Química

Termodinàmica

Exercicis · 99 exercicis

Proves d'accés a la universitat (PAU) de Catalunya. Ordenats del més recent al més antic.
Retalls dels exàmens i pautes oficials (selecat.cat / universitats.gencat.cat).

Exercici 1

[2,5 punts en total]

Puntuació total de l'exercici 1	

Els fotocatalitzadors són compostos capaços de promoure una reacció química quan són irradiats amb llum i s'apliquen en camps tan diversos com la degradació de contaminants, la producció d'hidrogen verd o la valorització de les emissions de CO_2. Un dels fotocatalitzadors més populars utilitzat en algunes d'aquestes aplicacions és el diòxid de titani (TiO_2), un semiconductor que absorbeix radiació ultraviolada (UV).

1.1. El TiO_2 es pot obtenir a partir de la reacció següent:

$$TiCl_4(l) + O_2(g) \rightarrow TiO_2(s) + 2\,Cl_2(g)$$

Calculeu la variació d'energia lliure de Gibbs estàndard d'aquesta reacció a 25 °C.

Indiqueu si es tracta d'un procés espontani en condicions estàndard a 25 °C, i determineu en quin interval de temperatures ho serà, si assumim que l'entalpia i l'entropia de la reacció no varien amb la temperatura.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 1.1	

1.2. Alguns dels contaminants que poden ser degradats mitjançant l'acció del diòxid de titani sota irradiació amb llum UV són el diclorometà (CH_2Cl_2), el dibromometà (CH_2Br_2) o el tetracloroetè (C_2Cl_4).

Representeu les estructures de Lewis d'aquests tres compostos organohalogenats i predigueu quina serà la seva geometria segons la teoria de repulsió dels parells d'electrons de la capa de valència (RPECV). En el cas del tetracloroetè, digueu quina serà la geometria al voltant de cadascun dels àtoms de carboni de la molècula.

Expliqueu de manera justificada si el tetracloroetè és un compost polar o no.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 1.2	

DADES: Nombres atòmics: $Z(H) = 1$; $Z(C) = 6$; $Z(Cl) = 17$; $Z(Br) = 35$.
Electronegativitat segons l'escala de Pauling: H = 2,20; C = 2,55; Cl = 3,16; Br = 2,96.

Substància	$TiCl_4(l)$	$O_2(g)$	$TiO_2(s)$	$Cl_2(g)$
Entalpia estàndard de formació a 25 °C ΔH_f° *(kJ mol*$^{-1}$*)*	−763,2	0,0	−944,0	0,0
Entropia estàndard absoluta a 25 °C S° *(J mol*$^{-1}$ *K*$^{-1}$*)*	+353,2	+205,0	+51,0	+223,0

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:

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

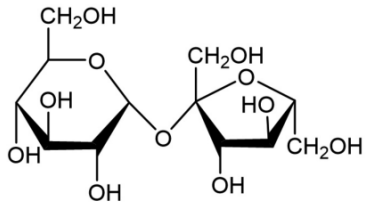
3.1. Determineu si aquesta reacció és exotèrmica o endotèrmica en condicions estàndard a 298 K.

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.

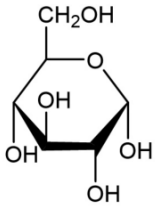
[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 3.1	

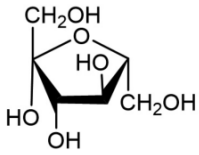
3.2. La sacarosa, la glucosa i la fructosa són glúcids que en solució aquosa presenten una estructura cíclica amb anells de sis membres (forma piranosa) o de cinc membres (forma furanosa):



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 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

Responeu només a DUES de les quatre qüestions plantejades (*a*, *b*, *c* i *d*).

L'etanol i l'èter dimetílic, o dimetil èter, són dos compostos orgànics amb la mateixa fórmula molecular (C_2H_6O), però amb estructures i propietats químiques molt diferents.

— L'etanol és un alcohol amb un grup funcional hidroxil que li confereix una polaritat significativa i la capacitat de formar enllaços d'hidrogen amb altres molècules. És conegut per ser l'alcohol que es troba en les begudes alcohòliques, però també té usos com a antisèptic i dissolvent, i en la producció de biocombustible.
— L'èter dimetílic, en canvi, pertany a la família dels èters. Aquest compost és menys polar que l'etanol i no pot formar enllaços d'hidrogen entre les seves pròpies molècules. S'utilitza sobretot com a propel·lent en esprais i com a possible substitut del dièsel en alguns motors. L'entalpia de combustió d'1 mol d'èter dimetílic és de $-1\,292\ kJ\ mol^{-1}$.

En resum, l'etanol i l'èter dimetílic són exemples excel·lents de com compostos amb la mateixa fórmula molecular poden presentar propietats molt diferents a causa dels seus grups funcionals i estructures. Aquesta distinció fa que les seves aplicacions, comportament químic i consideracions de seguretat també siguin únics per a cadascun d'ells.

L'espectrometria d'infraroig (IR) és la tècnica ideal per a identificar ràpidament els tipus de grups funcionals presents en un determinat compost orgànic. Per tant, és una eina que permet distingir aquestes dues substàncies.

a) Calculeu l'entalpia de combustió d'1 mol d'etanol utilitzant les energies d'enllaç. Raoneu, després de fer els càlculs adients, quin dels dos combustibles (etanol o èter dimetílic) resulta més eficient des del punt de vista energètic per unitat de massa, en condicions estàndard a 25 °C.
[1,25 punts]

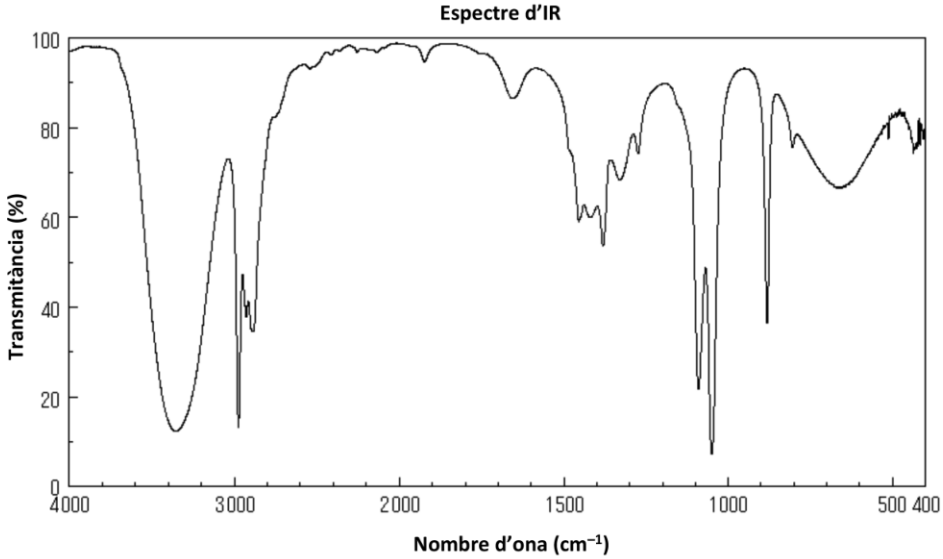
b) Raoneu si l'etanol i l'èter dimetílic presenten algun tipus d'isomeria. Si és el cas, justifiqueu quins tipus d'isòmers són. Expliqueu de quina manera la seva estructura afecta la seva temperatura d'ebullició, i raoneu quin dels dos compostos tindrà la temperatura d'ebullició més elevada.
[1,25 punts]

c) L'espectre d'IR de la pàgina següent correspon a una de les dues substàncies (etanol o èter dimetílic). Indiqueu quins són els enllaços característics de cada substància. Raoneu quin o quins senyals de l'espectre serien comuns en les dues substàncies, i quin o quins senyals us permeten identificar la substància de la qual es tracta.
[1,25 punts]

d) Calculeu, a partir de les dades necessàries, si la reacció de combustió d'1 mol d'èter dimetílic serà espontània en condicions estàndard a 25 °C. Justifiqueu la resposta.
[1,25 punts]

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

Enllaç	C—C	C—H	C—O	O—H	O=O	C=O
Entalpia d'enllaç a 25 °C i 1 atm ($kJ\ mol^{-1}$)	348	412	358	463	498	799



Dades espectroscòpiques a la regió de l'infraroig	
Enllaç	*Interval del nombre d'ona (cm^{-1})*
O—H	3 550-3 200
C—H	3 000-2 850
C═O	1 750-1 650
C═C	1 650-1 500
C—O—C (èter)	1 300-1 000
C—O (alcohol)	1 260-1 000

Substància	$CH_3OCH_3(g)$	$CO_2(g)$	$O_2(g)$	$H_2O(g)$
Entropia estàndard absoluta a 298 K $S°$ ($J\ mol^{-1}\ K^{-1}$)	267,34	213,6	205,0	188,8

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

Comprovació:

2a correcció:

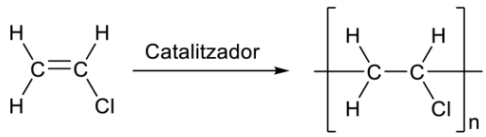
3a correcció:

Etiqueta de l'estudiant

Exercici 4

Responeu només a DUES de les quatre qüestions plantejades (*a*, *b*, *c* i *d*).

El cloroetè (CH_2=CHCl), també anomenat *clorur de vinil*, figura entre els compostos químics més produïts arreu del món perquè és el monòmer a partir del qual s'obté el clorur de polivinil (PVC), un plàstic ben conegut i molt utilitzat per a fer canonades, persianes o finestres, entre d'altres aplicacions.



El clorur de vinil es pot obtenir a partir d'acetilè (CH≡CH) i clorur d'hidrogen segons la reacció de síntesi següent:

$$CH{\equiv}CH(g) + HCl(g) \rightarrow CH_2{=}CHCl(g)$$

Després, aquest compost pot reaccionar fàcilment amb el clor per a donar 1,1,2-tricloroetà, un dissolvent organoclorat:

$$CH_2{=}CHCl(g) + Cl_2(g) \rightarrow CH_2Cl{-}CHCl_2(l)$$

DADES:

Substància	CH≡CH(g)	HCl(g)	CH_2=CHCl(g)
Entalpia estàndard de formació a 298 K ΔH_f° *(kJ mol*$^{-1}$*)*	–226,9	–92,3	–37,26

Substància	C—C	C—H	C=C	Cl—Cl	C—Cl
Entalpia d'enllaç a 25 °C i 1 atmosfera (kJ mol^{-1}*)*	348	412	608	242	328

Constant universal dels gasos ideals: $R = 0{,}082$ atm L K^{-1} mol^{-1}; $R = 8{,}314$ J K^{-1} mol^{-1}.
Nombres atòmics: Z(H) = 1; Z(C) = 6; Z(Cl) = 17.
Electronegativitat segons l'escala de Pauling: H = 2,2; C = 2,5; Cl = 3,2.

a) Expliqueu a partir de quin tipus de reacció de polimerització s'obté el PVC.

Formuleu tots els isòmers del dicloroetè i el tricloroetà i digueu quin tipus d'isomeria presenten. Anomeneu-los amb el seu nom sistemàtic segons la IUPAC.

Raoneu si algun isòmer del tricloroetà presenta estereoisomeria òptica.

[1,25 punts]

b) Calculeu la calor a pressió constant i a volum constant de la reacció de síntesi del clorur de vinil en condicions estàndard a 25 °C. Justifiqueu si aquesta reacció és endotèrmica o exotèrmica en aquestes condicions.

[1,25 punts]

c) Calculeu l'entalpia de la reacció d'obtenció de l'1,1,2-tricloroetà a partir del clorur de vinil en condicions estàndard a 25 °C utilitzant les energies d'enllaç. Raoneu quin signe tindrà l'entropia (ΔS) d'aquesta reacció i justifiqueu qualitativament si serà espontània a temperatures altes o baixes.

[1,25 punts]

***d*)** Raoneu quin tipus de reaccions es produeixen en l'obtenció del clorur de vinil i de l'1,1,2-tricloroetà.

Quina geometria té la molècula d'acetilè? Justifiqueu la resposta segons la teoria de repulsió dels parells d'electrons de la capa de valència (RPECV).

Raoneu si la molècula de clorur de vinil serà polar.

[1,25 punts]

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

Comprovació:

2a correcció:

3a correcció:

Etiqueta de l'estudiant

6. PAU 2024 · Setembre · Sèrie 3 · Exercici 3

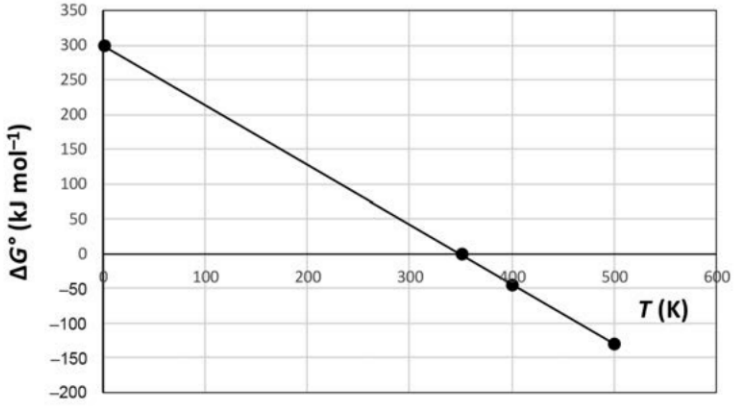
3. La calç viva és l'òxid de calci que s'obté de la calcinació de roques calcàries. La calç apagada és hidròxid de calci que es produeix per hidratació de l'òxid de calci en un procés exotèrmic. Ambdues substàncies tenen múltiples aplicacions en diversos àmbits, però sobretot s'utilitzen en la construcció per a obtenir morter i guix.

$$CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(s)$$

a) Calculeu la calor que es desprèn en la reacció d'hidratació de la calç viva. Justifiqueu que la reacció és exotèrmica. Quina quantitat de calor s'alliberarà a pressió constant en el procés d'hidratació d'una tona (1000 kg) de calç viva?

[1,25 punts]

b) El gràfic següent representa la variació amb la temperatura de l'energia de Gibbs d'una determinada reacció:



Considerant que la variació d'entalpia i d'entropia de la reacció són constants en tot l'interval de temperatures del gràfic, i considerant la reacció en condicions estàndard, raoneu a quina temperatura la reacció es trobarà en condicions d'equilibri. Determineu el valor de la variació d'entalpia estàndard de la reacció, indiqueu si serà endotèrmica o exotèrmica i justifiqueu la resposta. Raoneu a partir de quina temperatura la reacció serà espontània.

[1,25 punts]

DADES: Masses atòmiques relatives: O = 16,0; Ca = 40,0.

Substància	$CaO(s)$	$H_2O(l)$	$Ca(OH)_2(s)$
Entalpia estàndard de formació a 298 K ΔH_f° *(kJ mol*$^{-1}$*)*	−634,9	−285,5	−985,6

7. PAU 2024 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 3

3. La glucosa ($C_6H_{12}O_6$) és un monosacàrid que es troba en molts aliments i en la sang. En la fabricació del pa és molt important la reacció de fermentació de la glucosa per acció del llevat. En aquesta reacció de fermentació s'obté etanol (C_2H_5OH) i diòxid de carboni (CO_2).

$$C_6H_{12}O_6(s) \rightarrow 2\,C_2H_5OH(l) + 2\,CO_2(g)$$

a) Calculeu l'entalpia estàndard de la reacció de fermentació de la glucosa a 25 °C a partir de les reaccions de combustió de la glucosa i de combustió de l'etanol, si sabem que la combustió d'1,0 mol de glucosa desprèn 2 813 kJ mol^{-1} a 25 °C i la combustió d'1,0 mol d'etanol desprèn 1 367 kJ mol^{-1} a 25 °C. La reacció de fermentació de la glucosa és endotèrmica o exotèrmica? Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

b) La glucosa és una de les principals fonts d'energia per al cos humà. Determineu de quanta energia de Gibbs estàndard a 25 °C es disposa per a mantenir l'activitat muscular i nerviosa del cos a partir de la combustió d'1,0 mol de glucosa en condicions fisiològiques (la temperatura de la sang en condicions normals és de 36,5 °C). Es tracta d'una reacció espontània en condicions fisiològiques? Justifiqueu la resposta. Considereu que l'entalpia i l'entropia estàndard no varien amb la temperatura.

