Generalitat de Catalunya
Consell Interuniversitari de Catalunya
Oficina d'Accés a la Universitat

2026

Proves d'accés a la universitat

Química

Sèrie 1

Espai per a la correcció

Qualificació	
Exercici 1	
Exercici 2	
Exercici 3	
Exercici 4	
Suma de notes parcials	
Qualificació final	

Espai per a la revisió

Comprovació	2a correcció

Etiqueta de qualificació

Etiqueta de correcció

Etiqueta de l'estudiant

Ubicació del tribunal .....

Número del tribunal .....

L'examen consta de QUATRE exercicis obligatoris. Cada exercici val 2,5 punts. Feu els exercicis 1, 2 i 3, i responeu a TOTES les qüestions corresponents. A l'exercici 4, responeu a només DOS dels quatre apartats que s'hi plantegen. Si en contesteu més de dos, només es valoraran els dos primers.

Podeu utilitzar calculadora, però no es permet l'ús de calculadores o altres aparells capaços d'emmagatzemar dades o de transmetre o rebre informació.

Les respostes han de ser clares i han d'estar redactades de manera coherent i cohesionada, amb correcció gramatical, lèxica i ortogràfica.

Exercici 1

[2,5 punts en total]

Puntuació total de l'exercici 1	

La pluja àcida és un tipus de precipitació que presenta un pH especialment àcid (pH 4-5) i que té efectes adversos en els boscos i en la flora i la fauna aquàtiques. Aquest fenomen apareix sobretot en ambients rics en triòxid de sofre, ja que aquest compost genera àcid sulfúric en reaccionar amb el vapor d'aigua de l'atmosfera. Una de les vies de formació de triòxid de sofre a l'atmosfera és a partir del diòxid de nitrogen i el diòxid de sofre, que són contaminants ambientals derivats de l'activitat humana. Aquests dos gasos reaccionen entre ells i donen lloc a un equilibri químic amb el monòxid de nitrogen i el triòxid de sofre, tal com es mostra a l'equació següent:

$$NO_2(g) + SO_2(g) \rightleftharpoons NO(g) + SO_3(g)$$

1.1. Quan aquesta reacció es duu a terme en un recipient tancat de 2 L a una temperatura de 1 150 °C, les quantitats de cada substància un cop assolit l'equilibri són 0,2 mol de NO_2, 1,6 mol de SO_2, 0,8 mol de NO i 1,2 mol de SO_3. Calculeu la constant d'equilibri K_c de la reacció en aquestes condicions.

Si s'afegissin 10 g addicionals de NO a aquest sistema en equilibri, quines serien les concentracions finals que s'obtindrien en la nova situació d'equilibri per a cadascuna de les espècies implicades en la reacció?

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 1.1	

1.2. S'ha estudiat la variació de la constant d'equilibri K_c de la reacció anterior segons la temperatura, i s'han obtingut els resultats que es mostren a la taula següent:

Temperatura (°C)	460	800
K_c	84,3	9,6

Justifiqueu si la reacció entre NO_2 i SO_2 per a produir NO i SO_3 és un procés endotèrmic o exotèrmic.

Expliqueu de manera raonada si s'afavoreix la pluja àcida quan: *a*) augmenta la pressió atmosfèrica i *b*) augmenta la quantitat de monòxid de nitrogen a l'atmosfera produït per altres processos.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 1.2	

DADES: Masses atòmiques relatives: N = 14,0; O = 16,0; S = 32,0.

Exercici 2

[2,5 punts en total]

Puntuació total de l'exercici 2	

La major part de la fruita seca té un contingut ric en minerals de fàcil absorció, com potassi, fòsfor i magnesi. Aquests nutrients són essencials per al bon funcionament de l'organisme, per exemple, en el control de la pressió sanguínia (potassi), en la modulació de la resposta del sistema immunitari (fòsfor) o com a cofactors en un gran nombre d'enzims (magnesi).

2.1. Escriviu les configuracions electròniques del potassi, del fòsfor i del magnesi, i determineu a quin grup, període i bloc de la taula periòdica pertany cadascun.

Definiu què és l'*energia d'ionització* d'un element i justifiqueu si aquesta magnitud és positiva o negativa.

D'entre el potassi, el fòsfor i el magnesi, quin d'aquests elements presentarà la primera energia d'ionització més petita? I la més gran? Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 2.1	

2.2. Els derivats orgànics del fòsfor s'utilitzen en un ampli ventall d'aplicacions, per exemple, com a herbicides o com a agents retardants de flama en plàstics. El triclorur de fòsfor (PCl_3) és un dels intermediaris principals utilitzats en la síntesi industrial d'aquests compostos.

Representeu l'estructura de Lewis del triclorur de fòsfor i predigueu quina n'ha de ser la geometria segons la teoria de repulsió dels parells d'electrons de la capa de valència (RPECV).

