

## A) ÀCID-BASE

1. El pH del líquid estomacal humà és aproximadament 1. Això es deu al HCl secretat per milers de cèl·lules a la paret de l'estómac. La funció principal d'aquest àcid a l'estómac és suprimir el creixement de bacteris i ajudar a la digestió de certs aliments. Quan es menja massa i l'estómac es dilata, o quan s'irrita perquè l'aliment està molt condimentat, part del seu contingut àcid pot arribar a l'esòfag, la qual cosa produeix una sensació d'ardor anomenada acidesa.



a) Explica per què el bicarbonat de sodi ( $\text{NaHCO}_3$ ) i l'hidròxid d'alumini es poden utilitzar com antiàcids.

b) Algun dels antiàcids mencionats pot provocar que la persona eructi? Quina és la raó?

*Críteris de correcció*

- 0.5 punts si justifiquen que tenen caràcter bàsic
- 0.5 punts si es justifica la producció de  $\text{CO}_2$

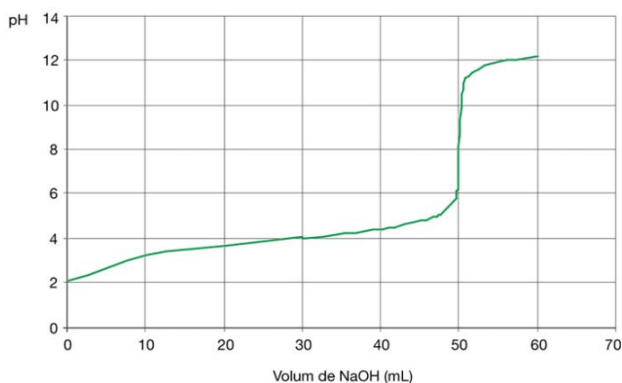
*Solució*

- El bicarbonat de sodi i hidròxid d'alumini tenen caràcter bàsic i neutralitzen l'excés d'àcid clorhídric.
- La reacció del bicarbonat de sodi amb àcid clorhídric produeix  $\text{CO}_2$  gas, que pot produir que la persona eructi.  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

2. La llet i els seus derivats es consideren aliments primordials per a la dieta humana. La llet una vegada extreta pot degradar-se per fermentació de la lactosa en àcid làctic. Un indicador de que la fermentació s'ha produït es la formació d'àcid làctic.

Es pot valorar la llet amb una dissolució d'hidròxid de sodi i com indicador fenolftaleïna al 0,1% en etanol.

Al valorar 40 ml d'una llet que sabem que està en bon estat amb hidròxid de sodi 0,12 M obtenim la següent corba:



a) Al valorar una altra llet amb el mateix procediment, trobam que en el punt d'equivalència s'han utilitzat 60 ml de valorant. Podem concloure que en aquesta segona mostra de llet és major la concentració d'àcid làctic?

b) Justifica perquè el pH és major que 7

Críteris de correcció

**0,5 punts** Si respon que és major la concentració d'àcid làctic en la segona mostra.

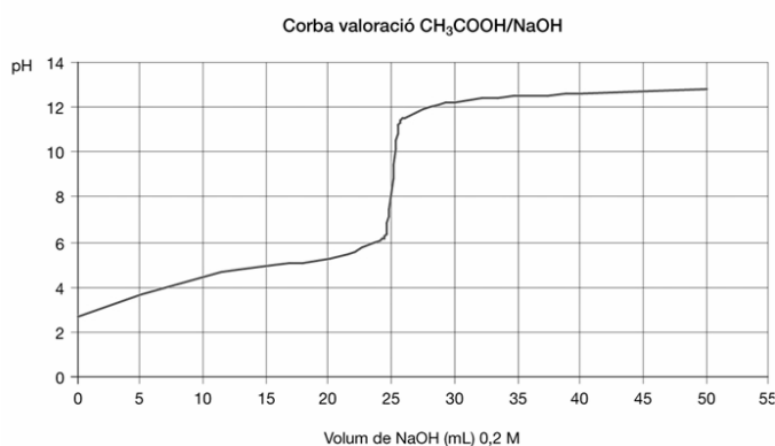
**0,5 punts** Si ho justifica

Solució

a) Si en la valoració de la segona mostra de llet es consumeixen 60 mL d'hidròxid de sodi i en la primera 50 mL (segons la figura) indica que la concentració d'àcid làctic en la segona mostra és major.