[1,25 punts]

DADES: Entropies estàndard absolutes a 298 K:

Substància	$CO_2(g)$	$O_2(g)$	$H_2O(l)$	$C_6H_{12}O_6(s)$
$S°$ ($J\,mol^{-1}\,K^{-1}$)	213,8	205,2	70,0	2 121,0

8. PAU 2023 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 2

2. El cloroetà (C_2H_5Cl), també anomenat *clorur d'etil,* s'ha utilitzat al llarg de la història com a anestèsic d'ús tòpic i d'acció ràpida que actua per refredament local en l'àrea aplicada. Actualment es recomana evitar el contacte físic amb aquesta substància. Per a obtenir cloroetà, es poden utilitzar dos mètodes diferents que es basen en les reaccions següents:

1a reacció: $C_2H_6(g) + Cl_2(g) \xrightarrow{llum} C_2H_5Cl(g) + HCl(g)$

2a reacció: $C_2H_4(g) + HCl(g) \xrightarrow{llum} C_2H_5Cl(g) \quad \Delta H°\ (298\ K) = -64{,}9\ kJ\ mol^{-1}$

a) Si els valors de les entropies estàndard a 298 K són $\Delta S° = +2{,}09\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$ i $\Delta S° = -128{,}6\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$ per a la primera i per a la segona reacció respectivament, comproveu que les dues reaccions són espontànies a la temperatura de 298 K. Justifiqueu la resposta. Expliqueu què indica, a escala microscòpica, el signe de la variació d'entropia estàndard d'aquestes dues reaccions.
[1,25 punts]

b) Les fitxes de seguretat del cloroetà (pictogrames 1 i 2) i de l'àcid clorhídric (pictogrames 3 i 4) contenen els símbols següents:



Pictograma 1 Pictograma 2 Pictograma 3 Pictograma 4

Què volen dir aquests pictogrames de seguretat i de quins perills ens adverteixen?
[1,25 punts]

DADES: Entalpies estàndard de formació a 298 K:

Substància	$C_2H_5Cl(g)$	$HCl(g)$	$C_2H_6(g)$
$\Delta H_f°\ (kJ\ mol^{-1})$	−104,9	−92,3	−84,7

5. El diòxid de nitrogen és un gas contaminant que es forma com a subproducte en els processos de combustió a altes temperatures, com en els vehicles motoritzats i les plantes elèctriques. Per això és un contaminant freqüent a les zones urbanes. El diòxid de nitrogen es pot obtenir també per l'oxidació del monòxid de dinitrogen segons la reacció:

$$N_2O(g) + \frac{3}{2} O_2(g) \rightleftarrows 2\,NO_2(g) \text{ a } 298\,K$$

a) Calculeu l'entalpia, la variació d'entropia i la variació d'energia de Gibbs de la reacció. Indiqueu si es tracta d'un procés espontani en aquestes condicions, i en quin interval de temperatures ho serà. Suposeu que l'entalpia i l'entropia no varien amb la temperatura.

[1,25 punts]

b) Feu una representació gràfica aproximada que mostri l'energia en funció de la coordenada de reacció. Suposeu que la reacció d'oxidació del monòxid de dinitrogen és una reacció lenta i que el seu mecanisme només té una etapa, i assenyaleu-hi l'energia d'activació, l'estat de transició i la variació d'entalpia de la reacció. Si hi afegim un catalitzador per accelerar la reacció, modificarem el valor de l'energia d'activació? I el valor de l'entalpia de la reacció? Justifiqueu les respostes.

[1,25 punts]

DADES:

Substància	$N_2O(g)$	$NO_2(g)$
Entalpia estàndard de formació a 298 K ΔH_f° *(kJ mol*$^{-1}$*)*	81,6	33,2

Substància	$N_2O(g)$	$NO_2(g)$	$O_2(g)$
Entropia molar estàndard absoluta a 298 K S° *(J mol*$^{-1}$ *K*$^{-1}$*)*	220,1	240,1	205,2

10. PAU 2023 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 1

1. La hidrazina (N_2H_4) i la dimetilhidrazina ($N_2H_2(CH_3)_2$) són combustibles líquids. La hidrazina reacciona amb l'oxigen i s'obté $H_2O(g)$ i $N_2(g)$. La dimetilhidrazina reacciona amb l'oxigen i s'obté $H_2O(g)$, $N_2(g)$ i $CO_2(g)$.

***a*)** Escriviu les dues reaccions de combustió. Calculeu l'entalpia estàndard de reacció de cada combustible a 298 K. Si us demanessin consell en l'elecció d'un dels dos combustibles per a fer senyals des d'un vaixell, considerant que la bodega del vaixell està gairebé al límit del pes permès, quin dels dos aconsellaríeu? Justifiqueu la resposta.
[1,25 punts]

***b*)** Representeu el diagrama entàlpic del procés de combustió de la hidrazina. A l'etiqueta d'un envàs que conté hidrazina, s'observen els dos pictogrames següents. Expliqueu què volen dir aquests pictogrames i de quins perills ens alerten.
[1,25 punts]



Pictograma 1



Pictograma 2

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12; N = 14,0; O = 16,0.
Entalpies estàndard de formació a 298 K:

Substància	$N_2H_4(l)$	$N_2H_2(CH_3)_2(l)$	$H_2O(g)$	$CO_2(g)$
ΔH_f° *(kJ mol^{-1})*	50,6	42,0	–241,8	–393,5

3. Als cellers on s'elabora vi, i durant el temps que dura el procés de fermentació del most, se sent un xiuxiueig constant que trenca el silenci, allò que en el món de l'enologia es coneix amb l'expressió «el vi bull». El sucre (glucosa) es converteix en etanol i, alhora, es produeix diòxid de carboni gasós:

$$\underset{\text{glucosa}}{C_6H_{12}O_6} \rightarrow 2\,\underset{\text{etanol}}{CH_3CH_2OH} + 2\,CO_2$$

a) Sabem que les entalpies estàndard de combustió de la glucosa i de l'etanol són, respectivament, $-2\,816{,}8\ kJ\ mol^{-1}$ i $-1\,366{,}9\ kJ\ mol^{-1}$. Calculeu la calor que es desprèn, a pressió constant, quan es forma un mol d'etanol per fermentació de la glucosa.

[1,25 punts]

NOTA: Les entalpies estàndard de combustió estan expressades per mol de substància que es crema.

b) En les taules termodinàmiques podem trobar l'entalpia estàndard de formació d'un compost. Escriviu la reacció química corresponent a l'entalpia estàndard de formació de l'etanol gasós, i estimeu-ne el valor a partir de les dades d'energia d'enllaç següents:

Enllaç	C—C	C—O	C—H	H—H	O—H	O=O
Energia d'enllaç (kJ mol^{-1})	347	360	414	436	464	498

[1,25 punts]

12. PAU 2022 · Setembre · Sèrie 3 · Exercici 1

1. En el mercat hi ha diversos envasos per a aliments i begudes que són autoescalfables. Aquests envasos consten de dos compartiments: un que conté l'aliment o la beguda i l'altre on es produeix una reacció química exotèrmica. En les begudes autoescalfables comercials, la reacció que produeix la calor necessària per a escalfar-les és la següent:

$$CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(s)$$

a) Calculeu la variació d'entalpia estàndard d'aquesta reacció a 25 °C. Justifiqueu, mitjançant els càlculs necessaris, si la reacció serà espontània a 25 °C.

[1,25 punts]

b) Si dins de l'envàs hi ha 50,0 mL d'aigua i 14,0 g d'òxid de calci, calculeu quants mL d'una beguda de densitat 0,9 g mL^{-1}, que inicialment es troba a pressió constant i 20 °C, podrem escalfar fins a 42 °C.

[1,25 punts]

DADES: Capacitat calorífica de la beguda (entre 10 °C i 45 °C); $C_e = 4{,}18$ kJ kg^{-1} $°C^{-1}$.
Masses atòmiques relatives: Ca = 40,0; O = 16,0; H = 1,0.
Densitat de l'aigua = 1,0 g mL^{-1}.
Densitat de la beguda = 0,9 g mL^{-1}.
Entalpies estàndard de formació i entropies molars estàndard absolutes a 298 K:

Substància	$CaO(s)$	$H_2O(l)$	$Ca(OH)_2(s)$
ΔH_f° *(kJ mol^{-1})*	–635	–286	–987
S° *(J K^{-1} mol^{-1})*	39,8	69,8	83,4

13. PAU 2022 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 3

3. El benzè (C_6H_6) és un hidrocarbur perillós, ja que emet vapors tòxics que poden produir càncer. Es poden produir traces de benzè en la combustió incompleta de materials rics en carboni, com ara en les erupcions volcàniques i en els incendis forestals, i és un component del fum de les cigarretes. La reacció de combustió del benzè és la següent:

$$C_6H_6(l) + \frac{15}{2}\, O_2(g) \rightarrow 6\, CO_2(g) + 3\, H_2O(l)$$

a) Calculeu la calor a pressió constant que s'alliberarà en la combustió de 20 kg de benzè líquid en condicions estàndard.

[1,25 punts]

b) El benzè és un hidrocarbur que es pot vaporitzar en condicions estàndard a 25 °C. Expliqueu què és l'entalpia de vaporització d'una substància i calculeu l'entalpia molar de vaporització del benzè líquid en condicions estàndard i a 25 °C. Quina serà l'energia en forma de calor, a pressió constant, necessària per a vaporitzar 1 kg de benzè?

[1,25 punts]

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0.
Entalpies estàndard de formació a 298 K:

Substància	$H_2O(l)$	$CO_2(g)$	$C_6H_6(l)$	$C_6H_6(g)$
ΔH_f° *(kJ mol^{-1})*	–286	–394	49	83

14. PAU 2022 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 3

3. En la fermentació de la cervesa, la glucosa sòlida —$C_6H_{12}O_6(s)$— del malt es transforma en etanol líquid i diòxid de carboni gasós mitjançant un procés anaeròbic (en absència d'oxigen).

a) Escriviu i ajusteu l'equació de la reacció que es produeix en la fermentació de la cervesa. Justifiqueu que aquesta reacció és exotèrmica, en condicions estàndard i a 298 K, i calculeu la calor que es desprèn quan s'obté 1 kg d'etanol si efectuem la reacció a pressió constant.

[1,25 punts]

b) Digueu si la calor alliberada seria superior, inferior o igual en el cas que efectuéssim la reacció a volum constant, i justifiqueu-ho, qualitativament o quantitativament.

[1,25 punts]

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0.
Constant universal dels gasos ideals: $R = 8{,}31\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$.
Entalpies estàndard de formació a 298 K:

Substància	etanol(l)	$CO_2(g)$	$C_6H_{12}O_6(s)$
ΔH_f° *(kJ mol^{-1})*	–277,7	–393,5	–1 273,0

15. PAU 2021 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 1

1. El monòxid de dinitrogen o òxid nitrós (N_2O) és conegut com a *gas hilarant* o *gas del riure*. El fan servir els dentistes com a agent sedant, segur i eficaç, per a aconseguir que el pacient se senti més còmode i relaxat durant determinats procediments dentals. En certes condicions, aquest òxid es pot descompondre segons la reacció següent:

$$2\,N_2O(g) \rightarrow 2\,N_2(g) + O_2(g) \quad \Delta H°\,(25\,°C) = 86{,}0\,kJ$$

a) Justifiqueu, quantitativament, que aquesta reacció no serà espontània en condicions estàndard i a 25 °C. A partir de quina temperatura ho seria, suposant que els valors d'entalpia i d'entropia estàndard no varien amb la temperatura?

[1,25 punts]

b) La descomposició en fase gasosa de l'òxid nitrós es produeix mitjançant el mecanisme de reacció següent, que consta de dues etapes elementals:

Etapa 1 (lenta): $N_2O \rightarrow N_2 + O$

Etapa 2 (ràpida): $N_2O + O \rightarrow N_2 + O_2$

Dibuixeu, d'una manera aproximada, un gràfic de l'energia respecte a la coordenada de reacció; indiqueu en el gràfic les energies d'activació, els estats de transició i la variació d'entalpia de la reacció global. A partir de les etapes del mecanisme de reacció, justifiqueu que la reacció global és de primer ordre.

[1,25 punts]

DADES: Entropies estàndard absolutes a 25 °C:
$S°\,(N_2) = 191{,}6\,J\,K^{-1}\,mol^{-1}$; $S°\,(O_2) = 205{,}2\,J\,K^{-1}\,mol^{-1}$;
$S°\,(N_2O) = 220{,}0\,J\,K^{-1}\,mol^{-1}$.

16. PAU 2021 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 6

6. L'etí (C_2H_2), anomenat habitualment *acetilè*, és l'alquí més senzill que existeix i n'és ben coneguda la utilització en equips de soldadura. En aquest procés, es poden unir les vores de dues peces metàl·liques a la temperatura de fusió (aproximadament, 3 200 °C) mitjançant la calor que genera la flama formada per la combustió de l'acetilè amb oxigen.

a) Escriviu i igualeu la reacció de combustió de l'acetilè gasós. Quina quantitat de calor es desprendrà en cremar, a pressió constant, 100 L d'acetilè amb 500 L d'oxigen, ambdós gasos mesurats a 1,0 atm i 298 K?

[1,25 punts]

NOTA: Suposeu que en la reacció de combustió es forma aigua en estat líquid i diòxid de carboni en estat gasós.

b) Calculeu l'entalpia estàndard de formació de l'acetilè gasós a 298 K. Raoneu si es desprèn més calor en la formació d'un mol d'acetilè a pressió constant o a volum constant.

[1,25 punts]

DADES: Entalpia estàndard de combustió de l'acetilè a 298 K (per mol de substància que es crema): $\Delta H_c° = -226{,}0\,kJ\,mol^{-1}$.
Constant dels gasos ideals: $R = 0{,}082\,atm\,L\,K^{-1}\,mol^{-1} = 8{,}31\,J\,K^{-1}\,mol^{-1}$.
Entalpies estàndard de formació a 298 K:
$\Delta H_f°\,(CO_2, g) = -393{,}8\,kJ\,mol^{-1}$; $\Delta H_f°\,(H_2O, l) = -285{,}8\,kJ\,mol^{-1}$.

2. L'*airbag* (o *coixí de seguretat*) està considerat, en combinació amb el cinturó de seguretat, com un dels millors sistemes per a reduir les lesions ocasionades per un accident de trànsit. Quan un vehicle rep un fort impacte, l'azida de sodi (NaN_3) que porten els *airbags* es descompon ràpidament i forma nitrogen gasós, que omple el coixí i amorteix el cop dels ocupants.

a) L'azida de sodi es prepara comercialment a partir de la reacció entre el monòxid de dinitrogen i l'amidur de sodi segons l'equació química següent:

$$N_2O(g) + 2\,NaNH_2(s) \rightarrow NaN_3(s) + NaOH(s) + NH_3(g)$$

Quan reaccionen a pressió constant 4,0 mol de $NaNH_2$ amb un excés de N_2O, en condicions estàndard i a 298 K, s'absorbeixen 111,6 kJ d'energia en forma de calor. Calculeu l'entalpia estàndard de formació de l'azida de sodi a aquesta temperatura.

[1,25 punts]

b) En la bibliografia podem trobar les dades següents amb relació als canvis de fase del nitrogen (N_2):

Punt de fusió	*Punt d'ebullició*	*Punt triple*
1,00 atm 63,30 K	1,00 atm 77,40 K	0,123 atm 63,15 K

Definiu el terme *punt triple* d'una substància. Feu un dibuix aproximat del diagrama de fases del nitrogen, marqueu-hi els tres punts que figuren a la taula i indiqueu-hi les zones en què el nitrogen es troba en fase sòlida, líquida i gasosa. Raoneu si podem sublimar el nitrogen a pressió atmosfèrica.

[1,25 punts]

DADES: Entalpies estàndard de formació a 298 K:
ΔH_f° (N_2O, g) = 82,0 kJ mol^{-1}; ΔH_f° (NH_3, g) = –46,1 kJ mol^{-1};
ΔH_f° ($NaNH_2$, s) = –123,7 kJ mol^{-1}; ΔH_f° (NaOH, s) = –425,2 kJ mol^{-1}.

18. PAU 2021 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 7

7. Les calderes de calefacció de condensació, a diferència de les convencionals, tenen més eficiència energètica. El combustible utilitzat principalment és el gas natural, format per una mescla d'hidrocarburs en què el metà és el component majoritari. La diferència entre les dues calderes és que en fer la combustió del metà en la caldera convencional obtenim aigua en estat de vapor, mentre que en la caldera de condensació obtenim aigua en estat líquid.

a) Sabem que la variació d'entalpia estàndard de la combustió d'un mol de metà per a donar vapor d'aigua és –801,4 kJ mol^{-1}. Escriviu la reacció de combustió del metà en la caldera de condensació i calculeu la variació d'entalpia d'aquesta reacció. Justifiqueu numèricament quina té més eficiència energètica.

[1,25 punts]

b) Compareu la calor despresa a volum constant i a pressió constant de la caldera de condensació i raoneu-ho. Feu el mateix amb la caldera convencional.

[1,25 punts]

DADES: Entalpies estàndard de formació: $\Delta H_f°$ (CH_4, g) = –74,8 kJ mol^{-1}; $\Delta H_f°$ (CO_2, g) = –393,5 kJ mol^{-1}; $\Delta H_f°$ (H_2O, l) = –285,5 kJ mol^{-1}.
Constant universal dels gasos ideals: $R = 8{,}31$ J K^{-1} mol^{-1}.

NOTA: Totes les dades són a 25 °C.

Etiqueta de l’alumne/a

19. PAU 2020 · Setembre · Sèrie 4 · Exercici 6

6. En la fabricació de l'àcid nítric a partir de l'amoníac, en primer lloc cal oxidar catalíticament aquest compost segons la reacció següent:

$$4\,NH_3(g) + 5\,O_2(g) \rightleftarrows 4\,NO\,(g) + 6\,H_2O(g) \quad \Delta S°\ (\text{a } 25\,°C) = 180{,}5\,J \cdot K^{-1}$$

El procés industrial seguit, que permet obtenir valors alts de rendiment i de velocitat de reacció, consisteix a barrejar amoníac vaporitzat i filtrat amb un corrent d'aire filtrat i comprimit. Posteriorment, la mescla amoníac-aire es posa en contacte amb una malla que conté platí i rodi que es troba a 900 °C de temperatura, on es produeix la reacció química.

a) Calculeu la variació d'entalpia estàndard de la reacció a 25 °C. Justifiqueu si l'espontaneïtat d'aquesta reacció depèn o no de la temperatura.

