}_3\text{N}_4} + 6 \text{ mol CO} \cdot \frac{197,7 \text{ J}}{\text{K}\cdot\text{mol CO}} \right] - \left[3 \text{ mol SiO}_2 \cdot \frac{41,5 \text{ J}}{\text{K}\cdot\text{mol SiO}_2} + 6 \text{ mol C} \cdot \frac{5,7 \text{ J}}{\text{K}\cdot\text{mol C}} + 2 \text{ mol N}_2 \cdot \frac{191,6 \text{ J}}{\text{K}\cdot\text{mol N}_2} \right] = +745,6 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

- Cálculo de la energía de Gibbs de la reacción global (0,05 puntos de los 0,3):

$$\Delta_r G^\circ = 1325,6 \text{ kJ} - \frac{745,6 \text{ J}}{\text{K}} \cdot \frac{1 \text{ kJ}}{10^3 \text{ J}} \cdot 298,15 \text{ K} = +1101,3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

- Discusión de la espontaneidad de la reacción global (0,05 puntos de los 0,3):

Se trata de un **proceso** en el que aumenta el desorden y se absorbe calor. Será un proceso **no espontáneo en las condiciones propuestas**.

- Cálculo de la temperatura de equilibrio (0,05 puntos de los 0,3):

$$0 = 1325,6 \text{ kJ} - \frac{745,6 \text{ J}}{\text{K}} \cdot \frac{1 \text{ kJ}}{10^3 \text{ J}} \cdot T \rightarrow T = 1778 \text{ K} = 1505 \text{ °C}$$

- Discusión del cambio en la espontaneidad de la reacción global (0,05 puntos de los 0,3):

El **proceso** estudiado se vuelve **espontáneo** para **$T > 1778 \text{ K}$** .

Si no especifica el criterio de espontaneidad, $\Delta G < 0$ (-0,05 p)

Si el planteamiento de la entropía o de la de la energía de Gibbs es correcto y falla en el cálculo (-0,025 p)

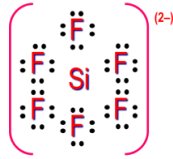
Si justifica mal la espontaneidad o calcula mal la temperatura (-0,05 p en cada caso)



<p>1.6.</p>	<p>(0,20 puntos) El dióxido de silicio se disuelve en ácido fluorhídrico (HF) formando ácido hexafluorosilícico gaseoso (H_2SiF_6) y agua. Ajuste la ecuación química correspondiente a la reacción propuesta y calcule el volumen (L) de disolución de ácido fluorhídrico de riqueza 45,0 % en masa y densidad $1,14 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ necesario para disolver el dióxido de silicio contenido en 1 kg de arena de la Playa del Postiguet.</p> <p>- Ecuación química ajustada (0,05 puntos de los 0,2):</p> $6 \text{ HF(aq)} + \text{SiO}_2(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6(\text{g}) + 2 \text{ H}_2\text{O(l)}$ <p>- Cálculo de la masa de HF puro (0,05 puntos de los 0,2):</p> $10,8 \text{ mol SiO}_2 \cdot \frac{6 \text{ mol HF}}{1 \text{ mol SiO}_2} \cdot \frac{20,0 \text{ g HF}}{1 \text{ mol HF}} = 1,296 \cdot 10^3 \text{ g HF}$ <p>- Cálculo de la masa de HF del 45,0 % (0,05 puntos de los 0,2):</p> $1,296 \cdot 10^3 \text{ g HF} \cdot \frac{100 \text{ g HF } 45,0 \%}{45,0 \text{ g HF}} = 2,880 \cdot 10^3 \text{ g HF } 45,0 \%$ <p>- Cálculo del volumen de HF del 45,0 % (0,05 puntos de los 0,2):</p> $2,880 \cdot 10^3 \text{ g HF } 45,0 \% \cdot \frac{1 \text{ mL HF } 45,0 \%}{1,14 \text{ g HF } 45,0 \%} \cdot \frac{1 \text{ L HF } 45,0 \%}{10^3 \text{ mL HF } 45,0 \%} = 2,53 \text{ L HF } 45,0 \%$ <p><i>Si ajusta mal la ecuación (-0,05 p)</i></p> <p><i>Si aplica mal la riqueza (-0,025 p)</i></p> <p><i>Si no escribe el volumen en L (-0,025 p)</i></p> <p><i>Si el planteamiento es correcto y falla en el cálculo (-0,025 p por fallo)</i></p> <p><i>Si ajusta mal ecuación pero es coherente, penalizar solo el ajuste</i></p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<p>1.7.</p>	<p>(0,20 puntos) Calcule el volumen de agua (m^3) a $20 \text{ }^\circ\text{C}$, en el que hay que disolver el ácido hexafluorosilícico formado de acuerdo con la reacción del apartado anterior para conseguir la concentración máxima de flúor en agua recomendada por la Organización Mundial de la Salud de 1,50 ppm ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$).</p> <p>- Cálculo de los moles de H_2SiF_6 (0,05 p de los 0,2):</p> $10,8 \text{ mol SiO}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SiF}_6}{1 \text{ mol SiO}_2} = 10,8 \text{ mol H}_2\text{SiF}_6$ <p>- Cálculo de la masa de F en el agua (0,05 p de los 0,2):</p> $10,8 \text{ mol H}_2\text{SiF}_6 \cdot \frac{6 \text{ mol F}}{1 \text{ mol H}_2\text{SiF}_6} \cdot \frac{19,0 \text{ g F}}{1 \text{ mol F}} = 1,23 \cdot 10^3 \text{ g F}$ <p>- Cálculo del volumen de agua en la disolución de concentración 1,50 ppm (0,1 p de los 0,2):</p> $1,23 \cdot 10^3 \text{ g F} \cdot \frac{10^3 \text{ mg F}}{1 \text{ g F}} \cdot \frac{1 \text{ L H}_2\text{O}}{1,50 \text{ mg F}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3 \text{ H}_2\text{O}}{10^3 \text{ L H}_2\text{O}} = 821 \text{ m}^3 \text{ H}_2\text{O}$ <p><i>Si aplica mal la concentración de la disolución (-0,025 p)</i></p> <p><i>Si no escribe el volumen en m^3 (-0,05 p)</i></p> <p><i>Si el planteamiento es correcto y falla en el cálculo (-0,025 p por cada fallo)</i></p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

