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

2026

Proves d'accés a la universitat

Química

Sèrie 5

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	



El disseny de les medalles d'or dels Jocs Olímpics de París del 2024 és el resultat d'un projecte en què es van voler associar les medalles amb un monument icònic de París. El centre de cada medalla conté una peça hexagonal de ferro que és original de la torre Eiffel. Aquesta peça de ferro s'ha tractat perquè no es faci malbé. La corona de la medalla és de plata i s'ha recobert d'or mitjançant un procés electrolític amb una solució aquosa d'una sal d'or ($AuCl_3$). La quantitat final d'or electrodeposat que té cada medalla és de 6,0 g.

1.1. Quin procés es produiria si no es fes un tractament al ferro? Quins són els principals agents causants d'aquest procés?

En el procés electrolític utilitzat per a recobrir d'or la corona de plata, la medalla actua com a ànode o com a càtode? Raoneu la resposta.

Feu un dibuix esquemàtic d'aquest procés electrolític i indiqueu-hi el nom i la polaritat dels elèctrodes i la reacció que tindrà lloc a l'elèctrode on hi ha la medalla.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 1.1	

1.2. Si per la cel·la electrolítica hi circula una intensitat de corrent de 0,3 A, quantes hores han de transcórrer per a aconseguir recobrir d'or (6,0 g) la corona de la medalla?

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 1.2	

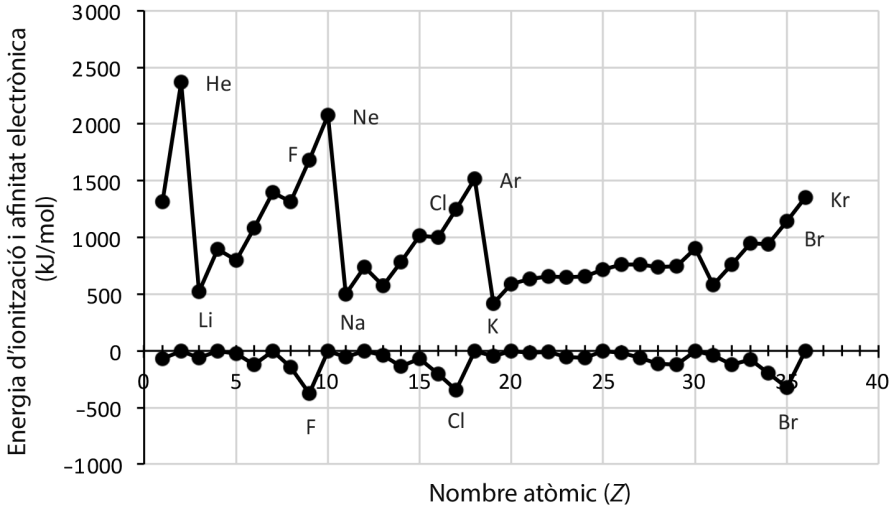
DADES: Massa atòmica relativa de l'or: Au = 196,97 g mol^{-1}.
Constant de Faraday: $F = 96\,500$ C mol^{-1}.
1 A = 1 C s^{-1}.

Exercici 2

[2,5 punts en total]

Puntuació total de l'exercici 2	

En el gràfic següent hi ha representades la primera energia d'ionització (línia superior) i l'afinitat electrònica (línia inferior) dels trenta-sis primers elements de la taula periòdica en funció del seu nombre atòmic.



2.1. Expliqueu què és la *primera energia d'ionització* i raoneu quin signe té. Justifiqueu per què el Li té el valor més petit de la primera energia d'ionització i el Ne, el més alt de tots els elements del segon període de la taula periòdica.

Expliqueu què és l'*afinitat electrònica*. Justifiqueu per què el F, el Cl i el Br són els mínims del gràfic. Raoneu les respostes basant-vos en les configuracions electròniques i en el model atòmic de càrregues elèctriques.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 2.1	

2.2. Justifiqueu, d'acord amb el model atòmic de càrregues elèctriques, la gran diferència que hi ha entre la primera energia d'ionització del Na (496 kJ mol^{-1}) i la segona (4 562 kJ mol^{-1}). Calculeu l'energia (J $atom^{-1}$) i la longitud d'ona que hauria de tenir un fotó capaç d'arrencar un electró de l'ió sodi.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 2.2	

DADES: Nombres atòmics: $Z(\text{Li}) = 3$; $Z(\text{F}) = 9$; $Z(\text{Ne}) = 10$; $Z(\text{Na}) = 11$; $Z(\text{Cl}) = 17$; $Z(\text{Br}) = 35$.