b) En els dos casos s'ha format la mateixa sal i per tant la seva hidròlisis serà bàsica o sigui major que 7 (prové d'àcid feble i base forta).

3. Per determinar l'acidesa d'un vinagre empram 50 mL d'aquest i el valorem amb una dissolució d'hidròxid de sodi 0,2 M. En representar els valors del pH en funció del volum d'hidròxid de sodi afegit obtenim la següent corba:



Justifica quin tipus de pH es troba al punt d'equivalència. Quins dels següents indicadors seria el més adient per esbrinar-ho ?

Indicador	Interval de pH
Blau de bromofenol	3,0 – 4,6
Violeta de metil	0,1 – 1,5
Blau de timol	8,0 – 9,6
Groc d'alitzarina	10,1 – 12,0

Críteris de correcció

**0,5 punt** El pH en el punt d'equivalència és bàsic.

**0,5 punt** Blau de timol

Solució

Segons la corba de valoració el pH en el punt d'equivalència és bàsic i la zona de viratge és aproximadament 8,7, per tant l'indicador adequat seria blau de timol

4. És ben conegut que l'àcid clorhídric, juntament amb altres substàncies, es troba en el suc gàstric del nostre estómac. Un excés de la secreció àcida en l'estómac provoca molèsties digestives que es poden reduir mitjançant la ingestió d'un antiàcid.

Un antiàcid comercial com Maalox® conté una mescla d'hidròxid de magnesi i hidròxid d'alumini. Explica l'activitat d'aquest producte i digues si serà més o menys efectiu que el Rennie® que conté una mescla de carbonat de calci i carbonat de magnesi en la seva composició.



*Críteris de correcció*

**0,5 punts** Si explica que està formada per substàncies bàsiques que neutralitzen l'àcid clorhídric.

**0,5 punts** Si justifica que el Maalox és millor antiàcid que el Rennie.

*Solució*

*El Maalox® està format per una mescla d'hidròxids que tenen caràcter bàsic i neutralitzen l'excés de secreció àcida, a més com està format per una mescla d'hidròxids tendrà caràcter més bàsic que el Rennie® i per tant amb una menor quantitat fa el mateix efecte.*

5. Els extractes de molts productes vegetals són emprats com indicadors àcid-base, com per exemple: els pètals de roses de diversos colors, les fulles de col llombarda, la remolatxa, les groselles negres ... Indica si les dissolucions d'aquestes substàncies seran àcids ( o bases) febles o forts. Quina característica tenen en comú aquestes dissolucions per poder ser utilitzades com a indicadors.



*Críteris de correcció*

**0,5 punts** Si indica que han de ser febles.

**0,5 punts** Si indica que presenten colors diferents per a distints valors de pH

*Solució*

*Les dissolucions d'aquestes substàncies han de ser febles ja que si anam variant el pH l'equilibri s'anirà desplaçant cap a la dreta o cap a l'esquerra i per tant com les formes àcides o bàsiques tenen diferent color ens serviran com a indicadors. ( $HIn + H_2O \leftrightarrow In^- + H_3O^+$ )*

6. L'àcid metanoic o fòrmic es troba a les formigues, com a també en les ortigues i en les picades de les abelles. D'aquí la coïssor que causen. A les farmàcies trobem molts productes per rebaixar aquesta picor que fan una olor característica.

Raona quin tipus de substàncies químiques poden tenir aquestos productes i per què.