[1,25 punts]

b) Digueu amb quines unitats s'expressa la velocitat de reacció i justifiqueu la resposta. Expliqueu quina és la funció de la malla de platí i rodi en la reacció anterior i raoneu si la malla modifica el valor de l'entalpia estàndard de la reacció.

[1,25 punts]

DADES: Entalpies estàndard de formació a 25 °C: $\Delta H_f°\ (H_2O, g) = -241{,}8\,kJ \cdot mol^{-1}$; $\Delta H_f°\ (NH_3, g) = -46{,}1\,kJ \cdot mol^{-1}$; $\Delta H_f°\ (NO, g) = +90{,}3\,kJ \cdot mol^{-1}$.

NOTA: Suposeu que l'entalpia i l'entropia estàndard de la reacció no varien amb la temperatura.

20. PAU 2020 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 3

3. El butà i el propà són dos combustibles gasosos utilitzats en la indústria i la llar. Les reaccions no ajustades de combustió d'aquests gasos són les següents:

$$C_4H_{10}(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l)$$
$$C_3H_8(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l)$$

a) Ajusteu les reaccions.

Calculeu l'entalpia de combustió estàndard del butà i del propà a pressió constant.

[1,25 punts]

b) Un dels gasos causants de l'efecte d'hivernacle és el CO_2. Justifiqueu quin dels dos combustibles genera més mols de CO_2 per quantitat de calor alliberada a pressió constant.

[1,25 punts]

DADES: Entalpies estàndard de formació a 25 °C:

$\Delta H_f°\ (H_2O, l) = -285{,}8\,kJ \cdot mol^{-1}$; $\Delta H_f°\ (CO_2, g) = -393{,}5\,kJ \cdot mol^{-1}$.

$\Delta H_f°\ (C_4H_{10}, g) = -126{,}2\,kJ \cdot mol^{-1}$; $\Delta H_f°\ (C_3H_8, g) = -103{,}8\,kJ \cdot mol^{-1}$.

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

Temperatura de l'experiment: 25 °C.

21. PAU 2020 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 5

5. Els hidrurs de bor s'han utilitzat com a combustibles de coets en la indústria aeroespacial. Un d'aquests hidrurs, el B_5H_9, s'inflama espontàniament en l'aire i dona òxid de bor(III) i aigua, d'acord amb la reacció no ajustada següent:

$$B_5H_9(l) + O_2(g) \rightarrow B_2O_3(s) + H_2O(l)$$

a) Ajusteu la reacció.

Calculeu la quantitat de calor alliberada quan es crema 1 g de l'hidrur a la pressió constant d'1 atm.

[1,25 punts]

b) La gasolina amb un índex d'octà («octanatge») alt està composta majorment per octà líquid. Escriviu la reacció ajustada de combustió de l'octà en la qual s'obté diòxid de carboni gasós i aigua líquida.

Calculeu l'energia obtinguda en la combustió d'1 g d'aquest hidrocarbur a volum constant.

[1,25 punts]

DADES: Entalpies estàndard de formació (25 °C):

ΔH_f° (B_5H_9, l) = +73,2 kJ · mol^{-1}.

ΔH_f° (B_2O_3, s) = –1 273,5 kJ · mol^{-1}.

ΔH_f° (H_2O, l) = –285,8 kJ · mol^{-1}.

Masses atòmiques relatives: H = 1,0; B = 10,8; C = 12,0; O = 16,0.

Entalpia estàndard de combustió de l'octà: –5 512 kJ · mol^{-1}.

R = 8,31 J · mol^{-1} · K^{-1}.

Temperatura: 25 °C.

22. PAU 2020 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 6

6. El metantiol (CH_3—SH) és un gas incolor amb una olor similar a la col fermentada i és una de les principals substàncies responsables del mal alè. Es produeix d'una manera natural amb la descomposició bacteriana de les proteïnes i, per tant, s'estudia com a indicador de la degradació d'aliments.

Se sintetitza per reacció entre el metanol i el sulfur d'hidrogen a 400 °C, utilitzant l'alúmina i el wolframat de potassi com a catalitzadors:

$$CH_3OH(g) + H_2S(g) \rightarrow CH_3SH(g) + H_2O(g) \qquad \text{Catalitzadors, } Al_2O_3/K_2WO_4$$

a) Determineu si la reacció serà espontània o no a aquesta temperatura.
[1,25 punts]

b) Representeu gràficament el diagrama d'energies de la reacció amb catalitzador, i indiqueu l'energia d'activació i l'entalpia de la reacció.

Expliqueu com el catalitzador modifica la velocitat de la reacció.

Indiqueu també si el catalitzador modifica l'entalpia de la reacció. Justifiqueu les respostes.
[1,25 punts]

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0; S = 32,0.
$\Delta H_f°$ (unitats en $kJ \cdot mol^{-1}$) a 25 °C:
$CH_3OH(g) = -201,0$; $CH_3SH(g) = -22,9$; $H_2O(g) = -228,6$; $H_2S(g) = -20,6$.
$S°$ (unitats en $J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$) a 25 °C:
$CH_3OH(g) = 239,9$; $CH_3SH(g) = 255,2$; $H_2O(g) = 188,8$; $H_2S(g) = 205,8$.

NOTA: Suposeu que els valors de variació d'entalpia i d'entropia no canvien amb la temperatura.

23. PAU 2019 · Setembre · Sèrie 5 · Exercici 1

1. El poder oxidant de l'aigua oxigenada (H_2O_2) és degut a la facilitat d'aquest compost per a descompondre's en aigua i oxigen, segons la reacció següent:



$$2\,H_2O_2(l) \rightarrow 2\,H_2O(l) + O_2(g) \qquad \Delta H° \text{ (a 25 °C)} = -196,0\ kJ$$

a) Calculeu la variació d'entropia estàndard de la reacció de descomposició de l'aigua oxigenada a 25 °C. Justifiqueu si la reacció és espontània en condicions estàndard i a 25 °C.
[1 punt]

b) L'aigua oxigenada s'utilitza per a netejar ferides i desinfectar-les, ja que la sang conté catalasa, un enzim que fa de catalitzador de la descomposició de l'aigua oxigenada i l'alliberament d'oxigen. Què és un catalitzador? A partir d'un model cinètic, expliqueu com actua la catalasa en aquesta reacció química.
[1 punt]

DADES: Entropia absoluta en condicions estàndard i a 25 °C:

Substància	$O_2(g)$	$H_2O_2(l)$	$H_2O(l)$
$S°$ ($J\ K^{-1}\ mol^{-1}$)	205,0	109,6	70,0

24. PAU 2019 · Setembre · Sèrie 5 · Exercici 3

3. Per al tractament de les molèsties causades pels cops, es fan servir unes bosses que s'escalfen o que es refreden instantàniament. En el cas de les bosses que es refreden, acostumen a contenir nitrat d'amoni i aigua disposats en compartiments separats; quan colpegem la bossa, les dues substàncies entren en contacte i es produeix el procés de dissolució següent:

$$NH_4NO_3(s) \rightarrow NH_4^+(aq) + NO_3^-(aq), \quad \Delta H_{\text{dissolució}} > 0$$

a) Expliqueu el procediment experimental que seguiríeu al laboratori per a determinar l'entalpia de dissolució del nitrat d'amoni en aigua, i indiqueu el nom de tot el material de laboratori que utilitzaríeu. Quines mesures experimentals i quines altres dades necessitem per a calcular l'entalpia d'aquest procés de dissolució?

[1 punt]

b) Suposeu que en el procés de refredament de la bossa es dissolen 5 g de nitrat d'amoni en 180 g d'aigua. Justifiqueu, a partir del model d'àcids i bases de Brønsted-Lowry, si la solució resultant serà àcida, neutra o bàsica. Raoneu si el pH augmentarà o disminuirà si dissolem el doble de grams de nitrat d'amoni en la mateixa quantitat d'aigua, suposant que el volum total de la solució no varia.

[1 punt]

25. PAU 2019 · Setembre · Sèrie 5 · Exercici 6

6. El propà és un gas àmpliament utilitzat com a combustible. Quan reacciona amb oxigen produeix diòxid de carboni i aigua, segons la reacció exotèrmica següent:

$$CH_3CH_2CH_3(g) + 5\,O_2(g) \rightarrow 3\,CO_2(g) + 4\,H_2O(g), \quad \Delta H° < 0$$

a) Calculeu l'entalpia estàndard d'aquesta reacció, a 298 K, a partir dels valors de la taula següent:

[1 punt]

Enllaç	C—C	C—H	O—H	O=O	C=O
Entalpia d'enllaç, en condicions estàndard i a 298 K (kJ mol^{-1})	348	413	463	498	804

b) Experimentalment, hem obtingut un valor de l'entalpia estàndard de combustió del propà de –2 045 kJ mol^{-1}. Quina quantitat de calor es desprendrà, a pressió constant, si fem reaccionar 88 g de propà amb 500 g d'oxigen?

[1 punt]

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

26. PAU 2019 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 3

3. A l'octubre del 2018 va entrar en vigor l'aplicació d'una nova normativa d'etiquetatge dels combustibles. La gasolina, que conté isooctà (C_8H_{18}), ara s'etiqueta amb un cercle on figura el símbol E5, E10 o E85, segons que contingui un 5 %, un 10 % o el 85 % d'etanol, respectivament.

a) Quan es crema 1,0 L d'isooctà a pressió constant, en condicions estàndard i a 298 K, s'obtenen 31 842 kJ d'energia en forma de calor. Escriviu la reacció de combustió de l'etanol líquid i justifiqueu, a partir dels càlculs necessaris, si en cremar 1,0 L d'etanol en les mateixes condicions s'obté més o menys energia en forma de calor.

[1 punt]

b) Expliqueu de quins perills ens alerten aquests quatre pictogrames que trobem a l'etiqueta d'un bidó de gasolina E5:

[1 punt]



A B C D

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0.
Densitat de l'etanol líquid = 780 g L^{-1}.
Entalpia estàndard de formació a 298 K:

Substància	$H_2O(l)$	etanol(l)	$CO_2(g)$
ΔH_f° *(kJ* mol^{-1}*)*	–264	–278	–393

27. PAU 2019 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 5

5. El benzè, C_6H_6, és un hidrocarbur que s'utilitza industrialment com a intermediari per a fabricar altres substàncies químiques. S'ha comprovat experimentalment que el seu punt de fusió és de 6,0 °C a 1,0 atm, el seu punt triple és de 5,5 °C a 0,048 atm i el seu punt crític és de 289 °C a 48,35 atm.

a) Dibuixeu el diagrama de fases aproximat del benzè i indiqueu-hi els punts dels quals tenim dades experimentals.

[1 punt]

b) Justifiqueu si el procés de vaporització del benzè en condicions estàndard i a 70 °C és espontani. Suposeu que les variacions d'entalpia i entropia estàndard del procés de vaporització del benzè es mantenen constants en l'interval de temperatura entre 25 °C i 70 °C.

[1 punt]

DADES: Entropies estàndard absolutes a 25 °C: $S^\circ(C_6H_6, l) = 173{,}26\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$;
$S^\circ(C_6H_6, g) = 269{,}31\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$.
Entalpia estàndard de vaporització del benzè a 25 °C: $\Delta H^\circ = 33{,}74\ kJ\ mol^{-1}$.

28. PAU 2019 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 1

1. L'ús de la nanotecnologia en l'àmbit de la medicina és actualment un camp d'investigació capdavanter. S'han construït nanomotors propulsats per oxigen gasós obtingut a partir de la descomposició del peròxid d'hidrogen, segons l'equació química següent:

$$H_2O_2(l) \rightarrow H_2O(l) + \frac{1}{2}\, O_2(g) \quad \Delta H° = -98\ kJ$$

a) Indiqueu si la reacció de descomposició del peròxid d'hidrogen és espontània en condicions estàndard i a 298 K, i si l'espontaneïtat de la reacció depèn de la temperatura. Justifiqueu les respostes.

[1 punt]

NOTA: Suposeu que l'entalpia i l'entropia estàndard no varien en funció de la temperatura.

b) En un dels experiments es va demostrar que les nanopartícules adquireixen més velocitat quan són il·luminades amb radiacions electromagnètiques amb longituds d'ona de 633 nm i 405 nm. Quina de les dues radiacions és més energètica? Amb quin tipus de radiació electromagnètica estem il·luminant les nanopartícules? Raoneu les respostes.

[1 punt]

DADES: Entropies estàndard a 298 K: $S°(H_2O, l) = 69{,}9\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$; $S°(H_2O_2, l) = 102{,}0\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$; $S°(O_2, g) = 205{,}1\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$.
Constant de Planck: $h = 6{,}63 \times 10^{-34}\ J\ s$.
Velocitat de la llum en el buit: $c = 3{,}00 \times 10^{8}\ m\ s^{-1}$.
$1\ nm = 10^{-9}\ m$.
Espectre electromagnètic:

Freqüència (Hz)	3×10^{19}	3×10^{16}	4×10^{14}	3×10^{11}	3×10^{8}	
Radiació	Raigs γ	Raigs X	Radiació ultraviolada i visible	Radiació infraroja	Microones	Ones de ràdio

29. PAU 2019 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 6

6. El propà i el butà són combustibles que s'utilitzen a les llars i en la indústria. Es poden liquar fàcilment a pressió, i això facilita que es puguin transportar i vendre envasats en bombones.

a) Escriviu les reaccions de combustió del propà i del butà. Volem obtenir 1 500 kJ d'energia en forma de calor mitjançant la combustió de butà o propà a una pressió constant d'1,0 bar. Quin dels dos processos de combustió genera menys quantitat de diòxid de carboni?

[1 punt]

b) Calculeu la massa d'aigua a 20 °C que es pot escalfar fins a 80 °C si cremem 145 g de butà a una pressió constant d'1,0 bar.

[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0.
Entalpies estàndard de combustió a 298 K: $\Delta H°_{comb}$ (propà) = −2 220 kJ mol^{-1}; $\Delta H°_{comb}$ (butà) = −2 876 kJ mol^{-1}.
Calor específica de l'aigua (entre 20 i 80 °C) = 4 180 J kg^{-1} °C^{-1}.

30. PAU 2018 · Setembre · Sèrie 3 · Exercici 6

6. La urea (H_2NCONH_2) és una substància que alguns organismes vius sintetitzen per eliminar l'excés d'amoníac del cos. Observeu les dades termodinàmiques de la taula següent:

Reacció	*Variació d'entalpia $\Delta H°$ a 298 K (kJ)*
$2\,NH_3(g) + CO_2(g) \rightarrow H_2NCONH_2(s) + H_2O(l)$	−133,3
$2\,NH_3(g) + CO_2(g) \rightarrow H_2NCONH_2(aq) + H_2O(l)$	−119,3
$\frac{1}{2}\,N_2(g) + \frac{3}{2}\,H_2(g) \rightarrow NH_3(g)$	−46,1
$H_2(g) + \frac{1}{2}\,O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$	−285,8
$C(s, \text{grafit}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$	−393,5

a) Calculeu l'entalpia estàndard de formació, a 298 K, de la urea sòlida.
[1 punt]

b) El procés de dissolució de la urea en aigua es pot representar per mitjà de l'equació següent:

$$H_2NCONH_2(s) \rightleftarrows H_2NCONH_2(aq), \quad \Delta H°_{\text{dissolució}} > 0$$

Calculeu la variació d'entalpia estàndard d'aquest procés de dissolució a 298 K. Expliqueu de quina manera la temperatura afectarà la dissolució de la urea.
[1 punt]

31. PAU 2018 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 3

3. En un institut, utilitzen un fogó d'alcohol per a escalfar els 300 cm^3 d'aigua que conté un vas de precipitats, en condicions estàndard i a una temperatura de 15 °C. Quan el tipus d'alcohol que crema en el fogó és etanol, es produeix la reacció de combustió següent:

$$CH_3CH_2OH(l) + 3\,O_2(g) \rightarrow 2\,CO_2(g) + 3\,H_2O(g), \quad \Delta H° = -1\,249\,\text{kJ}$$

a) Calculeu la calor despresa quan s'han consumit 1,38 g d'etanol i determineu la temperatura final que assolirà l'aigua. Considereu que la calor absorbida per l'ambient i pel vas de precipitats és negligible.
[1 punt]

b) Calculeu l'entalpia de l'enllaç O═O.
[1 punt]

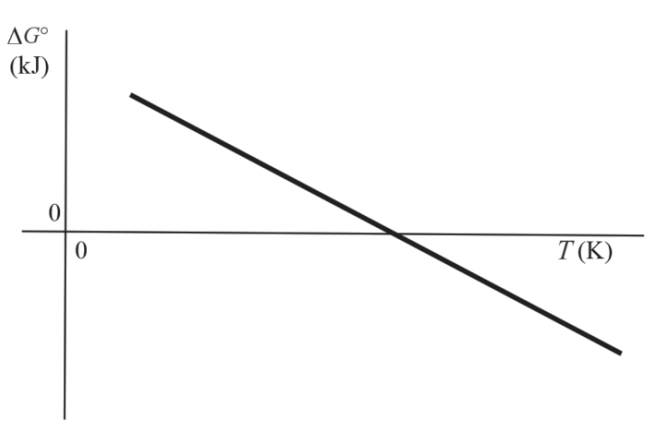
DADES: Massa molar de l'etanol = 46,0 g mol^{-1}.
Calor específica de l'aigua = 4,18 J g^{-1} $°C^{-1}$.
Densitat de l'aigua = 1,00 g cm^{-3}.
Entalpies d'enllaç:

Enllaç	C—C	C—O	C—H	O—H	C=O
Entalpia d'enllaç (kJ mol^{-1}) en condicions estàndard i a 298 K	348	360	412	463	797

7. L'activitat antimicrobiana de la plata ha estat demostrada *in vitro* fins i tot contra bacteris multiresistents. Perquè es doni aquesta activitat, cal que la plata es trobi en l'estat d'oxidació +1, com succeeix en l'òxid de plata. Però a una temperatura de 25 °C, aquest compost es pot descompondre i pot formar plata en l'estat d'oxidació 0, segons la reacció química següent:

$$Ag_2O(s) \rightarrow 2\,Ag(s) + \frac{1}{2}\,O_2(g)$$

En el gràfic següent es mostra la variació de l'energia lliure estàndard d'aquesta reacció en funció de la temperatura:



a) Calculeu la variació d'entropia estàndard ($\Delta S°$) de la reacció de descomposició de l'òxid de plata a 25 °C. Expliqueu què indica, a escala microscòpica, el signe de la variació d'aquesta magnitud termodinàmica.