Nombre d'Avogadro: $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}\ \text{mol}^{-1}$.

Velocitat de la llum en el buit: $c = 3{,}0 \times 10^{8}\ \text{m s}^{-1}$.

Constant de Planck: $h = 6{,}63 \times 10^{-34}\ \text{J s}$.

Exercici 3

[2,5 punts en total]

Puntuació total de l'exercici 3	

La metanogènesi hidrogenotròfica o biometanació és la generació de metà a partir de reaccions bioquímiques realitzades per microorganismes metanògens, els quals pertanyen al domini dels arqueus. Aquests bacteris converteixen el diòxid de carboni (CO_2) i l'hidrogen (H_2) en metà (CH_4) i aigua (H_2O), mitjançant la reacció següent:

$$CO_2(g) + 4\,H_2(g) \rightarrow CH_4(g) + 2\,H_2O(g)$$

3.1. Calculeu l'entalpia estàndard ($\Delta H°$) de la reacció per a la metanogènesi biològica a temperatura ambient (298 K). Raoneu si aquesta reacció és exotèrmica o endotèrmica en condicions estàndard a 298 K. Calculeu la calor que es desprèn quan s'obté 1,0 kg de metà, si la reacció es produeix a pressió constant.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 3.1	

3.2. Calculeu el canvi en l'energia de Gibbs estàndard de la reacció a 298 K. Aquesta reacció és espontània en aquestes condicions? Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 3.2	

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0.

Substància	$CO_2(g)$	$H_2(g)$	$CH_4(g)$	$H_2O(g)$
Entalpia estàndard de formació a 298 K $\Delta H_f°$ *(kJ mol*$^{-1}$*)*	–393,5	0	–74,8	–241,8
Entropia estàndard absoluta a 298 K $S°$ *(J mol*$^{-1}$ *K*$^{-1}$*)*	213,7	130,7	186,3	188,8

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).

Els medicaments antiinflamatoris no esteroidals, coneguts amb la sigla AINE, són un grup de fàrmacs heterogeni amb efecte antiinflamatori, analgèsic i antipirètic (abaixen la febre). Tot i que no estan exempts d'efectes secundaris, els que provoquen els AINE no són tan importants com els efectes secundaris dels medicaments antiinflamatoris esteroidals o corticoides. Dins el grup dels AINE hi trobem medicaments tan comuns com l'àcid acetilsalicílic (Aspirina®) o l'ibuprofèn (Dalsy®).

Els AINE més antics es coneixien molt abans que el seu mecanisme d'acció fos explicat i per aquest motiu tradicionalment s'han classificat per l'estructura química. Dins d'aquesta classificació tradicional, les famílies més importants són els derivats de l'àcid salicílic, els derivats de l'àcid propiònic o àcid propanoic i els derivats de l'àcid acètic o àcid etanoic. Com podeu observar a la taula de la pàgina següent, la majoria d'aquests compostos presenten una funció d'àcid carboxílic que els proporciona propietats d'àcid feble amb valors de K_a entre 10^{-4} i 10^{-5}.

4.1. Completeu les frases següents referides als AINE enumerats en la taula i encercleu els diferents grups funcionals que es demanen en l'estructura de cada compost:

1. Els compostos que presenten un grup funcional cetona són: _____.
2. Els compostos que presenten un grup funcional èter són: _____.
3. Els compostos que presenten un grup funcional èster són: _____.
4. Els compostos que presenten un grup funcional amida són: _____.
5. Els compostos que presenten un grup funcional amina són: _____.

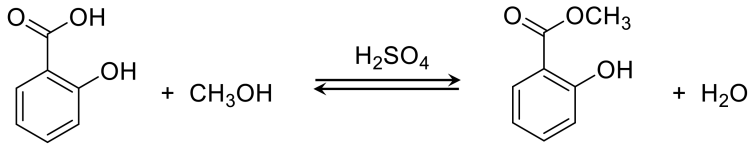
Què és un *estereocentre* o *carboni asimètric*? Senyaleu amb un asterisc els estereocentres dels AINE de la taula.

Expliqueu què és la *quiralitat molecular*. Raoneu quins compostos de la taula són quirals.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 4.1	

4.2. El salicilat de metil es prepara a partir de l'àcid salicílic quan es tracta amb metanol en presència d'un àcid inorgànic, com l'àcid sulfúric, que actua de catalitzador segons la reacció següent:



Es tracta d'una reacció en equilibri. Indiqueu a quin tipus de reaccions orgàniques pertanyen tant la reacció directa com la reacció inversa. Justifiqueu la resposta.