*criteris de correcció*

**0,5 punts** Si indica que han de ser bases febles.

**0,5 punts** Si raonen que es té lloc una reacció de neutralització

*Solució*

Per neutralitzar un àcid s'ha d'utilitzar una base, per tant com aquesta base ha de ser feble principalment s'utilitza amoníac que té una olor característica.

7. Un cuiner que treballa molt sovint amb suc de llimona està pensant en canviar la seva cuina i dubte entre triar-la d'un plàstic o bé de marbre . Quin problema podria tenir si triés una de marbre?



*Criteris de correcció*

**0,5 punts** Si indica que els àcids reaccionen amb el carbonat càlcic.

**0,5 punts** Si raonen que és millor la d'un plàstic o bé anar amb molta cura amb els àcids

*Solució*

El marbre està format per carbonat càlcic i amb els àcids reacciona  $CaCO_3 + 2 HAc \rightarrow CaAc_2 + CO_2 + H_2O$ . Per tant si utilitzen una de marbre han d'anar molt alerta amb els àcids

8. El cianur de sodi és una substància sòlida que té moltes aplicacions en mineria. Però es un compost molt tòxic, que en contacte amb aigua fa una reacció d'hidròlisi on es desprèn cianur d'hidrogen, que és un gas amb olor a ametlles amargues i molt tòxic.

Fa uns anys, va haver un accident ferroviari i es va derramar gran quantitat de NaCN. Quina actuació creus que varen fer els serveis d'emergència per evitar el despreniment d'HCN, afegir àcid clorhídric o bé afegir hidròxid de sodi?



*Criteris de correcció*

**0,5 punts** Si indica que hem d'afegir hidròxid sòdic.

**0,5 punts** Si raona la resposta

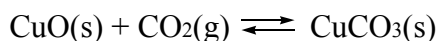
*Solució*

El cianur de sodi es dissocia  $NaCN \rightarrow Na^+ + CN^-$ , i el ió  $CN^-$  hidrolitza segons la reacció  $CN^- + H_2O \leftrightarrow HCN + OH^-$ . Per tant hem d'afegir hidròxid de sodi, ja que els ions hidròxid faran que l'equilibri es desplaci cap a l'esquerra i no es formi cianur d'hidrogen

## B) CINÈTICA I EQUILIBRI QUÍMIC

1.- El bronze és un aliatge de coure i estany. L'aire i la humitat produeixen lentament una corrosió en el coure formant una capa de carbonat de coure anomenada patina, de color verdós, que dona un aspecte característic a les monedes i a les estàtues de bronze.

El coure s'oxida en l'atmosfera a monòxid de coure i aquest passa a carbonat de coure (II) segons l'equilibri:



Per minimitzar aquest procés, seria convenient limitar l'efecte hivernacle causat pel diòxid de carboni?

*Criteris correcció*

0,5 punts: si relaciona la influència amb el principi de Le Chatelier.

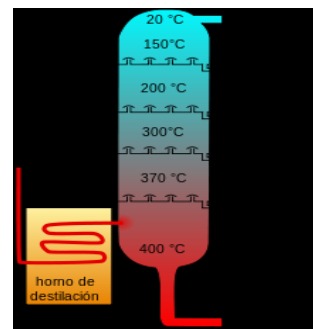
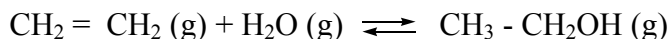
0,5 punts: Si explica la influència del diòxid de carboni en desplaçar l'equilibri cap el  $\text{CuCO}_3(\text{s})$ .

Solució:

Sí seria convenient limitar la concentració de  $\text{CO}_2$ . Aplicant el principi de Le Chatelier si disminueix la concentració de  $\text{CO}_2$ , l'equilibri evolucionarà en el sentit que afavoreix la descomposició del  $\text{CuCO}_3$ , per tal de que la concentració de  $\text{CO}_2$  augmenti.