Expliqueu de manera justificada si el triclorur de fòsfor és un compost polar o no. Quin és el principal tipus de forces intermoleculars que poden formar les molècules de triclorur de fòsfor entre elles?

[1,25 punts]

partat 2.2	

DADES: Nombres atòmics: $Z(K) = 19$; $Z(Mg) = 12$; $Z(P) = 15$; $Z(Cl) = 17$.
Electronegativitat segons l'escala de Pauling: P = 2,19; Cl = 3,16.

Exercici 3

[2,5 punts en total]

Puntuació total de l'exercici 3	

La sacarosa, que s'extreu principalment de la canya de sucre i de la remolatxa, té un paper fonamental en l'alimentació humana, ja que és una de les principals fonts d'energia per a l'organisme. Aquest sucre es metabolitza mitjançant l'acció de l'enzim sacarasa, que el descompon en glucosa i fructosa a l'intestí prim, segons la reacció següent:

$$C_{12}H_{22}O_{11}(aq)\ (\text{sacarosa}) + H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(aq)\ (\text{glucosa}) + C_6H_{12}O_6(aq)\ (\text{fructosa})$$

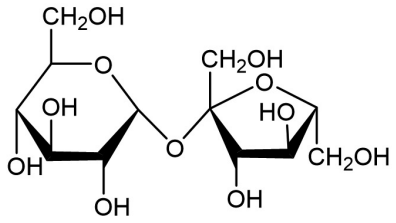
3.1. Determineu si aquesta reacció és exotèrmica o endotèrmica en condicions estàndard a 298 K.

Calculeu la calor absorbida o generada a pressió constant durant la conversió de 8,5 g de sacarosa en glucosa i fructosa a 298 K.

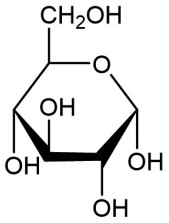
[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 3.1	

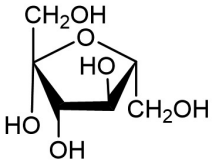
3.2. La sacarosa, la glucosa i la fructosa són glúcids que en solució aquosa presenten una estructura cíclica amb anells de sis membres (forma piranosa) o de cinc membres (forma furanosa):



Sacarosa



Glucosa



Fructosa

Anomeneu els grups funcionals que presenta cadascuna d'aquestes tres molècules i digueu quants n'hi ha de cadascun.

Quin tipus d'isomeria hi ha entre les molècules de glucosa i fructosa? Justifiqueu la resposta.

Expliqueu de manera raonada si les molècules de sacarosa, glucosa i fructosa són quirals. Quants estereocentres o carbonis asimètrics presenta la molècula de glucosa? Indiqueu-los amb un asterisc en l'estructura d'aquesta molècula.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 3.2	

DADES: Nombres atòmics: $Z(H) = 1$; $Z(C) = 6$; $Z(O) = 8$.
Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0.
Entalpies estàndard de formació a 298 K:

Substància	Sacarosa	Aigua	Glucosa	Fructosa
Entalpia estàndard de formació a 25 °C ΔH_f° *(kJ mol*$^{-1}$*)*	−2 226,0	−285,8	−1 273,3	−1 265,6

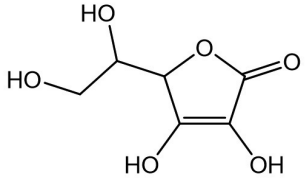
Exercici 4

[2,5 punts en total]

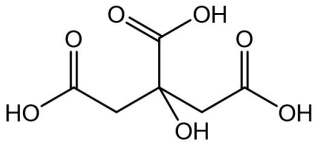
Puntuació total de l'exercici 4	

Responeu només a DOS dels quatre apartats que es plantegen (4.1, 4.2, 4.3 i 4.4).

Si mirem les etiquetes de diferents sucs de taronja comercials, observem que estan elaborats amb suc de taronja concentrat, aigua, vitamines com la vitamina C —que hi aporta propietats antioxidants— i àcid cítric —que s'hi afegeix com a acidulant. Aquest darrer àcid hi aporta el gust àcid característic i ajuda a conservar el producte, ja que alenteix el creixement microbià en reduir el pH. Per aquest motiu, els sucs de taronja comercials han de tenir un pH entre 3,3 i 4,0.



Vitamina C ($C_6H_8O_6$)



Àcid cítric ($C_5H_7O_5$–COOH)

4.1. Si assumim que tota l'acidesa és deguda al primer equilibri d'acidesa de l'àcid cítric ($K_a = 8{,}4 \times 10^{-4}$ a 25 °C), quina quantitat mínima (en grams) d'aquest àcid ha de contenir un suc de taronja comercial de 250 mL?