L'àcid salicílic és soluble en aigua i també soluble en metanol. S'obtindrà un rendiment més elevat en la reacció anterior de salicilat de metil quan s'utilitzi l'àcid salicílic dissolt en aigua o quan s'utilitzi dissolt en metanol? Raoneu la resposta.

Com afectarà al rendiment de la reacció anterior la presència d'àcid sulfúric? Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 4.2	

4.3. En funció dels valors de K_a de la taula, raoneu quin dels AINE enumerats serà més àcid.

Escriviu la reacció de l'ibuprofèn ($C_{13}H_{18}O_2$) en aigua.

Quin serà el pH de la solució obtinguda en dissoldre una pastilla de 500 mg d'ibuprofèn en 250 mL d'aigua?

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 4.3	

4.4. Antalgin® és una marca amb què es comercialitza l'AINE naproxèn. Aquesta marca formula el naproxèn com a sal sòdica, perquè en ser més soluble en aigua, el cos l'absorbeix més ràpidament i l'efecte analgèsic es produeix més de pressa.

Escriviu la fórmula semidesenvolupada de la sal sòdica del naproxèn.

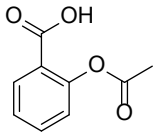
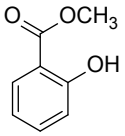
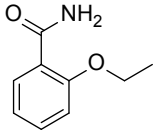
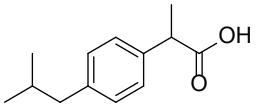
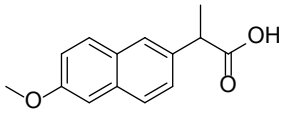
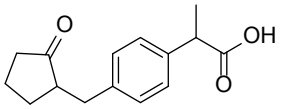
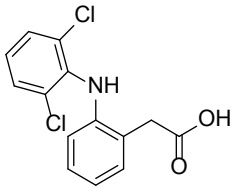
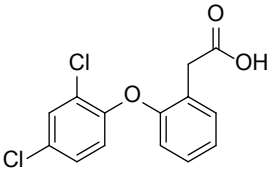
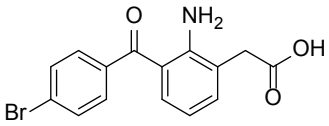
Quin pH (àcid o bàsic) tindrà una dissolució aquosa d'una pastilla d'Antalgin®? Justifiqueu qualitativament la resposta fent ús de les reaccions d'hidròlisi necessàries.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 4.4	

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0.

Exemples de fàrmacs antiinflamatoris no esteroidals (AINE)

Família	*Nom del compost*	*Estructura*	K_a
Derivats de l'àcid salicílic	Àcid acetilsalicílic		$3{,}89 \times 10^{-4}$
	Salicilat de metil		$1{,}58 \times 10^{-10}$
	Etenzamida		$2{,}39 \times 10^{-16}$
Derivats de l'àcid propiònic	Ibuprofèn		$1{,}41 \times 10^{-5}$
	Naproxèn		$1{,}45 \times 10^{-5}$
	Loxoprofèn		$6{,}46 \times 10^{-5}$
Derivats de l'àcid acètic	Diclofenac		$1{,}00 \times 10^{-4}$
	Fenclofenac		$2{,}95 \times 10^{-5}$
	Bromfenac		$1{,}55 \times 10^{-4}$

[Podeu utilitzar aquesta pàgina 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 5

L'alumnat ha de respondre les 4 preguntes proposades.

Les tres primeres preguntes consten de dos apartats que valen 1,25 punts cadascun d'ells. La pregunta quatre consta de quatre apartats dels quals només s'han de respondre dos. En cas de respondre més de dos, només es corregiran els dos primers (1,25 punt 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 i/o els resultats no siguin absurds).

La pauta que es presenta ha de servir al corrector/a 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/a 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. 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. En cap cas un apartat pot tenir una puntuació "negativa".

Exercici 1.1 [1,25 punts]

- **Tractament al ferro de la medalla**

  La peça de ferro s'ha de tractar perquè sinó podria patir un procés de corrosió, en què el ferro s'oxida a òxids de ferro.

  [0,15 punts]

  Els principals agents de la corrosió del ferro són l'oxigen de l'aire i l'aigua.