[1 punt]

b) Expliqueu quina és la influència de la temperatura en l'espontaneïtat d'aquesta reacció. Digueu si la reacció és exotèrmica o endotèrmica i justifiqueu la resposta.

[1 punt]

DADES: Entropies estàndard a 25 °C: $S°(Ag, s) = 42{,}7\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$; $S°(Ag_2O, s) = 127{,}8\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$; $S°(O_2, g) = 205{,}1\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$.

NOTA: Suposeu que l'entalpia i l'entropia estàndard de la reacció no varien en funció de la temperatura.

Proves d'accés a la universitat

Química

33. PAU 2018 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 6

6. En un laboratori, cal escalfar 100 litres d'aigua diàriament; l'aigua està a 15 °C, i cal que arribi a una temperatura de 85 °C. La calor emprada per a dur a terme el procés prové d'una caldera que funciona mitjançant la combustió de gas butà, segons la reacció següent:

$$C_4H_{10}(g) + \frac{13}{2} O_2(g) \rightarrow 4\ CO_2(g) + 5\ H_2O(l), \qquad \Delta H° < 0$$

a) Calculeu quants kilograms de butà cal cremar cada dia, a pressió constant, per a satisfer les necessitats del laboratori. Suposeu que la reacció es duu a terme en condicions estàndard i a 298 K.

[1 punt]

b) Digueu quin signe tindrà la variació d'entropia estàndard ($\Delta S°$) de la reacció de combustió del butà. Suposant que l'entalpia i l'entropia no canvien amb la temperatura, digueu si la reacció és espontània a temperatures molt altes. Justifiqueu les respostes.

[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0.
Densitat de l'aigua = 1,00 kg L^{-1}.
Calor específica de l'aigua = 4 180 J kg^{-1} $°C^{-1}$.
Entalpies estàndard de formació a 298 K: $\Delta H_f°$ (C_4H_{10}, g) = –126,2 kJ mol^{-1}; $\Delta H_f°$ (CO_2, g) = –393,5 kJ mol^{-1}; $\Delta H_f°$ (H_2O, l) = –285,8 kJ mol^{-1}.

34. PAU 2017 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 1

1. La descomposició tèrmica de l'hidrogencarbonat de sodi s'utilitza en la fabricació de pa, perquè el diòxid de carboni que desprèn produeix petites bombolles en la massa i això fa que «pugi» quan es posa el pa al forn. La reacció ajustada que hi té lloc és la següent:

$$2\,NaHCO_3(s) \rightarrow Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(g)$$

a) Justifiqueu, fent els càlculs necessaris, que la reacció absorbeix calor si es duu a terme a pressió constant.

[1 punt]

b) Suposant que la reacció s'efectuï a volum constant, la quantitat de calor absorbida serà igual, més gran o més petita? Justifiqueu la resposta qualitativament.

[1 punt]

NOTA: Suposeu que la reacció es duu a terme sempre en condicions estàndard i a 298 K.

DADES: Entalpies estàndard de formació a 298 K:
$\Delta H_f°$ (Na_2CO_3, s) = –1 131,0 kJ mol^{-1}; $\Delta H_f°$ ($NaHCO_3$, s) = –947,7 kJ mol^{-1};
$\Delta H_f°$ (CO_2, g) = –393,5 kJ mol^{-1}; $\Delta H_f°$ (H_2O, g) = –241,8 kJ mol^{-1}.

35. PAU 2017 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 1

1. El trinitrotoluè (TNT) és un explosiu molt potent que, en relació amb la nitroglicerina, té l'avantatge que és més estable en cas d'impacte, cops o fricció. La descomposició explosiva del TNT es pot representar mitjançant l'equació química següent:

$$2\,C_7H_5(NO_2)_3(s) \rightarrow 7\,C(s) + 7\,CO(g) + 3\,N_2(g) + 5\,H_2O(g) \qquad \Delta H° < 0$$

a) Calculeu la calor produïda a pressió constant en fer explotar 2,27 kg de TNT en condicions estàndard i a 298 K.

[1 punt]

b) Justifiqueu si la variació d'entropia estàndard d'aquesta reacció ($\Delta S°$) és positiva o negativa, i com influeix la temperatura en l'espontaneïtat d'aquesta reacció. Suposeu que l'entalpia i l'entropia no varien en funció de la temperatura.

[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0; N = 14,0; O = 16,0.
Entalpies estàndard de formació a 298 K:
$\Delta H_f°$ (TNT, s) = –364,1 kJ mol^{-1}; $\Delta H_f°$ (CO, g) = –110,3 kJ mol^{-1};
$\Delta H_f°$ (H_2O, g) = –241,6 kJ mol^{-1}.

36. PAU 2017 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 4

4. El bioetanol és un biocombustible que s'obté per fermentació dels sucres presents en les espècies vegetals que tenen un alt contingut en sacarosa, com ara la canya de sucre o la remolatxa, o bé un alt contingut en midó, com ara el blat, el blat de moro, l'ordi o les patates. El bioetanol es pot utilitzar com a combustible en vehicles de motor.



a) Escriviu i ajusteu la reacció de combustió de l'etanol, i calculeu la variació d'entalpia estàndard a 25 °C i la variació d'energia interna estàndard a 25 °C del procés de combustió.

[1 punt]

b) Calculeu la calor alliberada, a 1 atm i 25 °C, associada a la combustió d'1 L d'etanol, de densitat 0,79 g cm^{-3}. Raoneu si la variació d'entropia en condicions estàndard, associada a la combustió de l'etanol, és positiva o negativa.

[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0.
Constant universal dels gasos ideals: $R = 8{,}31$ J mol^{-1} K^{-1}.
Entalpies estàndard de formació a 25 °C:

Compost	$\Delta H_f°$ *(kJ* mol^{-1}*)*
$H_2O(l)$	–285,8
$CO_2(g)$	–393,5
$C_2H_5OH(l)$	–277,6

37. PAU 2016 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 4

4. Per a combatre amb eficàcia el foc, és necessari saber que la combustió és una reacció química que es produeix quan els vapors que desprèn una substància combustible es combinen amb una gran rapidesa amb l'oxigen de l'aire. Aquesta reacció, amb despreniment de llum i calor, dóna lloc al foc.

a) Amb les dades de la taula, calculeu l'entalpia de vaporització de l'aigua a 1 atm i justifiqueu, a partir del resultat, per què s'utilitza l'aigua per a apagar el foc. Calculeu també la calor necessària per a vaporitzar 1,0 kg d'aigua a una pressió constant d'1 atm.

[1 punt]

b) A partir de les dades de la taula, calculeu la temperatura d'ebullició de l'aigua a 1 atm de pressió.

[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1; O = 16.
Magnituds termodinàmiques en condicions estàndard i a 25 °C:

Compost	$\Delta H°_f$ *(kJ* mol^{-1}*)*	$S°$ *(J* mol^{-1} K^{-1}*)*
$H_2O(l)$	–285,8	70,0
$H_2O(g)$	–241,8	188,0

NOTA: $\Delta H°_f$ i $S°$ són constants i independents de la temperatura.

38. PAU 2016 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 5

5. Per a calcular l'energia reticular del clorur de magnesi ($MgCl_2$) cal conèixer les dades termodinàmiques que apareixen en la taula següent:

Magnituds en condicions estàndard i a 25 °C	*Valor (kJ mol^{-1})*
Energia de sublimació del magnesi	146,3
Primera energia d'ionització del magnesi	736,3
Segona energia d'ionització del magnesi	1 448,4
Energia de dissociació del clor gasós	242,6
Afinitat electrònica del clor	–364,5
Variació d'entalpia de formació del clorur de magnesi	–641,2

a) Dibuixeu el diagrama d'entalpies del clorur de magnesi (cicle de Born-Haber) i calculeu l'energia reticular d'aquesta sal a 25 °C.
[1 punt]

b) Expliqueu justificadament si el valor absolut de l'energia reticular del clorur de magnesi és més gran o més petit que el de l'energia reticular del clorur de calci ($CaCl_2$).
[1 punt]

DADES: Nombres atòmics: $Z(Cl) = 17$; $Z(Mg) = 12$; $Z(Ca) = 20$.

39. PAU 2016 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 4

4. L'òxid de calci o calç viva és un compost inorgànic molt important en l'àmbit industrial. En el control de la contaminació s'utilitza per a eliminar el diòxid de sofre generat en algunes centrals elèctriques mitjançant la reacció següent:

$$2\,CaO(s) + 2\,SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2\,CaSO_4(s)$$

a) En una central elèctrica s'eliminen, cada minut, 447 g de diòxid de sofre. Calculeu la calor que s'alliberarà per minut en el procés d'eliminació del diòxid de sofre amb calç viva si es produeix a una pressió constant d'1 atm i una temperatura de 298 K.
[1 punt]

b) En el cas que el procés es produís a volum constant, justifiqueu si s'alliberaria una quantitat de calor superior, inferior o igual.
[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: O = 16; S = 32.
Entalpies estàndard de formació, a 298 K:
$\Delta H°_f(CaO, s) = -635{,}1$ kJ mol^{-1}; $\Delta H°_f(SO_2, g) = -296{,}4$ kJ mol^{-1};
$\Delta H°_f(CaSO_4, s) = -1\,432{,}7$ kJ mol^{-1}.
Constant universal dels gasos ideals: $R = 8{,}31$ J mol^{-1} K^{-1}.

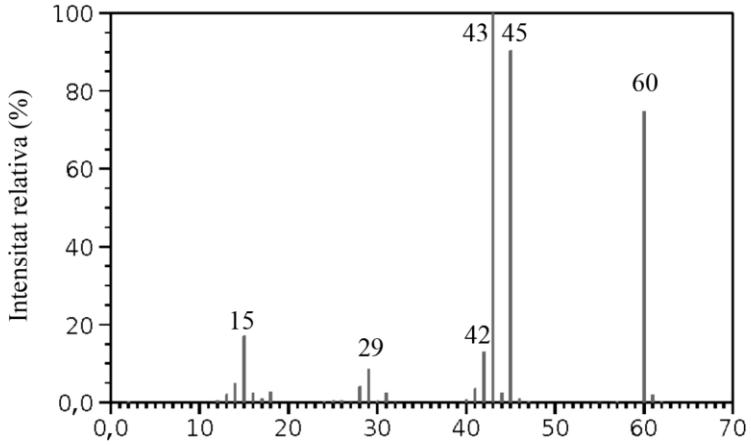
5. El biogàs és una mescla de metà i diòxid de carboni que podem obtenir a partir de les reaccions metabòliques dels bacteris metanògens. Aquests bacteris duen a terme diverses reaccions per a descompondre la matèria orgànica, l'última de les quals és la transformació següent de l'àcid acètic:

$$CH_3COOH(l) \rightarrow CH_4(g) + CO_2(g) \qquad \Delta H° \text{ (a 298 K)} = 18{,}10 \text{ kJ}$$

a) Una granja es planteja installar una planta d'obtenció de biogàs a partir d'àcid acètic i dubta de l'espontaneïtat d'aquest procés. A partir dels càlculs necessaris, indiqueu si aquesta reacció d'obtenció de biogàs és espontània en condicions estàndard i a 298 K.
[1 punt]

b) Per controlar el procés d'obtenció del biogàs hem enregistrat l'espectre de masses d'un dels tres compostos que intervenen en la reacció. Quina magnitud es representa en l'eix de les abscisses d'un espectre de masses? Identifiqueu el compost i indiqueu a què poden ser deguts els tres pics de més intensitat que apareixen en l'espectre.
[1 punt]

Espectre de masses



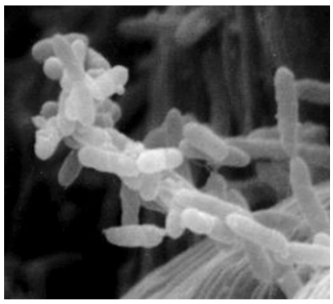
DADES: Entropies estàndard, a 298 K:
$S°\ (CH_3COOH, l) = 159{,}8 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $S°(CO_2, g) = 213{,}7 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$;
$S°\ (CH_4, g) = 187{,}9 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.
Masses atòmiques relatives: H = 1; C = 12; O = 16.

41. PAU 2015 · Setembre · Sèrie 5 · Exercici 2

2. En la fermentació acètica del vi, per acció dels bacteris del gènere *Acetobacter*, l'etanol reacciona amb l'oxigen de l'aire i es transforma en àcid etanoic (anomenat habitualment *àcid acètic*) i aigua, mescla líquida que dóna lloc al vinagre.

a) Escriviu la reacció de fermentació acètica del vi. Calculeu-ne la variació d'entalpia, en condicions estàndard i a 298 K, i justifiqueu si la reacció és endotèrmica o exotèrmica.
[1 punt]

b) Calculeu la variació d'energia lliure de la reacció de fermentació acètica del vi, en condicions estàndard i a 298 K, i justifiqueu si la reacció és espontània.
[1 punt]


Bacteris del gènere *Acetobacter*

DADES: Entalpia estàndard de formació, a 298 K:

$\Delta H°_f(CH_3CH_2OH, l) = -277{,}6\ kJ\ mol^{-1}$;
$\Delta H°_f(CH_3COOH, l) = -487{,}0\ kJ\ mol^{-1}$;
$\Delta H°_f(H_2O, l) = -285{,}8\ kJ\ mol^{-1}$.

Energia lliure estàndard de formació, a 298 K:

$\Delta G°_f(CH_3CH_2OH, l) = -174{,}9\ kJ\ mol^{-1}$;
$\Delta G°_f(CH_3COOH, l) = -392{,}6\ kJ\ mol^{-1}$;
$\Delta G°_f(H_2O, l) = -237{,}2\ kJ\ mol^{-1}$.

42. PAU 2015 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 5

5. La glucosa ($C_6H_{12}O_6$) és un monosacàrid que és molt present en la nostra vida, ja que les cèl·lules l'utilitzen com a font d'energia i com a intermediari metabòlic. Una de les reaccions que es poden produir en el nostre organisme és la següent:

$$C_6H_{12}O_6(s) \rightarrow 2\ CH_3CH_2OH(l) + 2\ CO_2(g)$$

a) A partir de les dades termodinàmiques de la taula, calculeu quina quantitat d'energia en forma de calor proporciona a l'organisme la reacció d'un mol de glucosa per a formar etanol, si es produeix a pressió constant.
[1 punt]

Compost	$CO_2(g)$	$C_6H_{12}O_6(s)$	$CH_3CH_2OH(l)$
Entalpia estàndard de formació, a 298 K (kJ mol^{-1})	−393,5	−1 274,5	−277,0

b) Justifiqueu si la quantitat d'energia en forma de calor que proporciona a l'organisme la reacció d'un mol de glucosa per a formar etanol, a volum constant, seria igual, superior o inferior a la que proporcionaria la reacció si s'efectués a pressió constant.
[1 punt]

DADA: Suposeu que les reaccions es duen a terme en condicions estàndard i a 298 K.

7. El brom, Br_2, és una substància vermellosa i líquida a 20 °C i 1,0 atm. A partir del diagrama de fases del brom podem extreure les dades següents:

Punt de fusió	*Punt triple*	*Punt crític*
–7,0 °C 1,0 atm	–7,3 °C 0,058 atm	315,0 °C 102 atm

a) Quina informació ens donen el punt de fusió i el punt triple del brom? Expliqueu raonadament què observarem si en un recipient tancat que conté brom, a 20 °C i 1,0 atm, anem disminuint la pressió mentre mantenim la temperatura.