2.- El "cracking" del petroli consisteix en la ruptura o descomposició d'hidrocarburs de cadena llarga, en compostos de menor massa molecular.

L'etilè és un compost obtingut en el craqueig i utilitzat per a la síntesi de productes orgànics. Per exemple, es pot obtenir alcohol etílic segons la reacció



Si la constant d'equilibri d'aquesta reacció val  $K_p=0,64 \text{ atm}^{-1}$  a  $120 \text{ °C}$  i sabem que el procés és exotèrmic:

- Raona si l'equilibri està desplaçat cap als reactius o al producte
- Raona dues maneres de millorar el rendiment de la reacció.

*Criteris correcció*

0,5 punts. Si explica que l'equilibri es troba més desplaçat cap als reactius ja que la  $K_p$  té un valor petit.

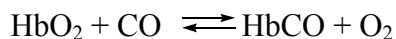
0,5 punts. Si raona, en funció del principi de Le Chatelier, dues maneres de millorar l'obtenció d'etanol.

Solució:

a) L'equilibri es troba desplaçat cap els reactius ja que la  $K_p < 1$ .

b) Augmentant la concentració (o pressió parcial) dels reactius o eliminant el producte que es va formant; augmentant la pressió del recipient; disminuint la temperatura.

3.- Quan una persona s'exposa al monòxid de carboni, l'equilibri hemoglobina-oxigen és modificat ja que el monòxid forma un enllaç més fort amb l'hemoglobina que amb l'oxigen. Per tant el següent equilibri estaria desplaçat cap els productes



Càmera hiperbàrica

La carboxihemoglobina (HbCO) no pot transportar l'oxigen als teixits i és produïda l'enverinament. En casos greus d'exposició al monòxid de carboni s'utilitza una càmera hiperbàrica, en la qual s'utilitza una pressió elevada, que suposa augmentar la pressió parcial d'oxigen

Podries explicar per què la càmera ajuda a evitar l'enverinament per monòxid de carboni?

*Críteris correcció*

0,5 punts: Si explica la necessitat de desplaçar l'equilibri cap a l'esquerra i recuperar l'oxihemoglobina

0,5 punts: Si relaciona aquest fet amb la càmera hiperbàrica, que és una càmera en que el pacient respira aire amb una alta contingut en oxigen.

*Solució:*

a) S'hauran d'afavorir les condicions que impliquin el desplaçament de l'equilibri cap a l'esquerra per a recuperar l'oxihemoglobina.

b) A una càmera hiperbàrica el pacient respira aire amb un alt contingut d'oxigen. Aplicant el principi de Le Chatelier, si augmenta la concentració d'oxigen l'equilibri es desplaça en el sentit que afavoreix la seva disminució, es a dir cap a l'esquerra augmentant la concentració d'oxihemoglobina.

4. - Les estalactites és formen al llarg de milers d'anys per precipitació dels minerals continguts en les aigües subterrànies. Quan l'aigua que porta en dissolució bicarbonat de calci (hidrogen carbonat de calci) és filtra gota a gota per el sostre de la cova, perd part de l'aigua i del diòxid de carboni i precipita carbonat de calci formant les estalactites. Escriu l'equació química que dona lloc a la formació de les estalactites d'acord amb el text i raona si serà necessari un pH àcid o bàsic per a la formació de les estalactites.

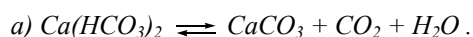


*Críteris de correcció:*

0,5 punts si escriu correctament l'equació.

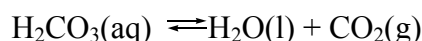
0,5 punts si raona que l'equilibri és desplaça cap a la dreta en un medi bàsic.