  [0,10 punts]

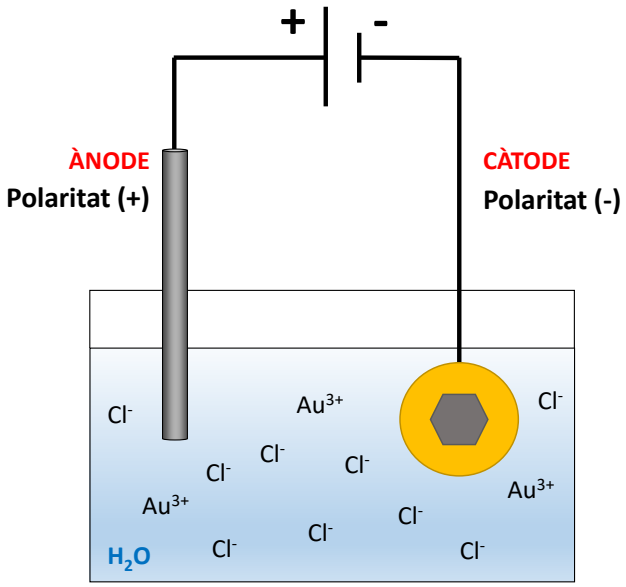
- **Descripció del procés electrolític**

  La corona de plata ha de actuar com a càtode de la cel·la electrolítica, perquè el procés d'electrodeposició que s'hi ha de produir és la reducció del catió Au^{3+} a Au^0.

  [0,25 punts]

- **Dibuix esquemàtic del procés electrolític i reacció d'electrodeposició**

  Esquema de la cel·la d'electròlisi:



  [0,50 punts]

  Reacció d'electrodeposició (reducció):

  La reacció que té lloc a la medalla és la reacció de reducció de l'or en solució:

  $$Au^{3+}(aq) + 3\ e^- \rightarrow Au(s)$$ **[0,25 punts]**

Exercici 1.2 [1,25 punts]

- **Durada del procés d'electròlisi**

  Corrent aplicat (I) = 0,30 A = 0,30 C s^{-1}

  Massa d'or a reduir a cada medalla: 6 g

  Massa atòmica de l'or: 196,97 g mol^{-1}

  Càlcul de la càrrega necessària:

  Reacció de reducció per dur a terme l'electròlisi: $Au^{3+}(aq) + 3\ e^- \rightarrow Au(s)$

$$\text{Càrrega (Q)} = 6{,}0\ \text{g} \times \frac{1\ \text{mol Au}}{196{,}97\ \text{g}} \times \frac{3\ \text{mol } e^-}{1\ \text{mol Au}} \times \frac{96500\ \text{C}}{1\ \text{mol } e^-} = 8818{,}60\ \text{C}$$

[0,65 punts]

  Càlcul del temps:

$$Q = I \times t$$

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{8818{,}60\ \text{C}}{0{,}3\ \text{A}} = 29395{,}339\ s$$

$$t = 2939{,}339\ \text{s} \times \frac{1\ \text{min}}{60\ \text{s}} \times \frac{1\ \text{h}}{60\ \text{min}} = 8{,}165\ \text{h}$$

[0,60 punts]

Exercici 2.1 [1,25 punts]

- **Definició i signe de la primera energia d'ionització**

La primera energia d'ionització (EI_1) és la quantitat d'energia que cal subministrar a un àtom neutre en estat gasós per arrencar un electró: *(opcional)* $A(g) \rightarrow A^+(g) + 1\ e^-$

[0,10 punts]

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

[0,10 punts]

- **Variació de l'energia d'ionització al segon període: Li vs Ne**

Li (Z=3) : $1s^2\ 2s^1$
Ne (Z=10) : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

Tots dos àtoms pertanyen al mateix període de la taula periòdica (n=2): el Li és un metall alcalí amb el menor valor d'EI dels elements d'aquell període, i Ne és un gas noble amb el major valor d'EI per al mateix període.

A mesura que augmenta el nombre atòmic (Z) en un període, el nombre de protons al nucli (càrregues positives) i el nombre de electrons (càrregues negatives) augmenten, i també ho fa la força d'atracció entre ells (augment de la càrrega nuclear efectiva). A major força d'atracció, més costarà d'arrencar l'electró i l'energia d'ionització serà més alta.