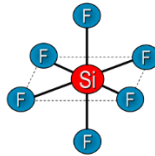
1.8. (0,30 puntos) Escriba la estructura electrónica de Lewis, dibuje la forma geométrica del anión hexafluorosilicato (SiF_6^{2-}) y determine la hibridación del átomo central. Justifique las respuestas.

- Estructura electrónica de Lewis (0,1 p de los 0,3):



- Justificación de la geometría molecular (0,1 p de los 0,3):

De acuerdo con el modelo RPECV esta especie se ajusta a la fórmula AX_6 , por lo que su número estérico es 6. Por este motivo, le corresponde una disposición octaédrica de ligandos y pares de electrones solitarios alrededor del átomo central. Como no existe ningún par de electrones solitarios sobre el átomo central la forma geométrica de la especie es **octaédrica**.



- Justificación de la hibridación del átomo central (0,1 p de los 0,3):

El silicio, elemento del tercer periodo, de acuerdo con su configuración electrónica debería formar cuatro enlaces con los átomos de flúor, pero como tiene los orbitales 3d vacíos puede utilizarlos para albergar pares de electrones solitarios procedentes del ion fluoruro y formar más enlaces. Para que los seis enlaces sean equivalentes, el átomo de flúor muestra **hibridación sp^3d^2** .

Si no justifica la geometría o la hibridación (-0,075 p en cada caso)

Si la estructura de Lewis está mal, se puntua con 0 todo el apartado (-0,3 p)

1.9. (0,20 puntos) Escriba la reacción de desintegración que sufre el ^{32}Si y, sabiendo que este tipo de reacciones siguen una cinética de primer orden, calcule el porcentaje de este isótopo quedará sin desintegrar al cabo de 100 años.

- Reacción de desintegración β^- del ^{32}Si (0,05 p de los 0,2):



- Cálculo de la constante radiactiva (0,075 p de los 0,2):

$$\ln \frac{N_0/2}{N_0} = -k t_{1/2} \quad \rightarrow \quad k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{153 \text{ años}} = 4,53 \cdot 10^{-3} \text{ años}^{-1}$$

- Cálculo de la cantidad de ^{32}Si al cabo de 100 años (0,075 p de los 0,2):

$$\ln \frac{N}{N_0} = -(4,53 \cdot 10^{-3} \text{ año}^{-1}) \cdot (100 \text{ años}) \quad \rightarrow \quad \frac{N}{N_0} = 0,636 \quad \rightarrow \quad N = 63,6 \%$$