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 4.1	

4.2. Al laboratori d'una empresa de sucs de taronja s'ha de fer una valoració d'àcid cítric amb hidròxid de sodi. Escriviu la reacció de valoració per al primer equilibri d'acidesa de l'àcid cítric, expliqueu com faríeu aquesta valoració i indiqueu quin material utilitzaríeu.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 4.2	

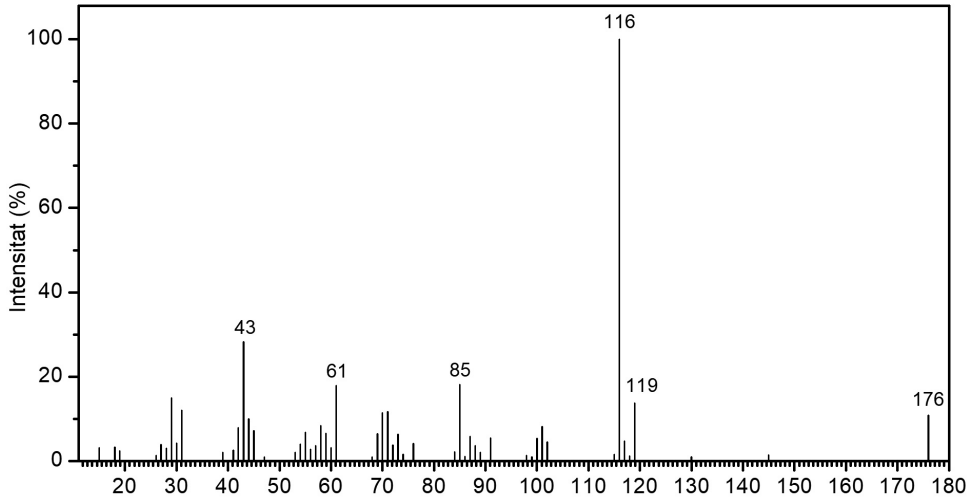
4.3. Una empresa de sucs de taronja ha fet una comanda d'un lot de vitamina C i un lot d'àcid cítric. Passats uns dies, arriba a l'empresa un únic paquet sense etiquetar, a dins del qual es troba l'espectre de masses que es mostra a sota.

Quina magnitud es representa a l'eix de les abscisses d'aquest espectre?

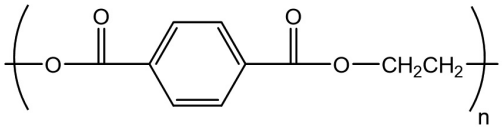
Identifiqueu-hi el pic base i el pic de l'ió molecular de l'espectre de masses, expliqueu quina informació proporciona cadascun d'aquests pics, i digueu de manera justificada quin dels dos compostos és el producte que ha rebut l'empresa.

[1,25 punts]

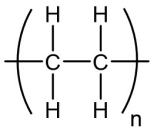
Puntuació de l'apartat 4.3	



4.4. Les ampolles en què s'envasen els sucs de taronja comercials estan compostes fonamentalment per dos tipus de plàstics: politereftalat d'etilè (PET) i polietilè d'alta densitat (HDPE), l'estructura dels quals es mostra a continuació.



PET



HDPE

Dibuixeu les estructures dels monòmers utilitzats en la síntesi de cadascun d'aquests polímers i digueu quin tipus de reacció de polimerització té lloc en cada cas. Es forma algun subproducte de reacció en aquests processos de polimerització?

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 4.4	

DADES: Nombres atòmics: $Z(H) = 1$; $Z(C) = 6$; $Z(O) = 8$.
Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0.

[Podeu utilitzar aquestes pàgines per a acabar de respondre a algun exercici.]

Comprovació i 2a correcció:

3a correcció:

Etiqueta de l'estudiant

IEC
Institut d'Estudis Catalans

L'Institut d'Estudis Catalans ha tingut cura de la correcció lingüística i de l'edició d'aquesta prova d'accés.

SÈRIE 1

L'alumnat ha de respondre les quatre preguntes proposades.

Les tres primeres preguntes consten de dos apartats que valen 1,25 punts cadascun. La pregunta quatre consta de quatre apartats dels quals només se n'han de respondre dos. En cas de respondre'n més de dos, només es corregiran els dos primers (1,25 punts per apartat).

Com a norma general, tingueu en compte que un error no s'ha de penalitzar dues vegades. Si un càlcul necessita un resultat anterior, sigui d'un apartat anterior o un càlcul previ del mateix apartat, i aquest és erroni, cal valorar la resposta independentment del valor numèric, i tenir en compte el procediment de resolució (sempre que els valors emprats o els resultats no siguin absurds).

La pauta que es presenta ha de servir al corrector per valorar cada apartat de 0 a 1,25 punts, No és obligatori que l'alumne hagi seguit, estrictament, els passos que s'indiquen en aquesta pauta. L'alumne pot arribar a la resposta final (qualitativa o quantitativa) mitjançant altres raonaments o processos; queda a criteri del corrector donar-los com a totalment o parcialment vàlids o com a no vàlids.