[0,45 punts]

- **Definició d'afinitat electrònica**

L'afinitat electrònica (AE) és el canvi d'energia associada al procés en què un àtom en estat fonamental i gasós capta un electró: *(opcional)* $A(g) + 1\ e^- \rightarrow A^-(g)$

[0,15 punts]

- **Afinitat electrònica de F, Cl i Br**

F (Z=9) $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$
Cl (Z=17) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$
Br (Z=35) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^5$

Els valors d'AE del F, Cl i Br són negatius i els més petits del gràfic. Això implica que el procés de captar un electró està molt afavorit i es desprèn energia quan té lloc.

[0,15 punts]

Aquest fet es pot explicar en base a la seva configuració electrònica: aquests tres àtoms són halògens que tenen set electrons a la capa de València ($ns^2\ np^5$) i, per tant, aconsegueixen una configuració electrònica de gas noble d'elevada estabilitat en captar 1 electró ($ns^2\ np^6$).

[0,30 punts]

Exercici 2.2 [1,25 punts]

- **Justificar la diferència entre la primera i la segona energia d'ionització del Na**

La segona energia d'ionització del Na (EI_2 = 4562 kJ mol^{-1}) presenta un valor més elevat que la primera (EI_1 = 496 kJ mol^{-1}), la qual cosa indica que costa molt més arrencar un segon electró de l'ió sodi ($Na^+ \rightarrow Na^{2+} + 1\ e^-$) que el primer electró d'un àtom de sodi ($Na \rightarrow Na^+ + 1\ e^-$).

El Na (Z=11) té 11 electrons i una configuració electrònica $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$. Quan es ionitza per primera vegada, s'arrenca un electró que es troba a l'orbital 3s, que és d'una capa més externa i està menys atret electrostàticament pel nucli. En canvi, el segon electró ionitzat s'arrenca d'un dels orbitals 2p, que està més a prop del nucli i per tant, més atret pel nucli. A més, aquest efecte està amplificat pel fet que, en arrencar el primer electró i formar Na^+, la resta d'electrons de l'ió són atrets més fortament pel nucli, dificultant encara més el segon procés d'ionització.

Opcionalment la justificació es pot donar en base a: a) que Na^+ presenta una configuració electrònica de gas noble d'elevada estabilitat, desafavorint una nova ionització; b) que el radi de Na^+ és més petit que el de Na, augmentat l'atracció entre el nucli i l'electró a ionitzar.

[0,30 punts]

- **Energia d'un fotó per ionitzar Na^+**

L'energia del fotó ha de correspondre a la de la segona energia d'ionització del Na: EI_2 = 4562 kJ mol^{-1}.

[0,10 punts]

Càlcul de l'energia del fotó:

$$4562 \cdot \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot \frac{1\ \text{mol}}{6{,}023 \times 10^{23}\ \text{àtoms}} \cdot \frac{10^3\text{J}}{1\ \text{kJ}} = 7{,}57 \times 10^{-18}\ \text{J àtom}^{-1}$$ **[0,30 punts]**

Càlcul de la longitud d'ona:

A partir de l'equació de Planck es relaciona l'energia de la radiació amb la freqüència:

$$E = h\,\nu$$

$$\nu = E / h \ \Rightarrow\ \nu = 7{,}57 \times 10^{-18}\ \text{J àtom}^{-1} / 6{,}63 \times 10^{-34}\ \text{J s} = 1{,}1418 \times 10^{16}\ \text{s}^{-1}\ \text{(o Hz)}$$

[0,25 punts]

A continuació, cal convertir la freqüència en longitud d'ona:

$$\lambda = c / \nu$$

$$\lambda = 3{,}00 \times 10^8\ \text{m s}^{-1} / 1{,}1418 \times 10^{16}\ \text{s}^{-1} = 2{,}63 \times 10^{-8}\ \text{m}$$

[0,30 punts]

Exercici 3.1 [1,25 punts]

- **Càlcul de l'entalpia de la reacció**

$$\Delta H^o_{\text{reacció}} = (\sum n_p \, \Delta H^o_{f\ \text{productes}}) - (\sum n_r \, \Delta H^o_{f\ \text{reactius}}) \qquad \textbf{[0,10 punts]}$$

$$\Sigma\, n_p \, \Delta H^o_{f,\ \text{productes}} = [(1 \times \Delta H^o_{f,}\, CH_4) + (2 \times \Delta H^o_{f,}\, H_2O)]$$

$$\Sigma\, n_r \, \Delta H^o_{f,\ \text{reactius}} = [(1 \times \Delta H^o_{f,}\, CO_2) + (4 \times \Delta H^o_{f,}\, H_2)]$$

$$\Delta H^o_{\text{reacció}} = [1 \times (-74{,}8\ \text{kJ mol}^{-1}) + 2 \times (-241{,}8\ \text{kJ mol}^{-1})] - [1 \times (-393{,}5\ \text{kJ mol}^{-1}) + 4 \times 0]$$

$$\Delta H^o_{\text{reacció}} = -164{,}9\ \text{kJ mol}^{-1} \qquad \textbf{[0,40 punts]}$$

- **Justificació del tipus de reacció**

Com que $\Delta H^{\circ}_{\text{reacció}} < 0$ a 298 K, la reacció de biometanació és exotèrmica a aquestes condicions.