Si se equivoca de periodo de semidesintegración (-0,1 p)

Si el planteamiento es correcto y falla en el cálculo (-0,025 p por fallo)

Total, de los 9 apartados

2.	(2 puntos) LA GRAN ESTAFA EN LA NIT DE LA CREMÀ	Nota
2.1.	<p>(0,20 puntos) Escriba la ecuación global ajustada que corresponde a la oxidación de la sacarosa a dióxido de carbono y la reducción de Eu_2O_3 a Eu en el medio ácido proporcionado por el vinagre.</p> <p>- Semirreacciones de oxidación y reducción (0,05 puntos cada una de los 0,20):</p> <p style="text-align: center;">Oxidación: $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + 13 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 12 \text{CO}_2 + 48 \text{H}^+ + 48 \text{e}^-$</p> <p style="text-align: center;">Reducción: $8 (\text{Eu}_2\text{O}_3 + 6 \text{H}^+ + 6 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Eu} + 3 \text{H}_2\text{O})$</p> <p>- Reacción molecular global ajustada (0,1 puntos de los 0,20):</p> <p style="text-align: center;">$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + 8 \text{Eu}_2\text{O}_3 \rightarrow 12 \text{CO}_2 + 16 \text{Eu} + 11 \text{H}_2\text{O}$</p> <p><i>Si alguna semirreacción está mal pero la reacción global es coherente (-0,05 p)</i></p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2.2.	<p>(0,30 puntos) Calcule los moles de Eu que, en teoría, podrían formarse si los 10,0 g de sacarosa se oxidaran, suponiendo un rendimiento del 100 %. Determine si dicha cantidad sería suficiente para reducir todo el europio contenido en los 2,50 g de Eu_2O_3.</p> <p>- Cálculo de los moles de Eu contenidos en los LED (0,1 puntos de los 0,3):</p> <p style="text-align: center;">$2,50 \text{ g Eu}_2\text{O}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol Eu}_2\text{O}_3}{351,9 \text{ g Eu}_2\text{O}_3} = 7,10 \cdot 10^{-3} \text{ mol Eu}_2\text{O}_3$</p> <p style="text-align: center;">$7,10 \cdot 10^{-3} \text{ mol Eu}_2\text{O}_3 \cdot \frac{2 \text{ mol Eu}}{1 \text{ mol Eu}_2\text{O}_3} = \mathbf{1,42 \cdot 10^{-2} \text{ mol Eu}}$</p> <p>- Cálculo de los moles de $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (0,1 puntos de los 0,3):</p> <p style="text-align: center;">$10,0 \text{ g C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \cdot \frac{1 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}{342,0 \text{ g C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} = \mathbf{2,92 \cdot 10^{-2} \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}$</p> <p>- Cálculo de los moles de Eu que se pueden obtener por reacción con $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (0,1 puntos de los 0,3):</p> <p style="text-align: center;">$10,0 \text{ g C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \cdot \frac{1 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}{342,0 \text{ g C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} \cdot \frac{16 \text{ mol Eu}}{1 \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} = \mathbf{0,468 \text{ mol Eu}}$</p> <p>- Comparación de los moles disponibles de cada especie y discusión del limitante (0,1 puntos de los 0,3):</p> <p style="text-align: center;">$\frac{1,42 \cdot 10^{-2} \text{ mol Eu}}{2,92 \cdot 10^{-2} \text{ mol C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} = \mathbf{0,486}$</p> <p>Como la relación molar en la que se encuentran ambas especies (0,486) es menor que la estequiométrica (8) quiere decir que se consume completamente el Eu (limitante) y que existe exceso de $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.