*Solució:*



b) *Aplicant el principi de Le Chatelier, la reacció es desplaça cap a la dreta en un medi bàsic. La disminució de la concentració de CO<sub>2</sub>, desplaçaria la reacció en el sentit de la descomposició, per tal de que augmentés la concentració de CO<sub>2</sub>. Una altra explicació és considerar que el CO<sub>2</sub> més H<sub>2</sub>O donaria H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, que és un àcid i reacciona amb bases desplaçant l'equilibri cap a la formació de carbonat.*

5. -Totes les begudes carbòniques contenen àcid carbònic dissolt en aigua en equilibri químic amb diòxid de carboni (g) segons la reacció:



- a) Explica perquè quan s'obri una botella de refresc és produeixen més bombolles de gas.  
b) Aquestes begudes solen consumir-se fredes, per tal de ser més refrescants i evitar la pèrdua de diòxid de carboni. Raona si l'anterior reacció és endotèrmica o exotèrmica.

*Criteri de correcció*

*0, 5 punts si aplica el principi de Le Chatelier per explicar la modificació que sofreix l'equilibri quan canvia la pressió.*

*0, 5 punts si aplica el Principi de Le Chatelier per explicar la modificació que sofreix l'equilibri quan canvia la temperatura, justificant l'entalpia de la reacció.*

*Solució:*

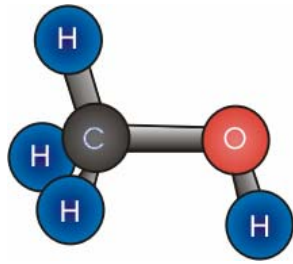
a) *Quan s'obri la botella de refresc la pressió disminueix i segons el principi de Le Chatelier l'equilibri és desplaça en el sentit de major nombre de mols de gasos, en aquest cas, l'equilibri és desplaça cap als productes i per tant és produeix més CO<sub>2</sub> gasós.*

b) *Si la reacció fos endotèrmica,  $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + Q \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$ , al disminuir la temperatura l'equilibri és desplaçaria cap al sentit en que es desprèn calor, cap a l'esquerra per tal d'oposar-se a la modificació, segons el Principi de Le Chatelier. Si per tal de no perdre el CO<sub>2</sub> les begudes es consumeixen fredes vol dir que la reacció es endotèrmica, tal i com queda justificat.*

6.- La preocupació per l'increment en l'ús de combustibles fòssils ha derivat en la recerca de possibles fonts d'energia alternatives. Una d'elles, suggerida pel professor George Olah, premi Nobel de Química, és l'ús de metanol, el qual és pot obtenir de diverses formes. Una d'elles és a partir d'una mescla de CO, CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub> utilitzant un catalitzador.

Així, el monòxid de carboni reacciona amb l'hidrogen segons el següent equilibri:





Molècula de metanol

Indica les condicions més adequades de pressió i temperatura per tal d'augmentar el rendiment de metanol.

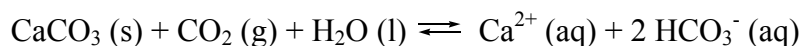
*Criteria de correcció*

0,5 punts si justifica la influència de la temperatura per tal d'augmentar el rendiment segons el Principi de Le Chatelier.  
0,5 punts si justifica la influència de la pressió per tal d'augmentar segons el Principi de Le Chatelier.

*Solució:*

- a) Segons el Principi de Le Chatelier, si la pressió augmenta el rendiment i l'equilibri és desplaça cap al sentit on és formen un menor nombre de mols gasos, i així la pressió disminueix. Per aquesta reacció el desplaçament és cap a la formació de metanol.
- b) Segons el Principi de Le Chatelier, si la temperatura disminueix l'equilibri és desplaça cap al sentit de la reacció exotèrmica, per tant cap a formació de metanol i despreniment de calor  $\text{CO(g)} + 2\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH(g)} + 91 \text{ kJ/mol}$ .