Quan la resposta a un apartat està incompleta, aquesta pauta marca quantes dècimes de punt cal posar a partir dels passos que l'alumne ha fet bé o quantes dècimes de punt cal treure a la puntuació màxima en funció dels passos que l'alumne no ha fet bé (o no ha fet).

Un error en la formulació penalitza 0,5 punts en aquell apartat, com s'explicita a la pauta. En cap cas un apartat pot tenir una puntuació negativa.

Cada resultat numèric final (o intermedi rellevant) que s'expressi sense unitats o amb unitats incorrectes, es penalitzarà amb 0,10 punts, com s'explicita a la pauta. En cap cas un apartat pot tenir una puntuació negativa.

Exercici 1.1 [1,25 punts]

- **Càlcul de la constant d'equilibri K_c**
  - Càlcul de les concentracions a l'equilibri:

    $[NO_2]_{eq}$ = 0,2 mols / 2 L = 0,1 M $[SO_2]_{eq}$ = 1,6 mols / 2 L = 0,8 M

    $[NO]_{eq}$ = 0,8 mols / 2 L = 0.4 M $[SO_3]_{eq}$ = 1,2 mols / 2 L = 0,6 M
  - Càlcul de la K_c:

$$K_c = \frac{[NO]_{eq}\cdot[SO_3]_{eq}}{[NO_2]_{eq}\cdot[SO_2]_{eq}} = \frac{0,4\cdot0,6}{0,1\cdot0,8} = 3,0$$

[0,25 punts]

El càlcul es pot fer directament utilitzant el nombre de mols i indicant explícitament que el volum per a cadascuna de les concentracions es cancel·la a l'expressió de la K_c

- **Càlcul de les concentracions d'equilibri després d'afegir 10 g de NO**
  - Càlcul de les concentracions inicials:

    $[NO_2]_0$ = 0,1 M $[SO_2]_0$ = 0,8 M $[SO_3]_0$ = 0,6 M

    Mols afegits NO = 10 g / 30 g mol^{-1} = 0,333 mols

    $[NO]_0$ = (0,8 mols + 0,333 mols) / 2 L = 0,566 M

[0,10 punts]

  - Plantejament i resolució de l'equació associada a la K_c:

    Com que s'ha addicionat més quantitat de producte, l'equilibri es desplaçarà cap a la formació de reactius; és a dir, la concentració de NO_2 i SO_2 augmentarà, i la de NO i SO_3 disminuirà.

$$NO_{2\,(g)} + SO_{2\,(g)} \leftrightharpoons NO_{(g)} + SO_{3\,(g)}$$

Concentracions inicials	0,1	0,8	0,566	0,6
Concentracions a l'eq.	0,1+x	0,8+x	0,566-x	0,6-x

[0,20 punts]

Introduint les expressions de les concentracions a l'equilibri a l'equació de la K_c:

$$K_c = \frac{[NO]_{eq}\cdot[SO_3]_{eq}}{[NO_2]_{eq}\cdot[SO_2]_{eq}} = \frac{(0,566-x)\cdot(0,6-x)}{(0,1+x)\cdot(0,8+x)} = 3,0$$

[0,20 punts]

Després d'operar, s'obté la següent equació de segon grau:

$$2x^2 + 3,866x - 0,0996 = 0$$

Els dos resultats d'aquesta equació són x = 0,0254 i x = -1,958, dels quals només té sentit químic x = 0,0254 M.

[0,30 punts]

El càlcul es pot fer treballant amb el nombre de mols a l'expressió de la K_c, tot indicant explícitament que el volum per a cadascuna de les concentracions es cancel·la. En aquest cas, el valor de x *correcte seria* x = 0,0509 mols.

- Càlcul de les concentracions finals a l'equilibri:

  $[NO_2]_{eq}$ = 0,1 M + 0,0254 M = 0,125 M $[SO_2]_{eq}$ = 0,8 M + 0,0254 M = 0,825 M

  $[NO]_{eq}$ = 0,566 M – 0,0254 M = 0,541 M $[SO_3]_{eq}$ = 0,6 M – 0,0254 M = 0,575 M

[0,20 punts]

Exercici 1.2 [1,25 punts]

- **Justificació del tipus de reacció: endotèrmica o exotèrmica**

  A partir de les dades subministrades a la taula i del càlcul de la K_c a 1150 ºC, es pot veure que la constant d'equilibri disminueix en augmentar la temperatura. Per tant, això vol dir que la reacció directa és exotèrmica ($NO_2 + SO_2 \rightarrow NO + SO_3$) i la reacció inversa és endotèrmica ($NO + SO_3 \rightarrow NO_2 + SO_2$). D'aquesta manera, en augmentar la temperatura, el sistema respondrà absorbint calor i afavorint la reacció inversa endotèrmica; és a dir, disminuint el valor de la K_c.