</p> <p><i>Si el planteamiento es correcto y falla en el cálculo (-0,05 por cada fallo)</i></p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<p>2.3.</p>	<p>(0,20 puntos) Escriba la ecuación química en forma iónica correspondiente a la disolución de Eu_2O_3 en medio ácido para formar Eu^{3+} y agua, y calcule los moles de H^+ necesarios para disolver completamente la muestra de Eu_2O_3.</p> <p>- Ecuación iónica de la disolución del Eu_2O_3 en medio ácido (0,1 puntos de los 0,2):</p> $\text{Eu}_2\text{O}_3 + 6 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Eu}^{3+} + 3 \text{H}_2\text{O}$ <p>- Cálculo de los moles de H^+ necesarios para el proceso de disolución (0,1 puntos de los 0,2):</p> $7,10 \cdot 10^{-3} \text{ mol Eu}_2\text{O}_3 \cdot \frac{6 \text{ mol H}^+}{1 \text{ mol Eu}_2\text{O}_3} = 4,26 \cdot 10^{-2} \text{ mol H}^+$ <p><i>Si ajusta mal la ecuación (-0,1 p)</i></p> <p><i>Si el planteamiento es correcto y falla en el cálculo (-0,05 p)</i></p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<p>2.4.</p>	<p>(0,50 puntos) Teniendo en cuenta que el único donador de H^+ de la mezcla casera es el ácido acético contenido en los 100 cm^3 de vinagre (6,00 % p/v de CH_3COOH), evalúe si es posible la disolución completa de Eu_2O_3. Utilice el equilibrio de disociación del ácido acético ($K_a = 1,80 \cdot 10^{-5}$) para estimar la cantidad de H^+ disponible y calcule el pH del vinagre.</p> <p><i>Nota. Considere despreciable el cambio de volumen al añadir el azúcar y el Eu_2O_3. En caso de no haber resuelto el apartado anterior utilice el valor $2,00 \cdot 10^{-3}$ moles de H^+.</i></p> <p>- Cálculo de los moles de H^+ que proporciona el CH_3COOH contenido en el vinagre (0,15 puntos de los 0,5):</p> <p>La cantidad de H_3O^+ que contiene el vinagre utilizado es:</p> $100 \text{ mL vinagre} \cdot \frac{6,00 \text{ g CH}_3\text{COOH}}{100 \text{ mL vinagre}} \cdot \frac{1 \text{ mol CH}_3\text{COOH}}{60,0 \text{ g CH}_3\text{COOH}} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_3\text{O}^+}{1 \text{ mol CH}_3\text{COOH}} = 0,100 \text{ mol H}_3\text{O}^+$ <p>- Comparación de los moles de H^+ disponibles y necesarios para disolver el Eu_2O_3 (0,1 puntos de los 0,5):</p> $0,100 \text{ mol H}_3\text{O}^+ \text{ (disponible)} \gg 4,26 \cdot 10^{-2} \text{ mol H}_3\text{O}^+ \text{ (necesario)}$ <p>Se concluye que como se dispone de suficiente cantidad de H_3O^+, sí es posible disolver todo el Eu_2O_3.</p> <p>- Cálculo de la concentración de CH_3COOH en el vinagre (0,1 puntos de los 0,5):</p> $c = \frac{6,00 \text{ g CH}_3\text{COOH}}{100 \text{ mL vinagre}} \cdot \frac{1 \text{ mol CH}_3\text{COOH}}{60,0 \text{ g CH}_3\text{COOH}} \cdot \frac{10^3 \text{ mL vinagre}}{1 \text{ L vinagre}} = 1,00 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ <p>- Cálculo del pH de la disolución de vinagre (0,15 puntos de los 0,5):</p> <p>El equilibrio correspondiente a la disociación del CH_3COOH es:</p> $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{ac}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ <p>La expresión de la constante de acidez es:</p> $K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$ <p>Aplicando los correspondientes balances y aproximaciones se obtiene:</p> $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] \quad \text{y} \quad [\text{CH}_3\text{COOH}] = c - [\text{H}_3\text{O}^+]$ <p>La expresión de la constante de acidez queda como:</p> $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{c - [\text{H}_3\text{O}^+]}$	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Como se cumple que:

$$\frac{c}{K_a} > 100 \quad \text{se puede realizar la aproximación} \quad c - [\text{H}_3\text{O}^+] \approx c$$

La expresión de la constante se reduce a:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{c}$$

Sustituyendo en la expresión de K_a se obtiene que el valor de $[\text{H}_3\text{O}^+]$ de la disolución es:

$$1,80 \cdot 10^{-5} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{1,00} \quad \rightarrow \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 4,24 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

- Cálculo del pH de la disolución de CH_3COOH del vinagre (0,1 puntos de los 0,5):

$$\text{pH} = -\log(4,24 \cdot 10^{-3}) = \mathbf{2,37}$$

Si realiza la aproximación en la constante de acidez y no lo justifica (-0,05 p)

Si el planteamiento es correcto y falla en el cálculo (-0,05 p por cada fallo)

2.5. (0,30 puntos) Conocidos los potenciales de electrodo de las sustancias reaccionantes, justifique, mediante los cálculos y razonamientos oportunos, si el procedimiento casero propuesto por Mascarillo, permitirá o no reducir el Eu_2O_3 a Eu.

Datos. Potenciales de electrodo (V): $E^\circ(\text{Eu}_2\text{O}_3|\text{Eu}) = -2,40$; $E^\circ(\text{CO}_2|\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = -0,139$.

- Criterio de espontaneidad (0,1 puntos de los 0,3):

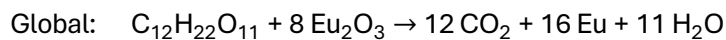
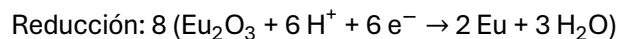
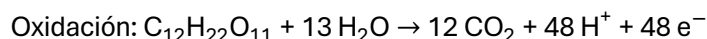
La espontaneidad de la reacción está relacionada con el valor de la energía de Gibbs, $\Delta_r G^\circ$.

▪ Si $\Delta_r G^\circ > 0 \rightarrow$ reacción no espontánea ▪ Si $\Delta_r G^\circ < 0 \rightarrow$ reacción espontánea

Para que una reacción sea espontánea debe cumplirse que, a presión y temperatura constantes, $\Delta G^\circ < 0$. La relación entre ΔG° y el potencial de la reacción, E° , viene dado por la expresión, $\Delta G^\circ = -nFE^\circ$, de donde se deduce que una reacción de oxidación-reducción será espontánea siempre que se cumpla que $E^\circ > 0$.

- Cálculo del potencial de la reacción (0,1 puntos de los 0,3):

Las semirreacciones de oxidación del reductor y reducción del oxidante que tienen lugar son:



$$E_{\text{celda}}^\circ = E_{\text{oxidante}}^\circ - E_{\text{reductor}}^\circ = (-2,40 \text{ V}) - (-0,19 \text{ V}) = \mathbf{-2,26 \text{ V}}$$

- Justificación de la espontaneidad (0,1 puntos de los 0,3):

El valor de $E_{\text{celda}}^\circ < 0$, determina que se trata de un **proceso no espontáneo, $\Delta G^\circ > 0$** , por lo que se puede afirmar que la propuesta de Mascarillo es un **fraude**.

Si no justifica el criterio de espontaneidad, $\Delta G < 0$, (-0,1 p)

Si no justifica la espontaneidad, relación ΔG y E , (-0,1 p)

Si el planteamiento es correcto y falla en el cálculo (-0,05 p)



2.6. (0,25 puntos) Calcule la energía, expresada en kJ mol^{-1} , asociada a la luz que emite ese tipo de LED.

- Cálculo de la energía asociada al fotón LED (0,1 puntos de los 0,25):

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}) \cdot (2,998 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1})}{620 \text{ nm}} \cdot \frac{1 \text{ nm}}{10^{-9} \text{ m}} = 3,19 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

- Cálculo de la energía asociada al fotón LED en kJ/mol (0,15 puntos de los 0,25):

$$E = 3,19 \cdot 10^{-19} \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ kJ}}{10^3 \text{ J}} \cdot \frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ átomos}}{1 \text{ mol}} = 193 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Si no justifica de forma correcta (-0,05 p)

Si el planteamiento es correcto y falla en el cálculo (-0,05 p por cada fallo)



2.7. (0,25 puntos) Escriba la configuración electrónica en el estado fundamental del Eu^{3+} , determine cuántos electrones desapareados tiene y justifique en qué principio científico se basa para determinar dicho número.

- Configuración electrónica del Eu y del Eu^{3+} (0,075 p cada una de los 0,25):

La configuración electrónica abreviada del Eu ($Z = 63$) es **$[\text{Xe}] 6s^2 4f^7$** y, si pierde los dos electrones más alejados del núcleo, que son los que tienen mayor valor de n y que se encuentran en el orbital $6s$, y uno de los que se encuentran alojados en los orbitales $4f$ se transforma en Eu^{3+} cuya configuración electrónica es **$[\text{Xe}] 4f^6$** .

- Determinación del número de electrones desapareados y criterio en el que se basa (0,05 p cada uno de los 0,25):

De acuerdo con el **principio de máxima multiplicidad de Hund** (1927):

“en los orbitales de idéntica energía (degenerados), los electrones se encuentran lo más separados posible, desapareados y con los espines paralelos”,

le corresponde una distribución de los electrones en los orbitales $6s$ y $4f$:

6s	4f					
	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Como se observa, el Eu^{3+} presenta **6 electrones desapareados**.