**7.-** La formació de coves a les Balears és deu a l'acció de l'aigua que va dissolent la roca calça lentament. El  $\text{CaCO}_3$  és bastant insoluble en aigua pura, però és dissol en aigua que dugui dissolt  $\text{CO}_2$ , a causa de la conversió del carbonat en bicarbonat (hidrogen carbonat), que és soluble:



Com l'aigua de pluja i dels torrents conté dissolt  $\text{CO}_2$  procedent de l'atmosfera, quant flueix per terrenys calcaris va dissolent els carbonats, donant lloc a la formació de cavernes subterrànies.

Raona si l'ús de combustibles fòssils accelera o retarda el procés de formació de coves.

*Criteria de correcció*

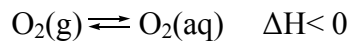
0,5 punts: Si relaciona l'ús de combustibles fòssils amb l'increment d'emissió de  $\text{CO}_2$  a l'atmosfera.  
0, 5 punts: Si explica, segons el Principi de Le Chatelier, l'efecte de l'augment de  $\text{CO}_2$ .

*Solució:*

- a) L'ús de combustibles fòssils incrementa  $\text{CO}_2$  a l'atmosfera ja que els productes de combustió són el diòxid de carboni i l'aigua.
- b) Si augmenta la quantitat de  $\text{CO}_2$  l'equilibri és desplaça, per tal de disminuir la seva concentració, cap a la formació dels productes  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{HCO}_3^-$  i el procés de formació de coves s'accelera (aplicació de la llei de Le Chatelier)



8.- L'oxigen és lleugerament soluble en aigua. El procés d'aquesta dissolució és pot representar mitjançant l'equilibri :



a) La solubilitat de l'oxigen en l'aigua és major a nivell de la mar o a una determinada altitud? Suposa que no hi ha un canvi apreciable de temperatura.

b) La solubilitat de l'oxigen dins l'aigua és major a l'estiu o a l'hivern?



*Criteris de correcció*

0,5 punts: Si relaciona la pressió atmosfèrica que és major a nivell de la mar per això serà major la solubilitat de l'oxigen.

0,5 punts: Si explica que donat que l'equilibri és exotèrmic, la solubilitat serà major a l'hivern.

*Solució:*

a) quan augmenta l'altitud disminueix la pressió de l'oxigen i, per aquest motiu i en funció del Principi de Le Chatelier, l'equilibri es desplaçarà cap a l'esquerra o sigui que la seva solubilitat serà menor.

b) Atès que el procés és exotèrmic quan disminueix la temperatura a l'hivern l'equilibri es desplaçarà cap a la dreta. Per tant, la seva solubilitat serà major.

9. L'excitabilitat neuromuscular es controlada per una sèrie d'ions les concentracions dels quals és relacionen a la constant d'equilibri ( $K_c$ ), anomenada fórmula de Gyorgyi:

$$K_c = \frac{[\text{K}^+][\text{HCO}_3^-][\text{PO}_4^{3-}]}{[\text{Ca}^{2+}][\text{Mg}^{2+}][\text{H}^+]}$$

L'augment de valor de les concentracions de  $[\text{K}^+][\text{HCO}_3^-][\text{PO}_4^{3-}]$  implica hiperexcitabilitat neuromuscular (contraccions musculars doloroses), mentre que la disminució del valor de les concentracions d'aquests ions alleugereixen el trastorn.

Seria adequada una teràpia consistent en augmentar les concentracions d'ió calci o magnesi per a tractar les contraccions doloroses?

*Criteris de correcció*

0,5 punts: si relaciona correctament, a partir del Principi de Le Chatelier, les concentracions del numerador i del denominador.

0,5 punts: si raona correctament que la teràpia adequada seria disminuir la concentració del cations calci o magnesi.

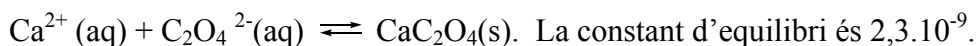
*Solució:*

Un augment de les concentracions dels cations calci o magnesi augmentarà el valor de les concentracions dels anions (numerador) i per tant no serà adequada la teràpia. La solució és a l'inrevés, disminuir el valor de les concentracions dels cations,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  i  $\text{H}^+$ .