  En conclusió, com que K_c (460 ºC) > K_c (800 ºC) > K_c (1150 ºC), la reacció de producció de SO_3 i NO a partir de NO_2 i SO_2 és exotèrmica ($\Delta H < 0$).

[0,45 punts]

- **Factors que afavoreixen la pluja àcida**

  - Augment de la pressió atmosfèrica:

    Donat que hi ha el mateix nombre de mols de gas en reactius i productes, l'equilibri no es veurà modificat per un canvi en la pressió atmosfèrica. Per tant, no s'afavorirà o no s'afectarà la pluja àcida.

[0,40 punts]

  - Augment de la quantitat de NO a l'atmosfera:

    Si augmenta la concentració d'un dels productes (NO), l'equilibri respondrà fent-lo reaccionar per disminuir-ne la concentració pel principi de Le Chatelier. Això implicarà que també reaccioni SO_3 i, per tant, disminueixi la seva concentració. En conseqüència, això farà que es desafavoreixi la pluja àcida.

[0,40 punts]

Exercici 2.1 [1,25 punts]

- **Configuracions electròniques i període, grup i bloc**

  - Configuracions electròniques:

    Potassi (K, *Z*=19): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$ **[0,10 punts]**

    Magnesi (Mg, *Z*=12): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$ **[0,10 punts]**

    Fòsfor (P, *Z*=15): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$ **[0,10 punts]**

  - Període, grup i bloc:

    Potassi: període 4 (n = 4), grup 1 o alcalins (ns^1), i bloc s (ns^1) **[0,10 punts]**

    Magnesi: període 3 (n = 3), grup 2 o alcalinoterris (ns^2), i bloc s (ns^2) **[0,10 punts]**

    Fòsfor: període 3 (n = 3), grup 15 o del nitrogen ($ns^2\ np^3$), i bloc p (np^3) **[0,10 punts]**

- **Definició i signe de l'energia d'ionització**

  - Definició:

    L'energia d'ionització (EI) és la quantitat d'energia que cal subministrar a un àtom en estat fonamental i gasós per arrencar-li un electró: *(opcional)* $A(g) \rightarrow A^+(g) + 1\ e^-$

    [0,15 punts]

  - Signe:

    EI és una magnitud amb signe positiu, ja que cal subministrar energia a un àtom per tal de trencar l'atracció electroestàtica entre un dels seus electrons i el nucli per ionitzar-lo.

    [0,15 punts]

- **Valors major i menor de la primera energia d'ionització**

  La primera energia d'ionització correspondria a la formació dels cations K^+ ($1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$), Mg^+ ($1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$) i P^+ ($1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^2$) formats en arrencar el seu electró de valència de major energia.

  [0,05 punts]

  El valor menor de la primera energia d'ionització serà el del potassi, ja que l'electró que s'ha d'arrencar es troba en un orbital més extern (n = 4) que per al cas del magnesi i el fòsfor (n = 3). Per tant, aquest electró estarà menys atret pel nucli degut a la major distància i l'efecte d'apantallament que fan els electrons més interns.

  [0,15 punts]

  Entre el magnesi i el fòsfor que pertanyen al mateix període de la taula periòdica, el fòsfor presentarà un major valor de la primera energia d'ionització. Tot i que l'electró per arrencar es troba en el mateix nivell energètic per a tots dos elements (n = 3), el major nombre atòmic del fòsfor farà que aquest electró se senti més atret pel major nombre de protons del nucli, de manera que costi més ionitzar-lo.

  [0,15 punts]

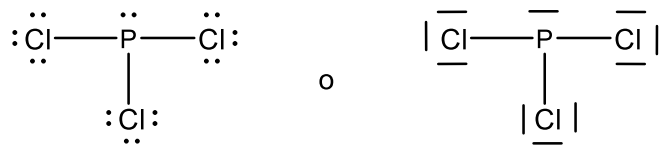
Exercici 2.2 [1,25 punts]

- **Estructura de Lewis i geometria**

  - Estructura de Lewis:

    Fòsfor (P, Z=15): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3 \Rightarrow 5\ e^-$ de valència
    Clor (P, Z=17): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5 \Rightarrow 7\ e^-$ de valència

    En total, s'han de col·locar $5 + 3 \times 7\ e^-$ de valència a l'estructura (26 e^-), corresponents a 13 parells d'electrons.



[0,40 punts]

  - Geometria:

    La geometria serà de piràmide trigonal, corresponent a una estructura AB_3E segons la teoria RPECV en què es minimitza la repulsió electroestàtica entre els parells d'electrons enllaçants i el parell d'electrons no enllaçant que es troben al voltant de l'àtom central de fòsfor.

[0,30 punts]

- **Polaritat i forces intermoleculars**

  - Polaritat:

    Com que el clor és més electronegatiu que el fòsfor, els enllaços P-Cl estan polaritzats. I degut a la geometria de piràmide trigonal de la molècula, els moments dipolars de cada enllaç no s'anul·len entre ells. Per tant, la molècula de PCl_3 és polar.