Si escribe mal una de las configuraciones electrónicas (-0,075 p por cada configuración mal)

Si escribe mal el número de electrones desapareados (-0,05 p)

Si no dice o dice mal el criterio (-0,05 p)



Total, de los 7 apartados



3.

(2 puntos)**EL TURRÓN DE ALICANTE: UN DULCE EMBLEMÁTICO**

3.1.

A) (0,1 puntos) Clasifique correctamente ambos monosacáridos en función del grupo funcional y el número de átomos de carbono que presentan:

MONOSACÁRIDO	CLASIFICACIÓN por grupo funcional	CLASIFICACIÓN por nº átomos de C
GLUCOSA	ALDOSA	HEXOSA
FRUCTOSA	CETOSA	HEXOSA

0,025 puntos cada respuesta correcta

B) (0,1 puntos) Indique el número de centros estereogénicos y número de diastereómeros que presentan cada uno de los monosacáridos representados en la Figura 3.2.:

MONOSACÁRIDO	Nº CENTROS ESTEREOGÉNICOS	Nº DIASTEREÓMEROS
GLUCOSA	CUATRO	16
FRUCTOSA	TRES	8

0,025 puntos cada respuesta correcta

C) (0,1 puntos) Establezca e indique la configuración absoluta de todos los centros quirales en la D-glucosa.

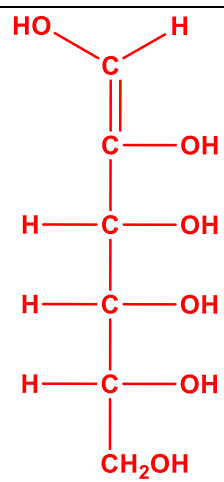
(2R,3S,4R,5R)

0,05 puntos cada configuración correcta

D) (0,1 puntos) Dibuje el epímero de la D-glucosa en el carbono 3 y el enantiómero de la D-fructosa.

EPÍMERO DE LA D-GLUCOSA	ENANTIÓMERO DE LA D-FRUCTOSA
$ \begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $
<i>0,05 puntos</i>	<i>0,05 puntos</i>

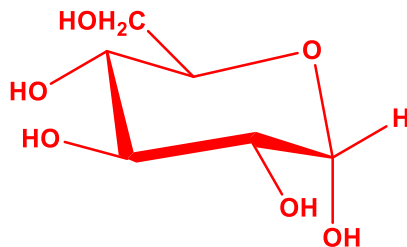
E) (0,1 puntos) Represente la estructura química del intermedio formado en la reacción.



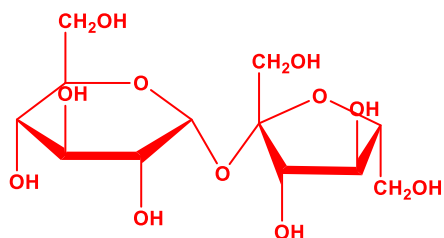
0,1 punto



3.2. A) (0,1 puntos) Dibuje la estructura del anómero α -D-glucosa mediante conformación silla.



B) (0,1 puntos) Dibuje la estructura de la sacarosa, utilizando la proyección de Haworth.



3.3. A) (0,1 puntos) Indique, empleando la nomenclatura de la IUPAC con el método de nomenclatura de sustitución, el nombre de este terpeno.