[0,20 punts]

- **Calor que es desprèn quan s'obté 1,0 kg de CH_4**

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

A pressió constant $\Rightarrow \Delta H_{\text{reacció}} = q_p$, 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 1,0 kg de metà:

Massa molecular del metà: $1 \times 12{,}0 + 4 \times 1{,}0 = 16\ \text{g mol}^{-1}$

$$1{,}0\ \text{kg metà} \frac{1000\ \text{g}}{1\ \text{kg}} \frac{1\ \text{mol metà}}{16\ \text{g}} = 62{,}5\ \text{mol metà}$$

Calor alliberada en l'obtenció d'un kg de metà:

$$62{,}5\ \text{mol metà} \frac{-164{,}9\ \text{kJ}}{\text{mol}} = -10\,306{,}25\ \text{kJ}$$

La reacció de biometanació per produir 1 kg de metà desprèn 10 306,25 kJ de calor a pressió constant.

[0,40 punts]

Exercici 3.2 [1,25 punts]

- **Càlcul de $\Delta S^0_{reacció}$**

$$\Delta S^o_{\text{reacció}} = (\sum n_p\ S^o_{\text{productes}}) - (\sum n_p\ S^o_{\text{reactius}})$$

[0,10 punts]

$$\Sigma\ n_p\ S^o_{\text{productes}} = [(1 \times S^o\ CH_4) + (2 \times S^o\ H_2O)]$$
$$\Sigma\ n_r\ H^o_{f\ \text{reactius}} = [(1 \times S^o\ CO_2) + (4 \times S^o\ H_2)]$$

$$\Delta S^o_{\text{reacció}} = [1 \times 186{,}3 + 2 \times 188{,}8] - [1 \times 213{,}7 + 4 \times 130{,}7] = -172{,}6\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}$$

[0,40 punts]

- **Càlcul de $\Delta G^0_{reacció}$**

$$\Delta G^0_{\text{reacció}} = \Delta H^0_{\text{reacció}} - T \cdot \Delta S^0_{\text{reacció}}$$

[0,10 punts]

Primer es transformen les unitats d'entropia:

$$-172{,}6\ J\ mol^{-1}\ K^{-1} \times (1\ kJ / 1000\ J) = -0{,}1726\ kJ\ mol^{-1}\ K^{-1}$$

Operant amb la fórmula de $\Delta G^{\circ}_{\text{reacció}}$, s'obté:

$$\Delta G^0_{\text{reacció}} = -164{,}9\ kJ\ mol^{-1} - [298\ K \times (-0{,}1726\ kJ\ mol^{-1}\ K^{-1})] = -113{,}46\ kJ\ mol^{-1}$$

[0,40 punts]

- **Espontaneïtat de la reacció**

El criteri d'espontaneïtat d'una reacció en base a $\Delta G^0_{\text{reacció}}$ és:

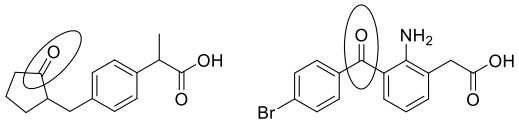
$\underline{\Delta G^0_{\text{reacció}} < 0 \Rightarrow \text{reacció espontània a condicions estàndard}}$

Com que a 25 ºC, $\Delta G^0_{\text{reacció}} = -113{,}46\ kJ\ mol^{-1}$ $\Rightarrow$ <u>la reacció de biometanació a 25 ºC és espontània a condicions estàndard</u>. **[0,25 punts]**

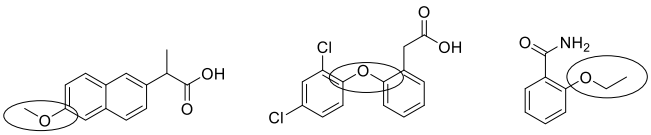
Exercici 4.1 [1,25 punts]