[0,30 punts]

  - Forces intermoleculars:

    En tractar-se d'un compost polar que no conté grups que puguin formar enllaços d'hidrogen, el principal tipus d'interaccions intermoleculars que es formaran entre molècules de PCl_3 seran interaccions de Van der Waals, de tipus dipol-dipol permanent.

[0,25 punts]

Exercici 3.1 [1,25 punts]

- **Justificació del tipus de reacció: endotèrmica o exotèrmica**

  - Càlcul de l'entalpia estàndard de reacció:

    El càlcul de l'entalpia estàndard de la reacció ($\Delta H^\circ_{reacció}$) d'hidròlisi de la sacarosa en glucosa i fructosa a 298 K es pot fer a partir de les entalpies de formació de reactius ($\Delta H^\circ_{f,reactius}$) i productes ($\Delta H^\circ_{f,productes}$):

    $$\Delta H^\circ_{reacció} = \sum_{productes} n_{productes} \cdot \Delta H^\circ_{f,productes} - \sum_{reactius} n_{reactius} \cdot \Delta H^\circ_{f,reactius}$$

    [0,10 punts]

    Operant amb la fórmula de $\Delta H^\circ_{reacció}$, s'obté:

    $$\Delta H^\circ_{reacció} = (1 \cdot \Delta H^\circ_{f,glucosa} + 1 \cdot \Delta H^\circ_{f,fructosa}) - (1 \cdot \Delta H^\circ_{f,sacarosa} + 1 \cdot \Delta H^\circ_{f,aigua})$$

    $$\Delta H^\circ_{reacció} = (-1273,3 - 1265,6) - (-2226,0 - 285,8) = -27,1 \text{ kJ mol}^{-1}$$

    [0,40 punts]

  - Justificació del tipus de reacció:

    Com que $\Delta H^\circ_{reacció} < 0$ a 298 K, la reacció de metabolització de la sacarosa és exotèrmica a aquestes condicions.

    [0,20 punts]

- **Calor despresa o absorbida a pressió constant per a 8,5 g de sacarosa**

  - Relació entre l'entalpia de reacció i la calor a pressió constant:

    A pressió constant $\Rightarrow \Delta H_{reacció} = q_p$, on q_p és la calor despresa o absorbida a pressió constant a unes determinades condicions.

    [0,15 punts]

  - Càlcul de l'entalpia de reacció per a 8,5 g de sacarosa:

    Massa molar de la sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$) = $12 \cdot 12 + 1 \cdot 22 + 11 \cdot 16 = 342$ g mol^{-1}

    Entalpia de reacció per a 8,5 g de sacarosa = 8,5 g $C_{12}H_{22}O_{11}$ · (1 mol $C_{12}H_{22}O_{11}$ / 342 g $C_{12}H_{22}O_{11}$) · (-27,1 kJ / 1 mol $C_{12}H_{22}O_{11}$) = -0,674 kJ

    [0,25 punts]

    La reacció de metabolització de 8,5 g de sacarosa desprèn 0,674 kJ (o 674 J) de calor a pressió constant.

    [0,15 punts]

Exercici 3.2 [1,25 punts]

- **Tipus i nombre de grups funcionals**
  - Sacarosa: conté 8 grups alcohol (R-OH) i 3 grups èter (R-O-R') **[0,15 punts]**
  - Glucosa: conté 5 grups alcohol (R-OH) i 1 grup èter (R-O-R') **[0,15 punts]**
  - Fructosa: conté 5 grups alcohol (R-OH) i 1 grup èter (R-O-R') **[0,15 punts]**
- **Relació d'isomeria entre la glucosa i la fructosa**

  La glucosa i la fructosa són isòmers estructurals (o constitucionals), ja que presenten la mateixa fórmula molecular ($C_6H_{12}O_6$), però tenen una connectivitat diferent entre els seus àtoms. Per exemple, la glucosa forma una estructura cíclica de sis membres i la fructosa de cinc membres.

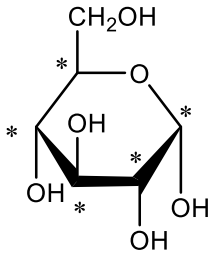
  [0,35 punts]

- **Quiralitat**

  Les molècules de sacarosa, glucosa i fructosa són quirals, ja que totes elles presenten estereocentres (o carbonis asimètrics), que són àtoms de carboni tetraèdrics que s'enllacen a quatre grups diferents al seu voltant.

  [0,25 punts]

  En concret, la molècula de glucosa presenta cinc estereocentres, que s'indiquen amb asteriscs a l'estructura:



Glucosa

[0,20 punts]

Exercici 4.1 [1,25 punts]

- **Identificació del pH corresponent a la quantitat mínima d'àcid cítric**

  Tenint en compte que el rang de pH desitjat per als sucs de taronja comercials és pH 3,3 – 4,0, la quantitat mínima d'àcid que caldrà dissoldre és la que proporcionaria el valor superior de pH d'aquest rang. És a dir, s'ha de calcular la quantitat d'àcid cítric necessària per assolir un pH de 4,0 en medi aquós.