[1 punt]

b) Podem representar el procés de transformació del brom líquid en brom gasós mitjançant l'equació química següent:

$$Br_2(l) \rightleftarrows Br_2(g) \qquad \Delta H° \text{ (a 298 K)} = 30{,}91 \text{ kJ}$$

Determineu, expressada en °C, la temperatura d'ebullició del brom a 1,0 atm, suposant que les variacions d'entalpia i d'entropia estàndard d'aquest compost no canvien amb la temperatura.

[1 punt]

DADA: Entropia estàndard absoluta, a 298 K:
$S°(Br_2, \text{líquid}) = 152{,}2 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$; $S°(Br_2, \text{gasós}) = 245{,}4 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

Institut d'Estudis Catalans

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

Proves d'accés a la universitat

Convocatòria 2015

Química

44. PAU 2015 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 2

2. La nitroglicerina, $C_3H_5N_3O_9$, que tradicionalment s'ha utilitzat per a fabricar explosius, també s'usa en medicina com a vasodilatador per a tractar l'angina de pit. Podem representar la descomposició de la nitroglicerina mitjançant l'equació següent:



$$4\ C_3H_5N_3O_9(l) \rightarrow 6\ N_2(g) + 12\ CO_2(g) + O_2(g) + 10\ H_2O(l) \qquad \Delta H°\ (298\ K) = -6\,165{,}6\ kJ$$

a) Una dosi de nitroglicerina per a tractar l'angina de pit és de 0,60 mg. Si suposem que aquesta quantitat s'acaba descomponent totalment en l'organisme segons la reacció química anterior, calculeu quin volum d'oxigen obtindríem, mesurat a 1,0 bar i a 298 K, i quina quantitat de calor s'alliberaria a pressió constant, en condicions estàndard i a 298 K.

[1 punt]

b) Calculeu l'entalpia estàndard de formació de la nitroglicerina a 298 K.

[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0; N = 14,0; O = 16,0.
Constant universal dels gasos ideals: $R = 8{,}3 \times 10^{-2}$ bar L K^{-1} mol^{-1}.
Entalpia estàndard de formació, a 298 K:
$\Delta H°_f(CO_2, g) = -393{,}5$ kJ mol^{-1}; $\Delta H°_f(H_2O, l) = -285{,}8$ kJ mol^{-1}.

45. PAU 2014 · Setembre · Sèrie 5 · Exercici 3

3. En els vols espacials, la massa de combustible és molt més important que el volum que ocupa perquè com més gran és la massa més costa escapar-se del camp gravitatori terrestre. La hidrazina (N_2H_4) ha estat utilitzada com a combustible per als coets perquè la seva reacció amb l'aigua oxigenada és molt exotèrmica:

$$N_2H_4(l) + 2\ H_2O_2(l) \rightarrow N_2(g) + 4\ H_2O(l) \qquad \Delta H°\ (\text{a } 298\ K) = -245\ kJ$$

a) Calculeu la quantitat d'energia produïda en forma de calor, a pressió constant, en la reacció d'un kilogram d'hidrazina amb un kilogram d'aigua oxigenada, en condicions estàndard i a 298 K.

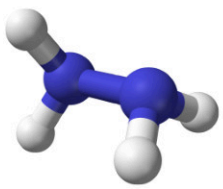
[1 punt]

b) Calculeu l'energia d'enllaç N≡N, en condicions estàndard i a 298 K.

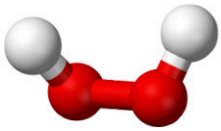
[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; N = 14,0; O = 16,0
Valors de l'energia d'enllaç, en condicions estàndard i a 298 K (kJ mol^{-1}):
E(O—O) = 146; E(N—N) = 158; E(N—H) = 391; E(O—H) = 464

Representació de les fórmules estructurals de la hidrazina i de l'aigua oxigenada



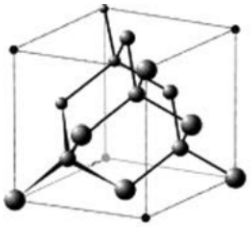
hidrazina
($H_2N—NH_2$)



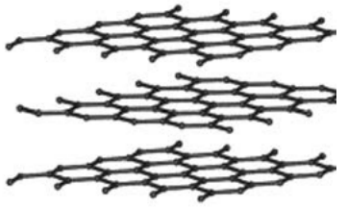
aigua oxigenada
(H—O—O—H)

46. PAU 2014 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 3

3. El diamant i el grafit són dues substàncies sòlides formades només per àtoms de carboni que reben la denominació de *varietats al·lotròpiques del carboni*. La diferència fonamental en les seves propietats es deu a la disposició espacial dels àtoms de carboni:



Diamant



Grafit

a) Calculeu la variació d'energia lliure estàndard, $\Delta G°$, de la transformació química següent a 298 K, i justifiqueu si és espontània:

$$C(\text{grafit}) \leftrightarrows C(\text{diamant})$$

[1 punt]

b) L'entalpia estàndard de combustió del carboni grafit, a 298 K, és $-395{,}5\ \text{kJ mol}^{-1}$. Escriviu la reacció de combustió del carboni grafit i calculeu la massa mínima que hem de cremar d'aquest compost perquè la calor alliberada es pugui utilitzar per a escalfar 2,0 L d'aigua continguts en una olla oberta, a 10 °C i a pressió atmosfèrica, fins a la temperatura d'ebullició. Considereu negligible la calor absorbida pel recipient.

[1 punt]

DADES: Entalpia estàndard de formació, a 298 K:

$\Delta H_f°$ (C, grafit) = 0,0 kJ mol^{-1}; $\Delta H_f°$ (C, diamant) = 1,9 kJ mol^{-1}

Entropia estàndard absoluta, a 298 K:

$S°$ (C, grafit) = 5,7 J K^{-1} mol^{-1}; $S°$ (C, diamant) = 2,4 J K^{-1} mol^{-1}

Massa atòmica relativa: C = 12,0

Calor específica de l'aigua = 4,18 J g^{-1} °C^{-1}

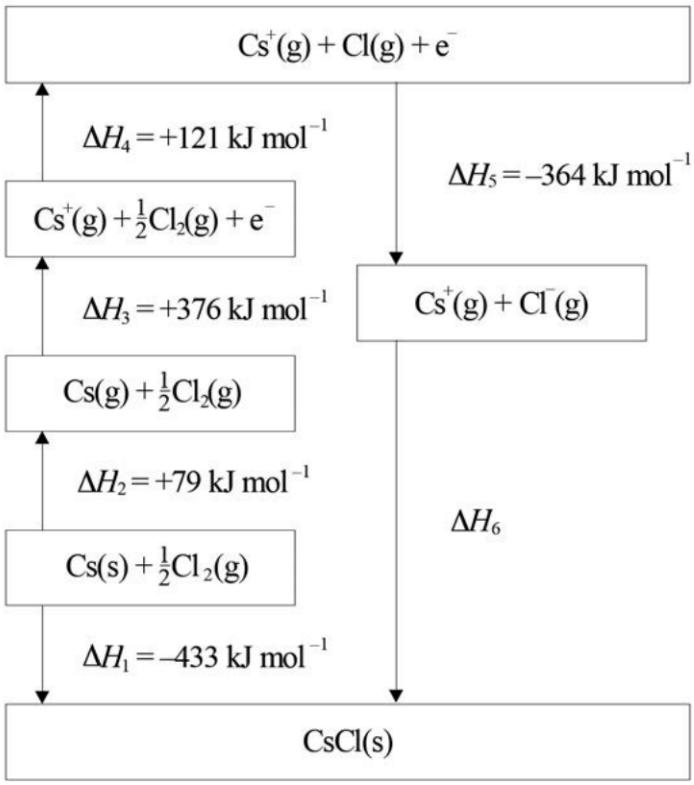
Densitat de l'aigua = 1,0 g mL^{-1}

Temperatura d'ebullició de l'aigua (a pressió atmosfèrica) = 100 °C

47. PAU 2014 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 3

3. Les energies reticulars dels compostos iònics són útils per a predir els punts de fusió i les solubilitats en aigua d'aquest tipus de compostos. Per a poder calcular el valor de l'energia reticular d'un compost iònic s'utilitza el cicle de Born-Haber. A partir de la figura següent:

Cicle de Born-Haber per al clorur de cesi



a) Escriviu les reaccions corresponents a l'energia d'ionització del cesi, l'afinitat electrònica del clor i l'entalpia de formació del clorur de cesi, i indiqueu quin valor tenen les entalpies de cadascun d'aquests processos.

[1 punt]

b) Calculeu el valor de l'energia reticular del clorur de cesi.

[1 punt]

48. PAU 2014 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 4

4. L'estany és un metall platejat, mal·leable, que no s'oxida fàcilment i, per això, s'utilitza en molts aliatges per a recobrir altres metalls i protegir-los de la corrosió. Es pot obtenir a partir de l'òxid d'estany(IV) mitjançant dues reaccions diferents:

Reacció A: $SnO_2(s) + 2\ H_2(g) \rightarrow Sn(s) + 2\ H_2O(g)$ $\quad \Delta G°$ (a 298 K) = 62,7 kJ

Reacció B: $SnO_2(s) + C(s) \rightarrow Sn(s) + CO_2(g)$ $\quad \Delta G°$ (a 298 K) = 125,5 kJ

a) Quina de les dues reaccions tindrà una variació d'entropia més gran en condicions estàndard i a 298 K? Expliqueu-ho raonadament.

[1 punt]

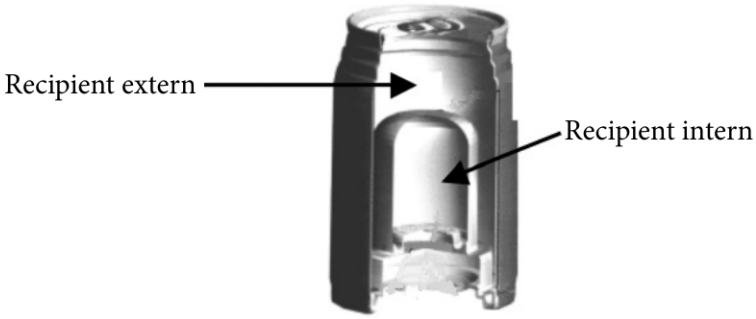
b) Calculeu el valor de l'energia lliure estàndard de formació, $\Delta G_f°$, de l'òxid d'estany(IV) a 298 K.

[1 punt]

DADES: Energia lliure estàndard de formació, a 298 K: $\Delta G_f°\ (CO_2) = -399{,}4\ kJ\ mol^{-1}$

49. PAU 2013 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 3

3. Una marca d'envasos de begudes ha patentat una llauna que permet obtenir begudes fredes o calentes en qualsevol lloc i a qualsevol hora del dia. L'envàs consta de dos recipients superposats: el recipient extern d'alumini conté la beguda i el recipient intern conté unes substàncies que entren en contacte en el moment que obrim l'envàs, sense barrejar-se amb la beguda en cap moment. En funció de quines substàncies hi hagi en el recipient intern, la beguda es refredarà o s'escalfarà.



a) Suposeu que la substància que conté el recipient intern de la llauna és un sòlid que es dissol amb aigua en el moment d'obrir l'envàs. Quina substància de la taula següent triaríeu a l'hora de dissenyar la llauna, si voleu refredar la beguda? I si la voleu escalfar? Justifiqueu les respostes.

[1 punt]

Substància	$CaCl_2$	Na_2CO_3	KOH	$NaCl$	NH_4NO_3	NH_4Cl
Entalpia estàndard de solució ($\Delta H_{sol}°$), a 25 °C (kJ g^{-1})	−8 878	−3 053	−774	+228	+491	+776

b) Expliqueu el procediment experimental que seguiríeu al laboratori per a obtenir l'entalpia de solució del NaCl(s) en aigua i indiqueu el material que utilitzaríeu i les mesures experimentals que caldria determinar.

[1 punt]

50. PAU 2013 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 1

1. La calç viva, CaO, s'utilitza en el tractament d'aigües i en l'eliminació del diòxid de sofre dels gasos de les xemeneies de les centrals tèrmiques, mentre que la calç morta o apagada, $Ca(OH)_2$, s'usa juntament amb sorra i aigua en els morters emprats en la construcció per a unir maons. Si posem aigua en contacte amb la calç viva, aquesta s'hidrata i origina la calç apagada. Observeu la taula següent i responeu a les qüestions:

Dades termodinàmiques, a 298 K

Substància	$\Delta H_f°$ *(kJ mol⁻¹)*	$\Delta G_f°$ *(kJ mol⁻¹)*
CaO(s)	–635,1	–604,0
$Ca(OH)_2$(s)	–985,8	–898,5
H_2O(l)	–285,8	–237,1

a) Escriviu la reacció de transformació de la calç viva en calç apagada i expliqueu raonadament si la reacció absorbeix o desprèn calor, en condicions estàndard i a 298 K, quan es duu a terme a pressió constant.

[1 punt]

b) Expliqueu raonadament si la reacció de transformació de la calç viva en calç apagada és espontània, en condicions estàndard i a 298 K.

[1 punt]

51. PAU 2013 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 1

1. L'etè, hidrocarbur insaturat anomenat habitualment *etilè*, és un dels compostos químics orgànics produïts en més quantitat al món. La principal aplicació que té és la fabricació del polímer *polietilè*, emprat per a l'elaboració de bosses de plàstic. També es pot transformar en età mitjançant reaccions d'addició d'hidrogen en presència de catalitzadors, com, per exemple, el pal·ladi:

$$C_2H_4(g) + H_2(g) \xrightarrow{Pd} C_2H_6(g) \quad \Delta H° \text{ (a 298 K)} < 0$$

a) Calculeu l'entalpia estàndard d'aquesta reacció, a 298 K, emprant els valors de la taula següent:

[1 punt]

Enllaç	C—H	C—C	C=C	H—H
Entalpia d'enllaç, en condicions estàndard i a 298 K (en kJ mol⁻¹)	413	348	614	436

b) Expliqueu raonadament si la variació d'entropia d'aquesta reacció ($\Delta S°$) és positiva o negativa, i també si la reacció serà espontània a temperatures altes o baixes.

[1 punt]

52. PAU 2012 · Setembre · Sèrie 4 · Exercici 2

2. L'hidrogen és un gas lleuger que s'usa com a combustible per a naus espacials i també, experimentalment, per a autobusos de transport urbà. Reacciona fàcilment amb l'oxigen i produeix aigua, segons la reacció següent:

$$H_2(g) + \frac{1}{2}\,O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$$

Introduïm en un reactor 100 L d'hidrogen i 60 L d'oxigen, tots dos gasos mesurats a 298 K i a 1,0 bar, i a partir d'una guspira elèctrica comença el procés de combustió per a obtenir aigua líquida.

a) Calculeu la calor alliberada si la reacció es produeix a pressió constant i a 298 K.
[1 punt]

b) S'alliberaria més quantitat de calor si la reacció es produís a volum constant i a 298 K? Justifiqueu la resposta.
[1 punt]

DADES: Entalpia estàndard de formació de l'aigua(l), a 298 K: $\Delta H_f^\circ = -285{,}8\ \text{kJ mol}^{-1}$
Constant dels gasos ideals: $R = 8{,}31 \times 10^{-2}\ \text{bar L K}^{-1}\ \text{mol}^{-1} = 8{,}31\ \text{J K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}$

53. PAU 2012 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 3

3. Les erupcions volcàniques són les manifestacions naturals d'energia més espectaculars. Un volcà en actiu emet gasos, líquids i sòlids. Els gasos que emanen a l'atmosfera són, principalment, N_2, CO_2, HCl, HF, H_2S i vapor d'aigua. Si fem un balanç de la quantitat de sofre que hi ha als voltants dels volcans, observem que una part del sulfur d'hidrogen s'ha transformat en diòxid de sofre gasós i aquest, posteriorment, en sofre sòlid. L'equació següent correspon a una d'aquestes reaccions i les dades termodinàmiques que presenta a 298 K:

$$2\,H_2S(g) + SO_2(g) \rightarrow 3\,S(s) + 2\,H_2O(g) \quad \Delta H^\circ = -146{,}0\ \text{kJ} \quad \text{i} \quad \Delta S^\circ = -186{,}7\ \text{J K}^{-1}$$

a) Expliqueu raonadament per quins valors de temperatura serà espontània aquesta reacció. Suposeu que les variacions d'entalpia i entropia estàndard no es modifiquen amb la temperatura.
[1 punt]

b) Llegiu la notícia següent, que va aparèixer als mitjans de comunicació arran de les erupcions volcàniques a El Hierro. Expliqueu raonadament si esteu d'acord amb la frase destacada en negreta.
[1 punt]

Valverde (El Hierro)

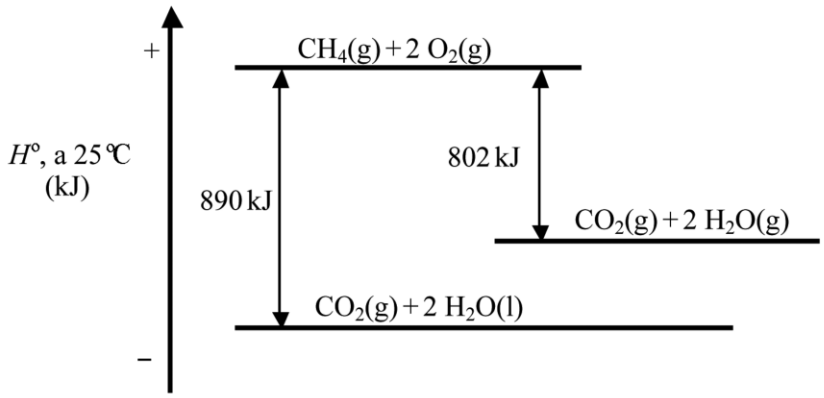
El pH superficial de l'aigua del mar ha variat de 7,97 a 5,45, a 5 metres de profunditat en la zona de l'erupció volcànica a El Hierro. «**Aquesta disminució aproximada de 3 unitats suposa que el medi està suportant una concentració de H_3O^+ cent mil vegades superior al valor normal**», va informar la direcció del Pla de Protecció Civil per Risc Volcànic. […]

Traducció feta a partir del text
«La concentración de ácidos al sur de El Hierro, 100.000 superior a lo normal»
Europapress.es (10 novembre 2011)

54. PAU 2012 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 5

5. El gas natural és un dels combustibles fòssils més utilitzats a les llars per a la calefacció i per a cuinar. La composició d'aquest combustible varia lleugerament depenent de quin n'és l'origen; el que consumim al nostre país prové d'Algèria i conté més del 90 % en volum de metà. Observeu el diagrama i contesteu les qüestions següents:

Diagrama d'entalpies de la combustió del metà



a) Escriviu l'equació del procés de vaporització de l'aigua i calculeu-ne l'entalpia estàndard, expressada en $kJ\,mol^{-1}$.