3,7-dimetil-octa-1,6-dien-3-ol

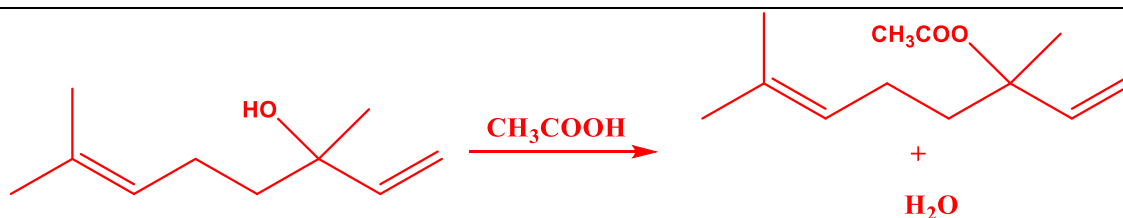


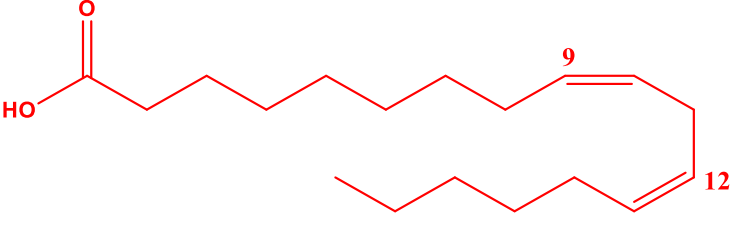
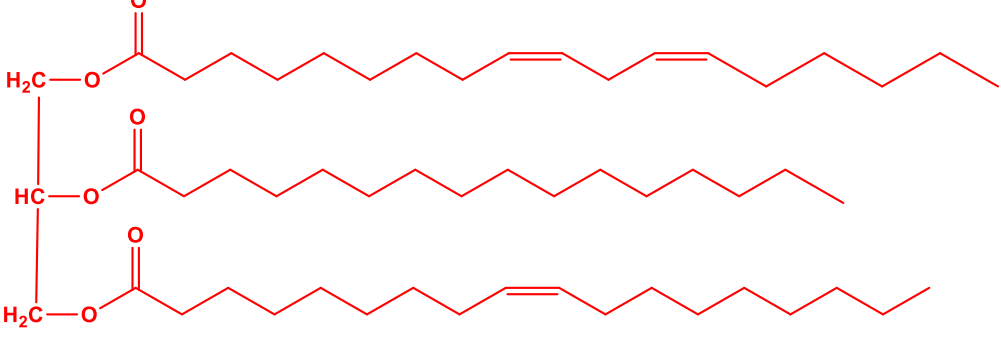
B) (0,1 puntos) ¿Qué tipo/s de isomería/s puede presentar el linalool?