  [0,35 punts]

  També cal donar per vàlid fer el càlcul de la quantitat d'àcid cítric per als dos pH límits (3,3 i 4,0), i decidir quina és la quantitat mínima comparant els resultats.

- **Càlcul de la quantitat d'àcid cítric**

Assumint que l'acidesa del suc de taronja comercial ve determinada pel primer equilibri d'ionització de l'àcid cítric (R-COOH), l'únic equilibri àcid-base que cal considerar és:

$$R\text{-}COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightharpoons R\text{-}COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

Concentració inicial	$c^0_{R\text{-}COOH}$	0	0
Concentració a l'eq.	$c^0_{R\text{-}COOH} - x$	x	x

Això implica que a la mescla d'equilibri corresponent a pH 4,0:

$pH = -\log [H_3O^+] \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-pH} = 1{,}0 \cdot 10^{-4}$ M = x = $[R\text{-}COO^-]$

[0,30 punts]

Per calcular la concentració a l'equilibri de l'àcid no reaccionat ([R-COOH]), cal utilitzar l'equació de la constant d'acidesa del seu primer equilibri d'ionització:

$$K_a = \frac{[H_3O^+] \cdot [R\text{-}COO^-]}{[R\text{-}COOH]} = \frac{(1{,}0 \cdot 10^{-4}) \cdot (1{,}0 \cdot 10^{-4})}{[R\text{-}COOH]} = 8{,}4 \cdot 10^{-4}$$

$$[R\text{-}COOH] = (1{,}0 \cdot 10^{-4}) \cdot (1{,}0 \cdot 10^{-4}) / (8{,}4 \cdot 10^{-4}) = 1{,}19 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

[0,30 punts]

Per tant:

$[R\text{-}COOH] = c^0_{R\text{-}COOH} - x \Rightarrow c^0_{R\text{-}COOH} = [R\text{-}COOH] + x = 1{,}19 \cdot 10^{-5} + 1{,}0 \cdot 10^{-4} = 1{,}12 \cdot 10^{-4}$ M

[0,15 punts]

Per determinar la massa d'àcid cítric que cal dissoldre en 250 mL per aconseguir una solució de concentració inicial $1{,}12 \cdot 10^{-4}$ M:

Massa molecular de l'àcid cítric ($C_6H_8O_7$) = $12 \cdot 6 + 1 \cdot 8 + 16 \cdot 7 = 192$ g mol^{-1}

Massa d'àcid cítric = 250 mL · ($1{,}12 \cdot 10^{-4}$ mols d'àcid cítric / 1000 mL) · (192 grams d'àcid cítric / 1 mol d'àcid cítric) = $5{,}38 \cdot 10^{-3}$ g d'àcid cítric (o 5,38 mg)

[0,15 punts]

Exercici 4.2 [1,25 punts]

- **Reacció de valoració**

$$C_5H_7O_5\text{-}COOH_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow C_5H_7O_5\text{-}COONa_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

o

$$R\text{-}COOH_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow R\text{-}COONa_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

[0,40 punts]

- **Procediment i material per dur a terme la valoració**

  - Procediment:

  ✓ Omplir i enrasar la bureta amb la solució valorant de NaOH, evitant que es formin bombolles d'aire dins de la bureta.

  ✓ Amb la pipeta aforada (i la pera), agafar un volum exacte de la solució d'àcid cítric i transvasar a un Erlenmeyer (o vas de precipitats). Si cal, afegir una mica d'aigua destil·lada per rentar les parets de l'Erlenmeyer.

  ✓ Afegir 2-3 gotes de l'indicador àcid-base a l'Erlenmeyer.

  ✓ Obrir la clau de la bureta i anar afegint NaOH, tot agitant contínuament l'Erlenmeyer, fins a observar un canvi de color de la solució.

  ✓ Tancar la clau de la bureta i anotar el volum consumit de NaOH.

  [0,60 punts]

  - Material:

  Bureta, amb un peu i pinça per subjectar-la; pipeta aforada amb pera d'aspiració; Erlenmeyer (o vas de precipitats); indicador àcid-base que viri al punt d'equivalència de la valoració.

  [0,25 punts]

Exercici 4.3 [1,25 punts]

- **Eix de les abscisses de l'espectre de masses**

  En un espectre de masses, a l'eix de les abscisses es representa la relació massa/càrrega (m/z) per a cadascun dels ions que és format i analitzat a l'espectròmetre.

  [0,40 punts]

- **Anàlisi de l'espectre de masses**

  - Informació del pic base i del pic de l'ió molecular:

    Pic base: el pic base de l'espectre és el que té major intensitat, típicament 100 %. Aquest pic correspon al fragment iònic més estable i, per tant, més abundant, derivat del compost analitzat.