- **Identificació dels grups funcionals als compostos**

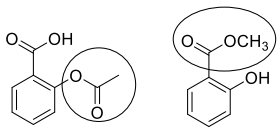
1. AINES amb grup funcional cetona són: loxoprofèn i bromfenac



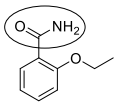
2. AINES amb grup funcional èter són: etenzamida, naproxèn i fenclofenac



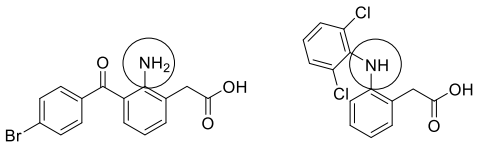
3. AINES amb grup funcional èster son: àcid acetilsalicílic i salicilat de metil



4. AINES amb grup funcional amida son: etenzamida



5. AINES amb grup funcional amina son: diclofenac i bromfenac



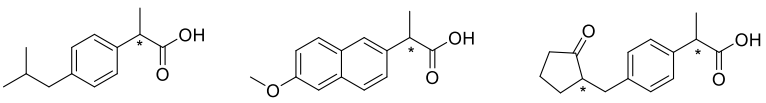
[0,50 punts]

- **Definició i identificació d'estereocentres**

Un esterocentre o carboni asimètric és un carboni tetraèdric que té els quatres substituents diferents.

[0,15 punts]

Els AINES amb estereocentres són l'ibuprofèn (1), el naproxèn (1) i el loxoprofèn (2):



[0,30 punts]

- **Definició de quiralitat i identificació de compostos quirals**

La quiralitat és la propietat que tenen certes molècules que no són superposables a la seva imatge especular, donant lloc a dos isòmers diferents anomenats entantiòmers. Les molècules quirals han de contenir com a mínim un carboni asimètric a la seva estructura.

[0,15 punts]

Els compostos quirals de la Taula 1 són l'ibuprofèn, el naproxèn i el loxoprofèn perquè tots tenen a la seva estructura com a mínim un carboni asimètric.

[0,15 punts]

Exercici 4.2 [1,25 punts]

- **Tipus de reacció orgànica**

  Reacció directa: reacció de condensació. Reacció en què dues molècules (un àcid carboxílic i un alcohol) reaccionen per formar-ne una de nova (un èster) amb l'alliberament d'una molècula petita, generalment aigua.

  [0,25 punts]

  Reacció inversa: reacció d'hidròlisi. Reacció de trencament d'una molècula (un èster) amb aigua per donar dos fragments separats (un àcid carboxílic i un alcohol).

  [0,25 punts]

- **Efecte del dissolvent en el rendiment**

  El rendiment més elevat s'obtindrà quan l'àcid salicílic estigui dissolt en metanol perquè estarem afegint un excés de metanol a la reacció. Per tant, s'incrementarà la concentració d'un dels reactius i per compensar-ho, segons el principi de Le Châtelier, l'equilibri es desplaçarà cap a la formació de productes augmentant el rendiment de la reacció.

  [0,25 punts]

  En canvi si l'àcid salicílic s'utilitza dissolt en aigua, estaríem augmentant la concentració d'un dels productes i l'equilibri es desplaçaria cap a reactius, tot disminuint el rendiment de la reacció.

  [0,25 punts]

- **Efecte de l'àcid sulfúric en el rendiment:**

  L'àcid sulfúric actua de catalitzador i per tant no tindrà cap efecte en el rendiment. Els catalitzadors no modifiquen l'equilibri, actuen rebaixant l'energia d'activació i augmentant la velocitat de la reacció.

  [0,25 punts]

Exercici 4.3 [1,25 punts]

- **Acidesa dels AINEs**

La K_a mesura l'equilibri de dissociació dels àcids en aigua:

$$AH + H_2O \rightleftharpoons A^{\ominus} + H_3O^{\oplus}$$

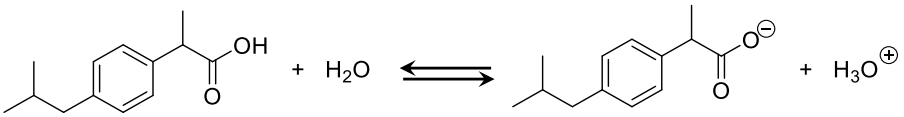
$$Ka = \frac{[A^{\ominus}]\ [H_3O^{\oplus}]}{[AH]}$$

Quan més gran sigui el valor de la K_a d'un compost més desplaçat estarà l'equilibri cap a productes; per tant, més gran serà la concentració d'ió hidroni (H_3O^+) i més àcid serà el compost.