Isomería óptica

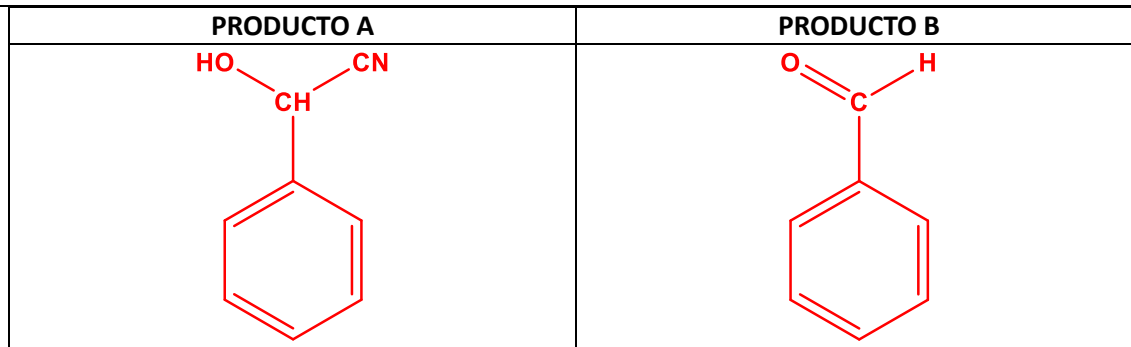


C) (0,1 puntos) Formule la reacción de formación del éster acético de linalool

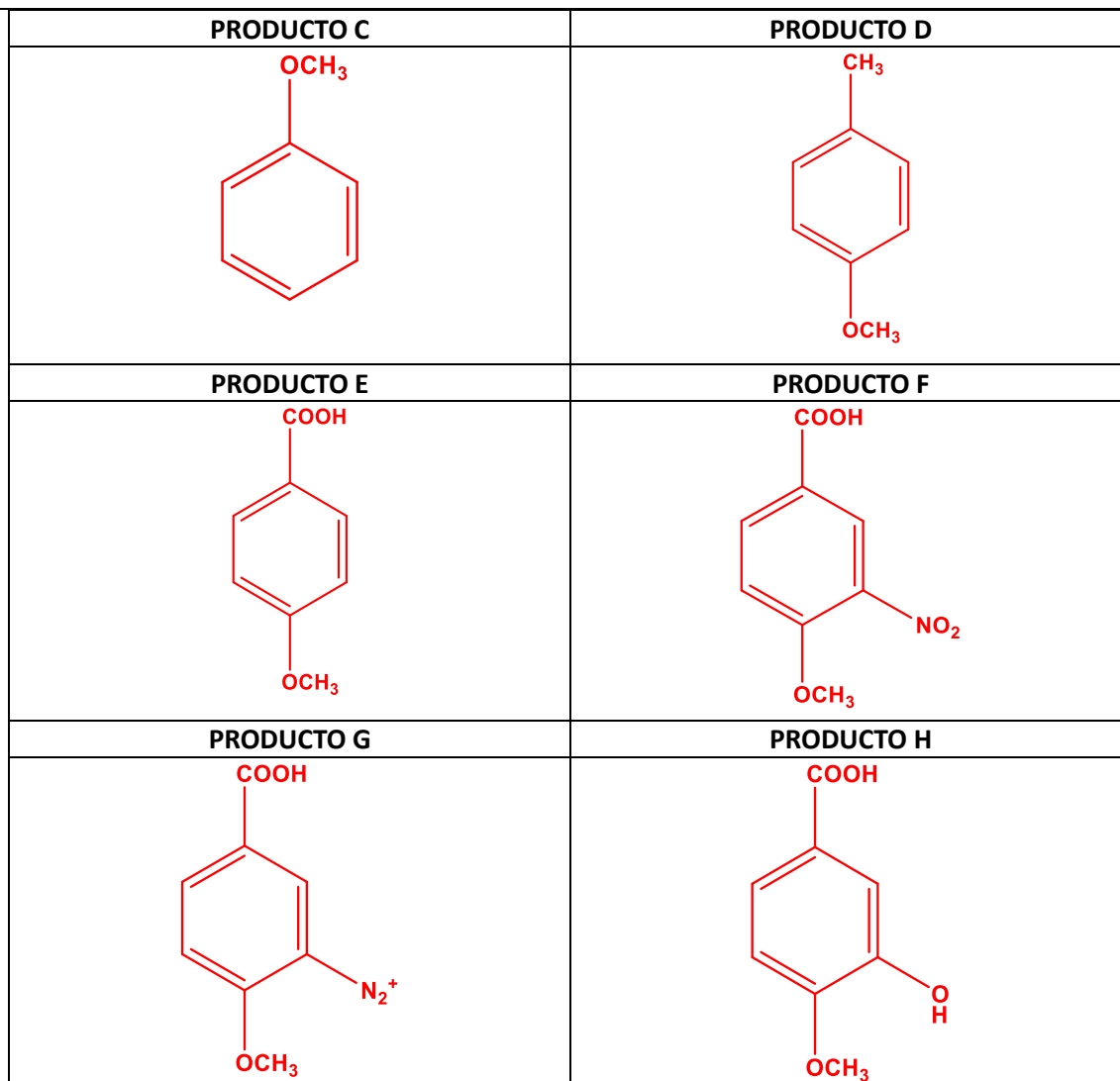


3.4.	A) (0,1 puntos) Indique el número de moléculas de agua se han perdido en el proceso de ciclación.	
	TRES	<input type="checkbox"/>
	B) (0,1 puntos) Nombre los grupos funcionales que presenta este heterociclo.	
	Grupo alcohol primario (hidroxilo) Grupo aldehído (carbonilo) <i>0,05 puntos por cada grupo funcional correcto</i>	<input type="checkbox"/>
3.5.	A) (0,1 puntos) Teniendo en cuenta que el nombre sistemático del ácido linoleico es ácido (9Z,12Z)-octadeca-9,12-dienoico, dibuje su estructura química semidesarrollada.	
		<input type="checkbox"/>
	B) (0,05 puntos) Indique la configuración de todos los isómeros geométricos que podría presentar el ácido linoleico.	
	9Z, 12Z 9Z, 12E 9E, 12Z 9E, 12E	<input type="checkbox"/>
	C) (0,1 puntos) A partir de los tres ácidos grasos mayoritarios del aceite de almendra: ácido palmítico (16:0), ácido oleico (18:1 Δ9 cis) y ácido linoleico, represente la estructura de un triglicérido posible que pueda formarse con los ácidos grasos indicados.	
		<input type="checkbox"/>
	D) (0,05 puntos) Calcule e indique el número de triglicéridos diferentes que pueden formarse en total usando precisamente estos tres ácidos grasos.	
	SEIS	<input type="checkbox"/>

3.6. (0,2 puntos) Dibuje la estructura de los productos orgánicos A y B, sabiendo que B es el producto responsable del sabor de las almendras amargas.



3.7 (0,3 puntos) Complete el esquema de síntesis de vainillina utilizando fenol como producto de partida, dibujando la estructura correcta de los compuestos C, D, E, F, G y H formados.



Total, de los 7 apartados