[1 punt]

b) Per a muntar un petit negoci de restauració, calen diàriament $7{,}5 \times 10^4$ kJ d'energia en forma de calor. Quin volum d'aire, mesurat a 1,0 bar i 25 °C, es necessita cada dia en la combustió del metà per a obtenir aquesta quantitat d'energia? Suposeu que la combustió es produeix a pressió constant (condicions estàndard) i s'obté aigua en estat líquid.

[1 punt]

DADES: Constant dels gasos ideals: $R = 8{,}31 \times 10^{-2}\,bar\,L\,K^{-1}\,mol^{-1}$
Composició de l'aire (% en volum):
78,08 % N_2; 20,95 % O_2; 0,93 % Ar; 0,04 % altres

55. PAU 2012 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 3

3. El procés de solidificació de l'aigua, a 25 °C, presenta els valors següents:

$$H_2O(l) \leftrightarrows H_2O(s) \qquad \Delta H° = -6{,}0\,kJ\,mol^{-1} \quad \text{i} \quad \Delta S° = -22{,}0\,J\,K^{-1}\,mol^{-1}$$

Suposeu que els valors de les variacions d'entalpia i entropia del procés de solidificació de l'aigua no es modifiquen amb la temperatura, i responeu a les qüestions següents:

a) Expliqueu raonadament per què l'aigua, en condicions estàndard, no se solidifica a 25 °C, i sí que ho fa a –10 °C.

[1 punt]

b) Calculeu la temperatura, expressada en graus Celsius, per sota de la qual l'aigua se solidifica en condicions estàndard.

[1 punt]

7. El combustible més utilitzat al nostre país pels automòbils és la gasolina, que està constituïda fonamentalment per octà, C_8H_{18}. Actualment es treballa molt en una línia de combustibles —denominats *biocombustibles*— que s'obtenen de la matèria orgànica originada en un procés biològic. El bioetanol és un tipus de biocombustible que fonamentalment conté etanol, CH_3CH_2OH, i que s'obté de la fermentació dels carbohidrats presents en la canya de sucre o el blat de moro.

a) Escriviu l'equació de la reacció de combustió de l'etanol. Calculeu l'entalpia estàndard de formació de l'etanol a 298 K.
[1 punt]

b) Si la gasolina es ven a 1,30 €/L, quin haurà de ser el preu de l'etanol, expressat en €/L, per a obtenir la mateixa quantitat d'energia per euro?
[1 punt]

DADES:

Substància	*Entalpia estàndard de formació, ΔH°_f, a 298 K (kJ mol^{-1})*	*Entalpia estàndard de combustió, ΔH°_{comb}, a 298 K (kJ mol^{-1})*
$CO_2(g)$	−393,5	
$H_2O(l)$	−285,8	
$C_8H_{18}(l)$		−5 445,3
$CH_3CH_2OH(l)$		−1 369,0

Densitat a 298 K: octà = 0,70 g mL^{-1}; etanol = 0,79 g mL^{-1}
Massa molecular relativa: octà = 114; etanol = 46

Generalitat de Catalunya
Consell Interuniversitari de Catalunya
Organització de Proves d'Accés a la Universitat

Proves d'Accés a la Universitat. Curs 2011-2012

Química

57. PAU 2011 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 5

5. Volem determinar l'entalpia de reacció d'una solució aquosa de HCl 2,00 M amb una solució aquosa de KOH 2,00 M:

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l) \quad \Delta H = ?$$

a) Expliqueu el procediment experimental que seguiríeu al laboratori, i indiqueu el material que utilitzaríeu i les mesures experimentals que caldria determinar per a poder calcular l'entalpia de reacció.

[1 punt]

b) Calculeu la calor despresa quan es barregen 100 mL de HCl 2,00 M amb 250 mL de KOH 2,00 M, si experimentalment hem determinat que l'entalpia de la reacció anterior és –56,1 kJ mol^{-1}.

[1 punt]

58. PAU 2011 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 4

4. Un dels gasos més presents en la nostra vida és el metà, component principal del gas natural, que és un bon combustible. A partir de les dades de la taula següent, responeu a les qüestions.

Entalpies de combustió en condicions estàndard i a 298 K

Reacció de combustió	*Entalpia de combustió (kJ mol^{-1})*
$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$	–890,3
$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$	–393,5
$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$	–285,8

a) Imagineu que us voleu dutxar amb l'aigua a una temperatura de 45 °C. Tenint en compte que l'aigua entra a l'escalfador a 10 °C i que en gastareu 30 L, digueu quina massa de metà cal cremar, a pressió constant, per a escalfar-la.

[1 punt]

b) Escriviu la reacció corresponent a l'entalpia estàndard de formació del metà, i calculeu-ne el valor a 298 K.

[1 punt]

DADES: Densitat de l'aigua (entre 10 °C i 45 °C) = 1 kg L^{-1}.
Capacitat calorífica específica de l'aigua (entre 10 °C i 45 °C) = 4,18 J K^{-1} g^{-1}.
Massa molecular relativa del metà = 16,0.

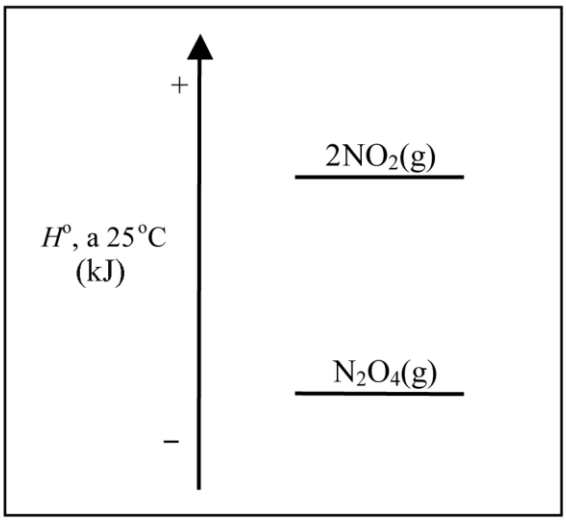
59. PAU 2011 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 2

2. El tetròxid de dinitrogen es descompon en diòxid de nitrogen segons la reacció següent:

$$N_2O_4(g) \rightarrow 2NO_2(g)$$

A partir de la figura, contesteu raonadament les qüestions següents.

Diagrama d'entalpies



a) Quin signe tindran la variació d'entalpia estàndard ($\Delta H°$) i la variació d'entropia estàndard ($\Delta S°$) de la reacció de dissociació del N_2O_4 en NO_2, a 25 °C?
[1 punt]

b) Quan serà espontània, la reacció, a temperatures altes o a temperatures baixes?
[1 punt]

DADES: Suposeu que $\Delta H°$ i $\Delta S°$ no varien amb la temperatura.

60. PAU 2011 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 4

4. L'alcohol metílic o metanol, CH_3OH, es fa servir com a combustible en les *fondues* de formatge, xocolata o carn. L'equació de la reacció de combustió del metanol és la següent:

$$CH_3OH(l) + \frac{3}{2}\,O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$$

a) A partir de les dades d'aquesta taula, calculeu l'entalpia estàndard de combustió del metanol a 298 K.

[1 punt]

Enllaç	*Entalpia d'enllaç en condicions estàndard i a 298 K (kJ mol^{-1})*
C–H	414
O–H	528
C=O	715
O=O	498
C–O	352

b) A partir de les entalpies estàndard de formació, s'ha calculat l'entalpia estàndard de combustió del metanol a 298 K, i el resultat obtingut és –726 kJ mol^{-1}. Calculeu la calor que s'allibera, a pressió constant, en cremar 96 g de metanol amb 320 g d'oxigen, en condicions estàndard i a 298 K.

[1 punt]

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

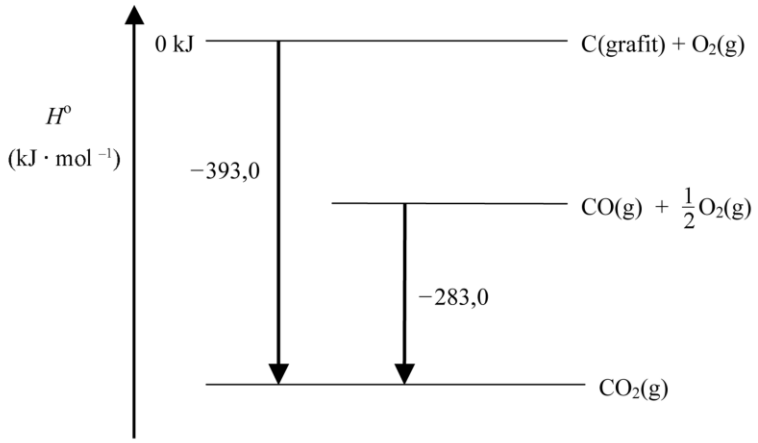
61. PAU 2010 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 3

3. La formació del CO és difícil de dur a terme experimentalment perquè, si no es fa servir un excés d'oxigen, la reacció és incompleta, i si hi ha un excés d'oxigen no es pot evitar que l'oxidació continuï i es formi també CO_2. El valor de l'entalpia de formació del CO gasós es calcula a partir de la determinació de les entalpies de combustió del C grafit i del CO gasós.

a) Escriviu l'equació de la reacció de formació del CO gasós. Calculeu l'entalpia estàndard de formació del CO gasós a partir de la figura següent:

[1 punt]

Diagrama d'entalpies



b) Es fan reaccionar, a pressió constant, 140 g de CO i 20,4 L d'O_2 gasós mesurats a 1,2 atm i 25 °C, i es forma CO_2 gasós. Quina quantitat de calor es desprèn en aquesta reacció?

[1 punt]

DADES: Considereu que en tots els casos les reaccions es produeixen en condicions estàndard i a 25 °C.
$R = 0{,}082\ \text{atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 8{,}31\ \text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.
Masses atòmiques relatives: C = 12,0; O = 16,0.

62. PAU 2010 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 6

6. Es vol efectuar un experiment al laboratori per a determinar, de manera aproximada, l'entalpia de dissolució de l'hidròxid de potassi en aigua.

a) Descriviu el procediment que seguiríeu al laboratori i el material que faríeu servir.

[1 punt]

b) Si en dissoldre 2,0 g d'hidròxid de potassi en 200 mL d'aigua es produeix un increment en la temperatura de la solució de 2,5 °C, quina és l'entalpia molar de la reacció de dissolució de l'hidròxid de potassi?

[1 punt]

DADES: Considereu negligible la calor absorbida pel recipient.
Capacitat calorífica específica de la solució = $4{,}18\ \text{J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{°C}^{-1}$.
Densitat de la solució = $1{,}0\ \text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$.
Masses atòmiques relatives: H = 1,0; O = 16,0; K = 39,1.

63. PAU 2010 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 7

7. El procés químic d'oxidació de la glucosa transfereix energia al cos humà:

$$C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6H_2O(l) + 6CO_2(g)$$

En aquest procés, a 25 °C: $\Delta H° = -2\,808$ kJ·mol^{-1} i $\Delta S° = 182$ J·K^{-1}·mol^{-1}.

a) Determineu l'energia lliure que s'obté, a 37 °C, quan prenem una cullerada de glucosa (10 g), suposant que les magnituds $\Delta H°$ i $\Delta S°$ no varien amb la temperatura.

[1 punt]

b) Per què aquesta reacció d'oxidació de la glucosa, a 37 °C, pot transferir energia al cos humà?

[1 punt]

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

---

64. PAU 2010 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 2

2. El diòxid de nitrogen es pot formar a partir del monòxid de nitrogen, a 298 K, segons la reacció següent:

$$2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g) \qquad \Delta H° = -114{,}14 \text{ kJ}$$

a) Raoneu si la reacció serà espontània en condicions estàndard i a 298 K.

[1 punt]

b) Calculeu la calor a pressió constant que es desprendrà en reaccionar 5,0 L de monòxid de nitrogen, mesurats a 298 K i 1,0 atm, amb un excés d'oxigen.

[1 punt]

DADES: $R = 0{,}082$ atm·L·K^{-1}·mol^{-1} = 8,31 J·K^{-1}·mol^{-1}.

Temperatura = 298 K	NO(g)	O_2(g)	NO_2(g)
$S°$(J·K^{-1}·mol^{-1})	210,8	205,1	240,1

65. PAU 2010 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 3

3. El carbonat de calci es descompon, en condicions estàndard i a 25 °C, segons la reacció següent:

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g) \qquad \Delta H^\circ = 178\ kJ \cdot mol^{-1}$$

Si l'entropia estàndard d'aquesta reacció (ΔS°) és 165 $J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$:

a) Calculeu l'energia lliure estàndard de la reacció a 25 °C. Raoneu si la reacció és espontània en condicions estàndard i a 25 °C.

[1 punt]

b) Quina temperatura mínima s'ha d'aconseguir perquè el $CaCO_3$ sòlid es descompongui en condicions estàndard? Considereu que ΔS° i ΔH° no varien amb la temperatura.

[1 punt]

66. PAU 2010 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 5

5. La reacció de combustió del metà, a 1 atm i 25 °C, es produeix segons l'equació següent:

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) \qquad \Delta H^\circ = -849{,}3\ kJ \cdot mol^{-1}$$

a) En la combustió del metà, és més gran la quantitat d'energia implicada en el trencament d'enllaços o en la formació d'enllaços? Raoneu la resposta.

[1 punt]

b) Calculeu l'entalpia de l'enllaç C–H.

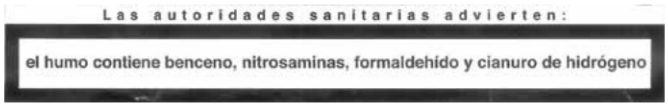
[1 punt]

DADES:

Enllaç	O=O	C=O	O–H
Entalpia d'enllaç ($kJ \cdot mol^{-1}$)	498	805	464

67. PAU 2009 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 1

1. Tal com es fa constar en les advertències de les autoritats sanitàries espanyoles, el benzè (C_6H_6) és un agent cancerigen que és present en el fum del tabac.



1.1. Calculeu la calor a pressió constant que s'alliberarà en la combustió d'1 mol de benzè líquid en condicions estàndard a 25 °C.

[0,8 punts]

1.2. Definiu *entalpia de vaporització* d'una substància i calculeu l'entalpia de vaporització del benzè líquid en condicions estàndard a 25 °C i expresseu el resultat en $kJ \cdot kg^{-1}$.

[1,2 punts]

DADES:

Temperatura = 25 °C	$H_2O(l)$	$CO_2(g)$	$C_6H_6(l)$	$C_6H_6(g)$
ΔH_f° / $kJ \cdot mol^{-1}$	–285,8	–393,5	49,0	82,9

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

68. PAU 2009 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 1

1. Les reaccions de combustió del carboni grafit, de l'hidrogen i del metà són:

$C(\text{grafit}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\qquad \Delta H^\circ\ (298{,}15\ K) = -393{,}5\ kJ \cdot mol^{-1}$

$H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$ $\qquad \Delta H^\circ\ (298{,}15\ K) = -285{,}8\ kJ \cdot mol^{-1}$

$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$ $\qquad \Delta H^\circ\ (298{,}15\ K) = -890{,}4\ kJ \cdot mol^{-1}$

1.1. Calculeu l'entalpia estàndard de formació del metà a 298,15 K.

[1 punt]

1.2. Raoneu si la reacció de combustió del metà serà espontània o no a 298,15 K.

[1 punt]

DADES:

T = 298,15 K	$CH_4(g)$	$O_2(g)$	$CO_2(g)$	$H_2O(l)$
S° / $J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$	186,3	205,1	213,7	69,9

69. PAU 2009 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 1

1. El carbó és el combustible fòssil que, en el decurs de la seva combustió, allibera menys energia calorífica per mol de CO_2 format. Per aquesta raó, es diu que el carbó és el combustible fòssil amb més capacitat d'agreujament de l'efecte d'hivernacle. Per contra, el metà, que és el component majoritari del gas natural, té una capacitat d'agreujament de l'efecte d'hivernacle molt inferior.