    [0,15 punts]

    Pic de l'ió molecular: l'ió que prové de l'ionització de la molècula que s'està analitzant dona el pic de l'ió molecular a l'espectre, que apareix a un valor de m/z equivalent al pes molecular de l'anàlit.

    [0,15 punts]

  - Identificació del pic base i pic de l'ió molecular:

    El pic base correspon al pic de l'espectre amb m/z = 116, que és el més intens amb una intensitat del 100 %. **[0,15 punts]**

    El pic de l'ió molecular correspon al pic de l'espectre amb m/z = 176, que és el de major valor de m/z a l'espectre. Aquesta assignació es fa tenint en compte que la resta de pics corresponen a fragments iònics que es formen a l'espectròmetre per trencament dels enllaços de l'ió molecular i, per tant, tots ells surten a valors de m/z menors. **[0,15 punts]**

  - Assignació de l'espectre de masses:

    Massa molecular de l'àcid cítric ($C_6H_8O_7$) = $12 \cdot 6 + 1 \cdot 8 + 16 \cdot 7 = 192$ g mol^{-1}

    Massa molecular de la vitamina C ($C_6H_8O_6$) = $12 \cdot 6 + 1 \cdot 8 + 16 \cdot 6 = 176$ g mol^{-1}

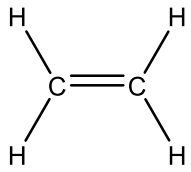
    Com que el valor de m/z de l'ió molecular (m/z = 176) coincideix amb la massa molecular de la vitamina C, l'espectre de masses correspon a la vitamina C, que ha estat el producte rebut per l'empresa.

    [0,25 punts]

Exercici 4.4 [1,25 punts]

- **Monòmers utilitzats**

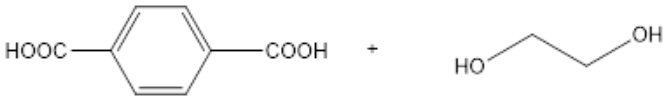
  - HDPE: el monòmer utilitzat per a la síntesi del polietilè d'alta densitat és l'etilè o etè, l'estructura del qual es mostra a continuació.



etè o etilè

[0,35 punts]

  - PET: el PET és un polièster que s'obté per polimerització entre un diàcid carboxílic (àcid tereftàlic) i un diol (etilenglicol), l'estructura dels quals es mostra a continuació.



diàcid carboxílic (àcid tereftàlic) | diol (etilenglicol)

[0,35 punts]

- **Tipus de reaccions de polimerització**

  - HDPE: el HDPE és una poliolefina que es forma per reaccions d'addició consecutives entre els dobles enllaços dels monòmers d'etilè ⇒ polimerització d'addició.

[0,15 punts]

  - PET: el PET és un polièster que s'obté per reaccions de condensació entre els grups àcid carboxílic i alcohol terminals dels seus monòmers, per formar les corresponents unions de tipus èster ⇒ polimerització de condensació.

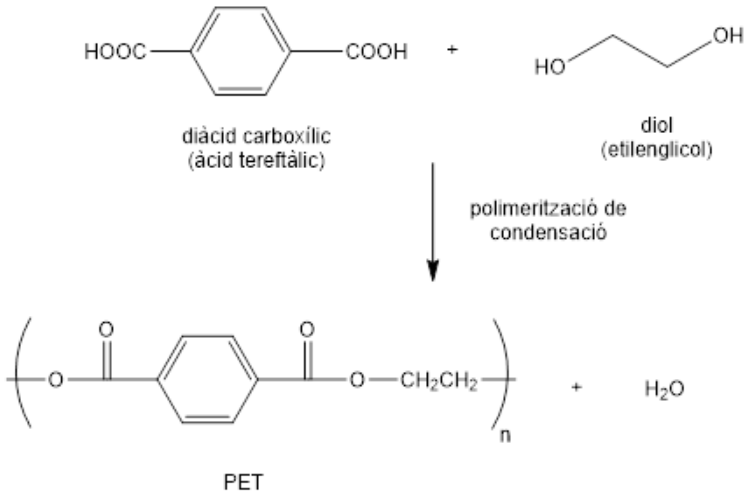
[0,15 punts]

- **Subproducte de reacció**

L'única de les dues reaccions de polimerització que produeix un subproducte de reacció és la del PET. Durant la reacció de condensació entre grups àcid carboxílic i alcohol per formar les unions èster de la cadena polimèrica del PET, es forma aigua com a subproducte.

[0,25 punts]

Opcionalment, es pot mostrar la reacció de polimerització:


HOOC
COOH
+
HO
OH
diàcid carboxílic
(àcid tereftàlic)
diol
(etilenglicol)
polimerització de
condensació
O
O
O
O
CH2CH2
n
+
H2O
PET