En base a aquest argument, l'àcid acetilsalicílic és l'AINE més àcid perquè té el valor de la constant d'acidesa més gran de tots els AINES de la Taula 1 ($K_a = 3{,}89 \times 10^{-4}$).

[0,25 punts]

- **Reacció de dissociació de l'ibuprofèn**



[0,20 punts]

- **Càlcul del pH d'una solució d'ibuprofèn**

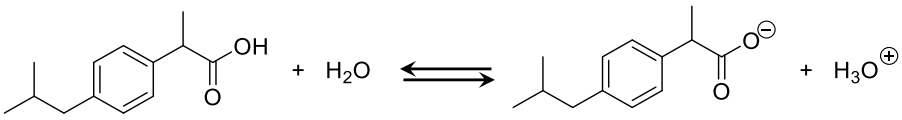
Concentració molar d'ibuprofè ($C_{13}H_{18}O_2$):

Massa molecular de ($C_{13}H_{18}O_2$) = 13 x 12 + 18 x 1 + 2 x 16 = 206 g mol^{-1}

$$\text{Concentració} = 0{,}500\ \text{g}\ \frac{1\ \text{mol d'ibuprofè}}{206\ \text{g}}\ \frac{1000\ \text{mL}}{250\ \text{mL}} = 9{,}7 \times 10^{-3}\ \text{M}$$

[0,20 punts]

Càlcul de la concentració de ions hidroni:



Concent. inici	$9{,}7 \times 10^{-3}$	--	--
Concent. equilibri	$9{,}7 \times 10^{-3} - x$	x	x

$$K_a = \frac{[C_{13}H_{17}O_2^-]\ [H_3O^+]}{[C_{13}H_{18}O_2]} = 1{,}41 \times 10^{-5}$$

$$\frac{(x)\ (x)}{(9{,}7 \times 10^{-3} - x)} = 1{,}41 \times 10^{-5}$$

[0,15 punts]

Operant amb l'equació de la K_a:

$$x^2 + 1{,}41 \times 10^{-5}\, x - 1{,}368 \times 10^{-7} = 0$$

Resolent l'equació quadràtica es troba x=0,000363. L'altre solució és negativa.

Per tant, $[H_3O^+] = 0{,}000363$ M **[0,25 punts]**

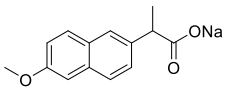
Alternativament, l'equació de la K_a es pot resoldre aplicant l'aproximació $9{,}7 \times 10^{-3} - x \approx 9{,}7 \times 10^{-3}$, el que dona lloc a un valor de $[H_3O^+] = 3{,}698 \times 10^{-4}$ M.

Càlcul del pH:

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log (0{,}000363) \Rightarrow pH = 3{,}44$$ **[0,20 punts]**

Exercici 4.4 [1,25 punts]

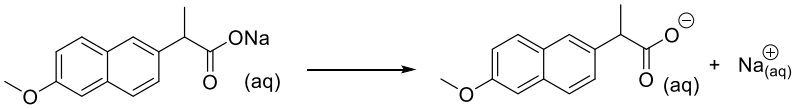
- **Fórmula semidesenvolupada de la sal sòdica del naproxèn**



[0,25 punts]

- **pH d'una solució aquosa d'Antalgin®**

Equilibri:



La sal sòdica del naproxèn en aigua es dissocia en l'anió del naproxèn (carboxilat) i el catió sodi (Na^+).

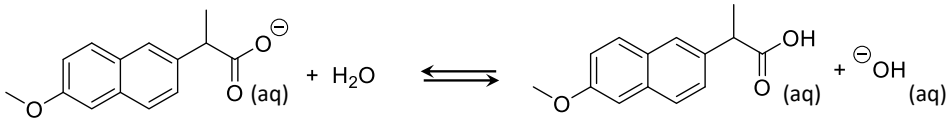
[0,25 punts]

Raonament del pH d'una solució d'Antalgin®:

El catió sodi (Na^+) no té activitat àcid-base.

[0,15 punts]

L'anió naproxèn prové d'un àcid feble i, per tant, serà una base conjugada feble capaç de donar una reacció d'hidròlisi bàsica en aigua.



[0,35 punts]

Per tant, el pH d'una solució aquosa d'una pastilla d'Antalgin® serà bàsic. **[0,25 punts]**