1.1. Escriviu les reaccions de combustió del C(grafit) i del metà gas i calculeu la calor a pressió constant que s'alliberarà en cada reacció quan s'hagi format una tona (10^3 kg) de CO_2.

[1 punt]

1.2. Considerant que l'entalpia de sublimació del C(grafit) és 718,4 kJ · mol^{-1}, raoneu el caràcter endotèrmic o exotèrmic de la reacció:

$$C(g) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$$

[1 punt]

DADES: Considereu que, en tots els casos, les reaccions es produeixen en les condicions estàndard a 25 °C.

Temperatura = 25 °C	$CH_4(g)$	$CO_2(g)$	$H_2O(l)$
$\Delta H_f°$ / kJ · mol^{-1}	–78,4	–393,5	–285,8

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

70. PAU 2009 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 5 (Opció B)

5. Qüestions d'elecció múltiple.

De les quatre qüestions següents, trieu l'ÚNICA resposta que considereu vàlida (no cal justificar-la).

Escriviu les respostes directament en el quadern. Indiqueu el número de la qüestió i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (*a*, *b*, *c* o *d*).

[0,5 punts per cada resposta correcta; –0,17 punts per cada resposta incorrecta. Per les qüestions no contestades no hi haurà cap descompte.]

5.1. Quan una substància pura en fase líquida es congela de manera espontània

a) ΔG serà negativa però ΔH i ΔS seran positives.

b) ΔG, ΔH i ΔS seran negatives.

c) ΔG i ΔH seran negatives però ΔS serà positiva.

d) ΔG i ΔS seran negatives però ΔH serà positiva.

5.2. Al cim d'una muntanya, on la pressió atmosfèrica és inferior que a nivell del mar,

a) la temperatura d'ebullició de l'aigua serà més petita que a nivell del mar.

b) la temperatura d'ebullició de l'aigua serà més gran que a nivell del mar.

c) la temperatura d'ebullició de l'aigua dependrà de la temperatura ambient.

d) la temperatura d'ebullició de l'aigua sempre serà igual a 100 °C.

5.3. En un procés termodinàmic,

a) el sistema augmenta la seva energia interna quan la calor cedida pel sistema és més gran que el treball que es fa sobre el sistema.

b) la calor lliurada des del sistema cap a l'entorn es considera positiva.

c) el sistema augmenta la seva energia interna si la calor absorbida pel sistema és més gran que el treball dut a terme per aquest.

d) la variació d'entropia del sistema sempre és positiva.

5.4. Identifiqueu l'**única resposta incorrecta** de les afirmacions següents.

En la pila electroquímica $Fe(s)\,|\,Fe^{2+}(aq)\,||\,Cu^{2+}(aq)\,|\,Cu(s)$

a) la FEM de la pila depèn de la temperatura.

b) la FEM de la pila varia al llarg del temps de funcionament de la pila.

c) la FEM de la pila és una constant termodinàmica.

d) la FEM de la pila depèn de les concentracions de les espècies en dissolució.

Proves d'accés a la Universitat. Curs 2008-2009

Química

71. PAU 2008 · Setembre · Sèrie 4 · Exercici 4 (Opció B)

Opció B

4. Avui dia, per tal de rebaixar la dependència respecte dels combustibles fòssils, s'estudien i desenvolupen motors a base de piles de combustible alimentades amb hidrogen. Aquests ginys es fonamenten en la reacció global següent:

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$$

4.1. Raoneu el signe de ΔS i ΔH d'aquesta reacció.
[0,8 punts]

4.2. Fent servir la llei de Hess, calculeu la ΔH_f° d'1 mol d'aigua gas a 100 °C.
[1,2 punts]

DADES:

Entalpia de formació de l'aigua líquida a 25 °C ΔH_f°, 25 °C, $H_2O(l)$	$-285{,}8\ kJ \cdot mol^{-1}$
Capacitat calorífica específica (o calor específica) de l'aigua. Considereu que la capacitat calorífica específica de l'aigua no varia en l'interval de 25 °C a 100 °C	$+4{,}18\ J \cdot K^{-1} \cdot g^{-1}$
Massa molecular de l'aigua	18,0
Entalpia de vaporització de l'aigua a 100 °C $H_2O(l)$ a 100 °C → $H_2O(g)$ a 100 °C	$+40{,}66\ kJ \cdot mol^{-1}$

72. PAU 2008 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 1



1. El butà i el propà són dos gasos combustibles utilitzats en la indústria i les llars.

1.1. Escriviu les reaccions de combustió del butà i del propà i calculeu, per a cada combustió, la calor a pressió constant alliberada en condicions estàndard a 25 °C quan es forma 1 mol de CO_2.

[1,5 punts]

1.2. Considerant la calor a pressió constant alliberada quan es forma 1 mol de CO_2, justifiqueu quin dels dos combustibles contribuirà més a l'agreujament de l'efecte d'hivernacle.

[0,5 punts]

DADES:

Temperatura = 25 °C	propà gas	butà gas	$H_2O(l)$	$CO_2(g)$
ΔH_f° / kJ · mol^{-1}	–103,8	–126,5	–285,8	–393,5

73. PAU 2008 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 3

3. El metà, component majoritari del gas natural, es fa servir de combustible en alguns autobusos i altres vehicles de motor. Aquest hidrocarbur crema a l'aire i forma diòxid de carboni i aigua (combustió completa), per bé que, quan la concentració d'oxigen a l'aire és baixa o bé la proporció entre l'aire i el combustible és molt petita, no hi ha prou oxigen perquè tingui lloc la combustió completa i es formen aigua i monòxid de carboni (combustió incompleta).



Els vehicles de motor, tal com succeeix en el cas del metà, quan no hi ha prou aire perquè pugui tenir lloc la combustió completa del combustible, emeten CO, un gas tòxic que reacciona amb l'hemoglobina de la sang i n'impedeix la funció fisiològica que té en el procés de la respiració.

3.1. Escriviu les reaccions corresponents a la combustió completa i incompleta d'un mol metà i calculeu el valor de $\Delta H^\circ_{\text{reacció}}$, a 25 °C, per a cada cas. Doneu dues raons que justifiquin el fet que es practiquin controls periòdics dels gasos d'escapament per tal d'evitar la combustió incompleta als motors de combustió dels vehicles.

[1,4 punts]

3.2. Calculeu la ΔH°, a 25 °C, de la reacció:

$$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$$

Raoneu també el signe de la seva ΔS.

[0,6 punts]

DADES:

Temperatura = 25 °C	$H_2O(l)$	$CO_2(g)$	$CO(g)$	$CH_4(g)$
ΔH_f° / kJ · mol^{-1}	–285,8	–393,5	–110,5	–74,8

74. PAU 2007 · Setembre · Sèrie 3 · Exercici 1

1. A través de la fotosíntesi, els vegetals fabriquen sucres a partir de l'aigua i el diòxid de carboni de l'aire segons la reacció simplificada següent:

$$6CO_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow \underset{\text{glucosa}}{C_6H_{12}O_6(s)} + 6O_2(g)$$

1.1. Calculeu la $\Delta H°$ d'aquesta reacció.

[0,5 punts]

1.2. Calculeu la $\Delta S°$ d'aquesta reacció i argumenteu, fent servir criteris termodinàmics, per què és impossible que els vegetals puguin dur a terme la fotosíntesi en condicions estàndard a 25 °C sense una aportació d'energia des d'una font externa.

[0,5 punts]

1.3. La combustió regulada dels sucres és la font d'energia més important en els éssers vius. Calculeu la ΔH corresponent a la combustió de 25,00 g de glucosa, en condicions estàndard a 25 °C, i raoneu si la combustió de la glucosa serà un procés espontani o no des d'un punt de vista termodinàmic. Expliqueu per què la glucosa no entra en combustió d'una manera espontània.

[1 punt]

DADES: Massa molecular de la glucosa = 180,0.

Temperatura = 25 °C	$CO_2(g)$	$H_2O(l)$	$C_6H_{12}O_6(s)$	$O_2(g)$
$\Delta H_f°$ / kJ · mol^{-1}	–393,5	–285,9	–1274,4	
$S_M°$ / J · mol^{-1} · K^{-1}	213,7	69,9	212,0	205,1

75. PAU 2007 · Setembre · Sèrie 3 · Exercici 5 (Opció A)

5. Responeu a les qüestions següents:

5.1. Escalfem el gas d'un cilindre metàl·lic vertical dotat d'un pistó de 3 kN de pes i el pistó es desplaça 20 cm. Considerant que la calor absorbida pel gas ha estat de 40 J, calculeu la variació d'energia interna del gas.

[0,5 punts]

5.2. Quin significat físic té l'energia interna d'un sistema?

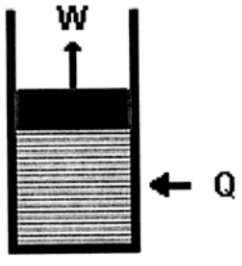
[0,5 punts]

5.3. Què vol dir que l'energia interna és una funció d'estat?

[0,5 punts]

5.4. Es pot determinar l'energia interna d'un sistema? Raoneu la resposta.

[0,5 punts]



76. PAU 2007 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 4 (Opció A)

Opció A

4. A 25 °C i 15 atm de pressió l'etí gas es transforma en benzè líquid segons la reacció següent:

$$3C_2H_2(g) \rightarrow C_6H_6(l) \qquad \Delta H = -631 \text{ kJ}$$

4.1. Raoneu si la variació d'entropia associada a la formació del benzè serà positiva o negativa, i calculeu la calor a pressió constant bescanviada quan s'hagin format 50 g de benzè líquid.
[0,8 punts]

4.2. Representeu les estructures de Lewis de les molècules d'etí i de benzè, indiqueu la geometria molecular i els valors previsibles dels angles d'enllaç en cada cas i raoneu en quina d'aquestes dues molècules l'enllaç entre carbonis serà més curt.
[1,2 punts]

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

77. PAU 2007 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 1

1. En la fermentació acètica del vi, per l'acció de bacteris del gènere *Acetobacter*, l'etanol (alcohol etílic) reacciona amb l'oxigen de l'aire, es transforma en àcid acètic i aigua i dóna lloc al vinagre.

1.1. Calculeu la $\Delta H°$ d'aquesta reacció a 25 °C i raoneu si és exotèrmica o endotèrmica. Calculeu la $\Delta S°$ a 25 °C i justifiqueu el caràcter positiu o negatiu d'aquesta variació a partir de les característiques de la reacció.
[1 punt]

1.2. Calculeu la $\Delta G°$ d'aquesta reacció a 25 °C i raoneu si la reacció serà espontània o no a aquesta temperatura en les condicions estàndard.
[0,6 punts]

1.3. L'etanol de les nostres farmacioles, tot i estar en contacte amb l'oxigen de l'aire, es manté estable i no es transforma en àcid acètic. Com justificaríeu aquest fet a partir de les dades obtingudes en l'apartat anterior?
[0,4 punts]

DADES: Temperatura = 25 °C

Substància	$S°$ / J · K^{-1} · mol^{-1}	$\Delta H_f°$ / kJ · mol^{-1}
$C_2H_5OH(l)$	160,7	–277,6
$CH_3COOH(l)$	159,8	–487,0
$H_2O(l)$	70,0	–285,8
$O_2(g)$	205,0	

78. PAU 2007 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 5 (Opció B)

5. Qüestions d'elecció múltiple.

De les quatre qüestions següents, trieu l'ÚNICA resposta que considereu vàlida (no cal justificar-la).

Escriviu les respostes directament en el quadern. Indiqueu el número de la qüestió i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (*a*, *b*, *c* o *d*).

[0,5 punts per cada resposta correcta; –0,17 punts per cada resposta incorrecta. Per les qüestions no contestades no hi haurà cap descompte.]

5.1. La reacció $2A + B \rightarrow P$ segueix l'equació de velocitat següent: $v = k[B]^2$. En aquesta reacció és compleix

a) que la velocitat de formació de P és la meitat que la velocitat de desaparició de B.

b) que la constant de velocitat depèn tan sols de la concentració de B.

c) que la velocitat de formació de P coincideix amb la velocitat de desaparició de B.

d) que l'ordre total de reacció és 3.

5.2. Pel que fa a l'energia interna d'un sistema,

a) la variació d'aquesta al llarg d'una transformació depèn del camí seguit en la transformació.

b) és igual a la calor màxima que pot donar el sistema.

c) correspon a l'energia potencial de les molècules del sistema.

d) tan sols en podem conèixer la variació al llarg d'un procés i mai el valor absolut.

5.3. En termodinàmica,

a) la calor absorbida pel sistema sempre és negativa.

b) el treball d'expansió d'un gas sempre és negatiu.

c) la variació d'entalpia coincideix amb la calor intercanviada a volum constant.

d) la variació d'energia interna coincideix amb la calor intercanviada a pressió constant.

5.4. Les reaccions químiques sempre són espontànies si

a) són endotèrmiques i presenten una variació d'entropia negativa.

b) són endotèrmiques i presenten una variació d'entropia positiva.

c) són exotèrmiques i presenten una variació d'entropia positiva.

d) són exotèrmiques i presenten una variació d'entropia negativa.

Opció B

4. L'alcohol etílic (etanol) és un bon combustible que reacciona amb l'oxigen i dóna diòxid de carboni i aigua.

   a) Escriviu la reacció de combustió de l'alcohol etílic i establiu les estructures de Lewis dels reactius i dels productes de la combustió. [1 punt]

   b) Calculeu la variació d'entalpia estàndard a 25 °C d'aquesta reacció fent servir les energies estàndard d'enllaç a 25 °C que s'indiquen a continuació: [1 punt]

Enllaç	C – C	C – H	C – O	O – H	O = O	C = O
Energia / kJ mol^{-1}	413,4	414,0	351,0	462,8	401,7	711,3

Dades: nombres atòmics: H: Z = 1; C: Z = 6; O: Z = 8

80. PAU 2006 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 5 (Opció B)

5. En les quatre qüestions següents, trieu **l'única resposta** que considereu vàlida (no cal justificar-la). Cada resposta errònia descompta un 33% de la puntuació prevista per a cada pregunta. Per contra, les preguntes no contestades no tindran cap descompte.

   Escriviu les vostres respostes en el quadernet de respostes, indicant el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (a, b, c o d). [0,5 punts per qüestió encertada]

   5.1. Per a la reacció: $N_2O_4\ (g) \leftrightharpoons 2NO_2\ (g)$ $\Delta H = 58{,}2$ kJ

   si, un cop assolit l'equilibri, volem augmentar la concentració de diòxid de nitrogen:
   a) caldrà escalfar el sistema.
   b) caldrà incorporar un catalitzador.
   c) caldrà modificar l'estequiometria de la reacció.
   d) caldrà disminuir la temperatura.

   5.2. En el procés siderúrgic $Fe_2O_3\ (s) + 3\ CO\ (g) \rightarrow 2\ Fe\ (s) + 3\ CO_2\ (g)$:
   a) el Fe_2O_3 s'oxida.
   b) el CO es redueix.
   c) el Fe_2O_3 es redueix.
   d) cap dels casos anteriors, atès que cal considerar la reacció en sentit contrari.

   5.3. Indiqueu l'única afirmació correcta de les proposicions següents:
   a) l'aigua entra en ebullició quan s'evapora.
   b) l'evaporació de l'aigua és un procés exotèrmic.
   c) l'aigua pot entrar en ebullició per sota de 100 °C.
   d) l'aigua sempre entrarà en ebullició a 100 °C.

   5.4. Indiqueu l'única afirmació correcta:
   a) el iode és un element polar molt soluble en tetraclorur de carboni.
   b) l'aigua dissol molts compostos iònics ja que és una substància iònica.
   c) el metà és un gas que fon a altes temperatures donat que s'estableixen enllaços d'hidrogen molt intensos entre les seves molècules.
   d) tenir enllaços polars no és condició suficient per tal que una molècula sigui polar.

81. PAU 2006 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 4 (Opció A)

Opció A

4. El metanol líquid pot esdevenir un combustible de futur per als vehicles de motor.
   a) Escriviu la reacció de combustió del metanol. [0,4 punts]
   b) Calculeu la variació d'entalpia estàndard a 25 °C del procés de combustió. [0,6 punts]
   c) Calculeu l'energia alliberada, en condicions estàndard a 25 °C, associada a la combustió d'1 L de metanol. [0,5 punts]
   d) Raoneu si la variació d'entropia, en condicions estàndard a 25 °C, associada a la combustió del metanol serà positiva o negativa. [0,5 punts]

   Dades:
   entalpies estàndard de formació a 25 °C: metanol líquid: –238,7 kJ/mol
   diòxid de carboni gas: –393,5 kJ/mol
   aigua líquida: –285,6 kJ/mol
   densitat del metanol líquid a 25 °C: 0,800 g cm^{-3}
   masses atòmiques: C = 12,0; O = 16,0; H = 1,0

82. PAU 2005 · Setembre · Sèrie 3 · Exercici 4 (Opció B)

OPCIÓ B

4. La hidrazina (N_2H_4) reacciona amb el peròxid d'hidrogen (H_2O_2) segons l'equació:

$$N_2H_4\ (l) + 2\ H_2O_2\ (l) \rightarrow N_2\ (g) + 4\ H_2O\ (l)$$

   a) A partir dels valors de la taula següent, calculeu la variació d'entalpia estàndard i la variació d'entropia estàndard del procés a 25 °C. [1 punt]

	N_2H_4 (l)	H_2O_2 (l)	N_2 (g)	H_2O (l)
ΔH_f° / kJ · mol^{-1}	50,63	–187,78	0	–285,83
S° / J · $K^{-1}mol^{-1}$	121,21	109,6	191,61	69,91

   b) Justifiqueu si la reacció serà espontània a 25 °C en condicions estàndard. [0,5 punts]
   c) Aquesta reacció s'ha utilitzat de vegades en la propulsió de coets. Calculeu la quantitat d'energia produïda a partir d'1 kg d'hidrazina. [0,5 punts]

   Dades: masses atòmiques: H = 1, N = 14, O = 16

83. PAU 2005 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 5 (Opció B)

5. En les quatre qüestions següents, trieu **l'única resposta** que considereu vàlida (no cal justificar-la). Cada resposta errònia descompta un 33% de la puntuació prevista per a cada pregunta. Per contra, les preguntes no contestades no tindran cap descompte.

   Escriviu les vostres respostes en el quadernet de respostes, indicant el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (a, b, c o d).

   [0,5 punts per qüestió encertada]

   5.1. Mentre té lloc el procés de canvi d'estat d'una substància pura:

   a) sempre cal subministrar calor al sistema.
   b) la temperatura es manté constant.
   c) la pressió es manté constant.
   d) l'entropia del sistema augmenta.

   5.2. Indiqueu quina de les següents afirmacions és **incorrecta.**

   a) L'entalpia estàndard de formació del nitrogen líquid és zero.
   b) La solidificació és un procés exotèrmic.
   c) En algunes reaccions la variació d'energia interna coincideix amb la variació d'entalpia.
   d) La variació d'entalpia coincideix amb la quantitat de calor transferida a pressió constant.

   5.3. Per a la reacció N_2 (g) + 3 H_2 (g) $\leftrightarrows$ 2 NH_3 (g), $\Delta H^\circ = -92$ kJ · mol^{-1}, de quina manera aconseguiríem un increment més gran del rendiment?

   a) Incrementant la pressió i la temperatura.
   b) Disminuint la pressió i la temperatura.
   c) Augmentant la pressió i disminuint la temperatura.
   d) La pressió no hi té res a veure; només cal disminuir la temperatura.

   5.4. Un dels processos següents implica una disminució de l'entropia del sistema:

   a) L'escalfament d'aigua de 0 a 80 °C.
   b) L'obtenció de NaCl a partir de Cl_2 i Na.
   c) La descomposició del $CaCO_3$ en CaO i CO_2.
   d) La sublimació del iode.

84. PAU 2005 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 3

3. Les entalpies estàndard de formació del butà, l'aigua líquida i el diòxid de carboni són, respectivament, –124,7, –285,5 i –393,5 kJ · mol^{-1}.

   a) Escriviu la reacció de combustió del butà. [0,5 punts]
   b) Calculeu l'entalpia estàndard de combustió del butà. [0,5 punts]
   c) Trobeu la quantitat d'energia calorífica que s'obté en cremar tot el butà d'una bombona (12,5 kg). [0,5 punts]
   d) Si aquesta energia s'utilitza per escalfar aigua des de 10 °C fins a 40 °C, calculeu la quantitat d'aigua calenta que es podria obtenir. [0,5 punts]

   Dades: masses atòmiques: H = 1, C = 12
   capacitat calorífica de l'aigua: 4,18 kJ · kg^{-1} K^{-1}

sitari de Catalunya
ves d'Accés a la Universitat

85. PAU 2004 · Setembre · Sèrie 5 · Exercici 2

2. L'acetilè (C_2H_2) s'obté fent reaccionar el carbur de calci (CaC_2) amb aigua, segons la reacció:

$$CaC_2\ (s) + 2\ H_2O\ (l) \rightarrow C_2H_2\ (g) + Ca(OH)_2\ (s),$$

en la qual es desprenen 270,7 kJ per mol de CaC_2.

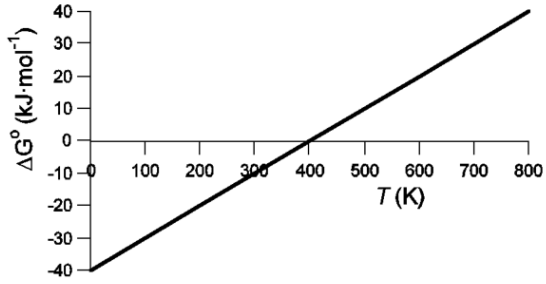
a) Trobeu l'entalpia de formació de l'acetilè. [0,5 punts]
b) Escriviu la reacció de combustió de l'acetilè i determineu la variació d'entalpia estàndard per a aquesta reacció. [1 punt]
c) Calculeu la calor que es desprèn quan es crema l'acetilè obtingut a partir de 6,4 g de carbur de calci. [0,5 punts]

Dades: masses atòmiques: H = 1; C = 12; O = 16; Ca = 40

	$Ca(OH)_2$	H_2O (l)	CaC_2 (s)	CO_2 (g)	O_2 (g)
ΔH_f^0/kJ · mol^{-1}	–986	–286	83	–395,5	0,0

86. PAU 2004 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 5 (Opció A)

5. La gràfica següent representa la variació amb la temperatura del ΔG^0 d'una reacció:



Suposant que els valors de ΔH^0 i ΔS^0 de la reacció són constants en tot l'interval de temperatures de la gràfica i considerant la reacció en condicions estàndard:

a) Doneu l'expressió del ΔG^0 de la reacció en funció de ΔH^0 i ΔS^0 i trobeu a quina temperatura estem en condicions d'equilibri. [0,5 punts]
b) Citeu una temperatura en la qual la reacció sigui espontània. [0,5 punts]
c) Trobeu el valor del ΔH^0 de la reacció i digueu si aquesta és exotèrmica o endotèrmica. [0,5 punts]
d) Justifiqueu si la variació de l'entropia de la reacció és positiva o negativa. [0,5 punts]

87. PAU 2004 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 2

2. L'equació termoquímica corresponent a la reacció de neutralització en una dissolució aquosa és:

$$H^+ (aq) + OH^- (aq) \rightarrow H_2O (l) \qquad \Delta H^0 = -54 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

a) Trobeu quina quantitat de calor correspon a la neutralització de 25 cm^3 d'àcid clorhídric 2 M amb 25 cm^3 d'hidròxid de sodi 2 M. [0,5 punts]
b) La dissolució s'escalfarà o es refredarà? [0,5 punts]
c) Si la massa de la dissolució anterior és de 52 g i estava a 20 °C, calculeu la temperatura final de la dissolució. [1 punt]

Dada: capacitat calorífica de l'aigua: 4,18 $J \cdot g^{-1}K^{-1}$

88. PAU 2003 · Setembre · Sèrie 3 · Exercici 3

3. La fabricació industrial de l'àcid nítric requereix una oxidació catalítica prèvia de l'amoníac, d'acord amb la reacció:

$$4\ NH_3\ (g) + 5\ O_2\ (g) \rightleftarrows 4\ NO\ (g) + 6\ H_2O\ (g)$$

a) Calculeu la variació d'entalpia estàndard de la reacció a 25 °C. [0,5 punts]
b) Calculeu la variació d'entropia estàndard de la reacció a 25 °C. [0,5 punts]
c) Determineu a partir de quina temperatura la reacció tindrà lloc espontàniament en el sentit indicat si totes les espècies estan en el seu estat estàndard. [0,5 punts]
d) Justifiqueu cap a on es desplaçarà l'equilibri si augmenta la pressió total del sistema. [0,5 punts]

Dades:

	NH_3 (g)	O_2 (g)	NO (g)	H_2O (g)
ΔH_f^0 / kJ · mol^{-1}	–46,11	0	90,25	–241,82
$S°$ / J · K^{-1} · mol^{-1}	192,45	205,14	210,76	188,83

89. PAU 2003 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 2

2. El diòxid de sofre és un dels gasos que s'emeten com a conseqüència de la combustió d'hidrocarburs fòssils. Per reacció amb l'oxigen atmosfèric pot transformar-se en triòxid de sofre (gas).
a) Si les entalpies estàndard de formació del diòxid de sofre i del triòxid de sofre són, respectivament, –297 i –395 kJ · mol^{-1}, calculeu la variació d'entalpia corresponent a aquesta reacció. És un procés exotèrmic o endotèrmic? [0,5 punts]
b) Calculeu la variació d'energia interna a 25 °C d'aquest procés. [1 punt]
c) Trobeu la quantitat de calor intercanviada a pressió constant quan es formen 30 litres de triòxid de sofre, mesurats a 25 °C i 1 atm. [0,5 punts]

Dades: R = 0,082 atm · L · K^{-1} · mol^{-1} = 8,31 J · K^{-1} · mol^{-1}

Generalitat de Catalunya
Consell Interuniversitari de Catalunya
Coordinació i Organització de les PAU de Catalunya

90. PAU 2002 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 2

Districte atalunya

2. Les variacions d'entalpia estàndard per a les reaccions de combustió de l'etanol i de l'etè a 298 K són, respectivament, –1367 kJ · mol^{-1} i –1411 kJ · mol^{-1}.
   a) Escriviu les reaccions de combustió d'aquests dos compostos. [0,6 punts]
   b) Determineu la variació d'entalpia de la reacció que té lloc entre etè i aigua per donar etanol. [0,6 punts]
   c) Calculeu, de la reacció anterior, la variació d'energia de Gibbs estàndard a 298 K i indiqueu si la reacció (en condicions estàndard) serà espontània en el sentit indicat. [0,8 punts]

Dades: $S^0(\text{etè}_{(g)}) = 219{,}5 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}\text{mol}^{-1}$
$S^0(\text{H}_2\text{O}_{(l)}) = 69{,}91 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}\text{mol}^{-1}$
$S^0(\text{etanol}_{(l)}) = 160{,}7 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}\text{mol}^{-1}$

91. PAU 2002 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 5 (Opció A)

5. El clorat de potassi es descompon en clorur de potassi i oxigen. Les entalpies estàndard de formació del clorur de potassi i el clorat de potassi a 25 °C són, respectivament, –437 kJ · mol^{-1} i –398 kJ · mol^{-1}.
   a) Escriviu la reacció corresponent a la descomposició. [0,5 punts]
   b) Calculeu la variació d'entalpia de la reacció i indiqueu si aquesta és exotèrmica o endotèrmica. [0,5 punts]
   c) Raoneu quin serà el signe de la variació d'entropia estàndard de la reacció. [0,5 punts]
   d) Justifiqueu si la reacció serà o no espontània en condicions estàndard. [0,5 punts]

92. PAU 2001 · Setembre · Sèrie 4 · Exercici 5 (Opció B)

5. En la fermentació alcohòlica de la glucosa s'obté etanol i diòxid de carboni segons la reacció:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2$$

   a) Calculeu l'increment d'entalpia d'aquesta reacció sabent que els increments d'entalpia per a les reaccions de combustió de la glucosa i de l'etanol són, respectivament, –2813 i –1371 kJ · mol^{-1}. [1 punt]
   b) Es tracta d'una reacció exotèrmica o endotèrmica? [0,5 punts]
   c) Trobeu l'energia absorbida o despresa quan fermenten 800 g de glucosa. [0,5 punts]

   Dades: masses atòmiques: C = 12, O = 16, H = 1.

93. PAU 2001 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 5 (Opció A)

5. Per a la descomposició de l'òxid de plata a 298 K en plata metàl·lica i oxigen gasós,
   a) Escriviu la reacció igualada. [0,4 punts]
   b) Calculeu l'energia de Gibbs estàndard del procés i indiqueu si aquest procés és o no és espontani a la temperatura indicada. [1 punt]
   c) Calculeu la quantitat de calor intercanviada pel sistema quan es descomponen 50 g d'òxid de plata a pressió constant i indiqueu si la calor s'absorbeix o es desprèn. [0,6 punts]

   Dades: masses atòmiques: O = 16, Ag = 108.
   ΔH_f^0 (òxid de plata) = –31,1 kJ · mol^{-1}, S^0 ($Ag_{(s)}$) = 42,6 J · K^{-1}mol^{-1}.
   S^0 (òxid de plata) = 121.3 J · K^{-1}mol^{-1}, S^0 ($O_{2\,(g)}$) = 205,1 J · K^{-1}mol^{-1}.

94. PAU 2000 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 1

1. 5,0 g d'una mescla de carbonat i hidrogencarbonat de calci s'escalfen fortament fins a aconseguir la descomposició total dels esmentats compostos d'acord amb les reaccions químiques:

   a) $Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaO + 2\ CO_2 + H_2O$
   b) $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$

   Si sabem que s'alliberen 0,44 g d'aigua en forma de vapor,
   a) Indiqueu quina és la composició en % en massa de la mescla. [1 punt]
   b) Calculeu la calor que caldrà subministrar per descompondre el carbonat de calci present. [1 punt]

   Dades: Masses atòmiques: Ca = 40; C = 12; O = 16; H = 1.
   $\Delta H^0_f(CaCO_3) = -1206$ kJ · mol^{-1}; $\Delta H^0_f(CaO) = -635$ kJ · mol^{-1}; $\Delta H^0_f(CO_2) = -393$ kJ · mol^{-1}

95. PAU 2000 · Setembre · Sèrie 6 · Exercici 3

3. La variació d'entalpia de reacció estàndard corresponent a la combustió del butà és de 2.600 kJ · mol^{-1}.
   a) Formuleu l'equació termoquímica de la combustió del butà. [0,5 punts]
   b) Calculeu la calor que es desprèn en la combustió d'1 m^3 de butà mesurat en condicions estàndard i pressió constant. [0,5 punts]
   c) Quina serà la variació d'energia interna per mol de butà en condicions estàndard? [1 punt]

   Dades: R = 8,31 J · mol^{-1} · K^{-1}.

96. PAU 2000 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 1

1. a) Calculeu quin volum de diòxid de carboni, mesurat a 298 K i 1,01 x 10^5 Pa de pressió, es formarà quan es cremin 55,0 g de gas propà. [1 punt]
   b) Si en la combustió d'un mol de gas propà mesurat a 298 K i 1,01 x 10^5 Pa es desprenen 2220 kJ d'energia en forma de calor, calculeu la massa d'aigua que es pot escalfar des de la temperatura de 15 °C fins a 85 °C si es cremen 55 g de propà, suposant que tota la calor sigui aprofitable. [1 punt]

Dades: Masses atòmiques: C = 12; H = 1; O = 16. R = 8,31 J · K^{-1} · mol^{-1};
c_e (capacitat calorífica específica de l'aigua) = 4,18 kJ · kg^{-1} · K^{-1}.

97. PAU 2000 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 5 (Opció B)

5. a) Justifiqueu raonadament si els següents processos representen un augment o una disminució d'entropia del sistema:

$Ca_{(s)} + 1/2\ O_{2(g)} \rightarrow CaO_{(s)}$
$CaCO_{3(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$
$N_{2(g)} + 2\ O_{2(g)} \rightarrow 2\ NO_{2(g)}$
$H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(l)}$

[1 punt]

   b) Quina serà la massa de NO_2 que s'obtindrà en reaccionar 50 g de nitrogen amb 3 mols d'oxigen? [1 punt]

Dades: Masses atòmiques: N = 14; O = 16.

98. PAU 2000 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 1

1. El cloroetà es pot obtenir industrialment mitjançant dos processos diferents:

   a) $C_2H_{6(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow C_2H_5Cl_{(g)} + HCl_{(g)}$
   b) $C_2H_{4(g)} + HCl_{(g)} \longrightarrow C_2H_5Cl_{(g)}$

   Per a la primera reacció: ΔS^0 = + 2,09 J · mol^{-1} · K^{-1}, i per a la segona: ΔS^0 = – 128,6 J · mol^{-1} · K^{-1}.
   Si les entalpies estàndard de formació per al cloroetà, àcid clorhídric, età i etè són, respectivament:
   – 104,9 kJ · mol^{-1}, – 92,3 kJ · mol^{-1}, – 84,7 kJ · mol^{-1} i + 52,3 kJ · mol^{-1},
   a) Calculeu la variació d'entalpia per a cadascuna de les reaccions. [0,5 punts]
   b) Indiqueu, justificadament, quin dels dos processos cal esperar que sigui termodinàmicament més favorable. [1 punt]
   c) Als envasos de clor i d'età s'observen, respectivament, els pictogrames següents:



T+



F+

   Indiqueu-ne i expliqueu-ne el significat. [0,5 punts]

99. PAU 2000 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 4 (Opció A)

OPCIÓ A

4. La benzina, encara que sigui una mescla, des del punt de vista termoquímic es pot considerar semblant a l'octà pur. En condicions estàndard la calor de combustió de l'octà és 5471 kJ · mol^{-1}.
   a) Escriviu la reacció termoquímica de combustió de l'octà. [1 punt]
   b) Calculeu la calor produïda quan es crema 1,0 L de benzina (densitat 0,80 g/mL) completament i en condicions estàndard a 25 °C. [1 punt]

Dades: Masses atòmiques: C:12; H:1.