**10.-** L'etilenglicol (1,2-etanodiol) s'usa com anticongelant per a vehicles.

Si una persona ingereix etilenglicol el seu cos el metabolitza produint àcid oxàlic (àcid etanodiòic), que reacciona amb els ions calci en els ronyons formant cristalls d'oxalat de calci.

L'equació d'equilibri d'aquesta reacció és:



El tractament per enverinament amb etilenglicol consisteix en administrar quantitats relativament grans d'etanol. La justificació d'aquest procediment és que l'etanol s'oxida més fàcilment que l'etilenglicol.



a) Quina conseqüència té per a l'equilibri l'administració d'etanol?

b) Com se podria desplaçar l'equilibri en el sentit de la dissolució de l'oxalat de calci?

*Críteris de correcció:*

*0,5 punts: si raona correctament l'aparat a*

*0,5 punt: si raona correctament l'aparat b*

*Solució:*

*a) L'administració d'etanol fa que no es formi àcid oxàlic i, d'aquesta forma, no s'assoleix el producte de solubilitat. No precipita oxalat de calci.*

*b) Administrar alguna substància que reaccioni amb el ió calci o amb el ió oxalat donant un producte soluble, i retirant-lo de la dissolució, impeding d'aquesta forma la precipitació de la sal.*

**11.-** Claude Louis Berthollet servia com a conseller científic de Napoleó. En l'expedició d'Egipte en 1799, observà que se dipositava carbonat sòdic al llarg de les costes dels llacs salats.

La reacció:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl}$  quan se realitza en el laboratori termina quan precipita  $\text{CaCO}_3$ .

Berthollet s'adonà que el gran excés de clorur de sodi present en la salmorra

era la causa de la formació del carbonat de sodi.



Perquè se formava el carbonat sòdic?

*Críteris de correcció:*

*0,5 punts Si explica que l'equilibri se desplaça d'acord amb el Principi de Le Chatelier.*

*0,5 punts si explica que l'elevada presència de NaCl en l'aigua salada desplaça l'equilibri cap a l'esquerra.*

*Solució:*

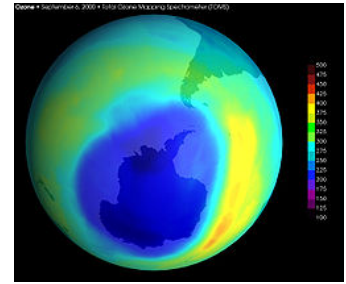
*Una elevada concentració de NaCl pot desplaçar l'equilibri cap a l'esquerra produint la formació de carbonat de sodi.*

12.- Segons estudis recents, en algunes parts del món la capa d'ozó ha augmentat lleugerament en els darrers anys, malgrat encara està molt per sota dels nivells normals.

Els resultats s'obtenen 18 anys després de què un acord internacional, el Protocol de Montreal, establí limitar la producció d'agents químics que s'havia determinat eren perjudicials per a la capa d'ozó.

a) Escriu la reacció d'equilibri de formació de l'ozó a partir de l'oxigen. Si la reacció de formació és un procés endotèrmic, com afectarà un augment de la temperatura?

b) Com actua l'ozó de l'estratosfera respecte als éssers vius? Quines són les principals substàncies responsables de la destrucció de la capa d'ozó?



*Criteris de correcció:*

*0,5 punts: si contesta correctament l'aparat a*

*0,5 punt: si contesta correctament l'aparat b*

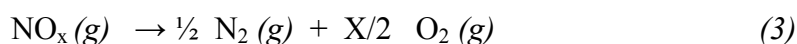
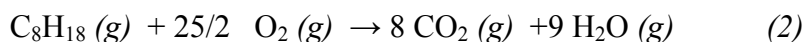
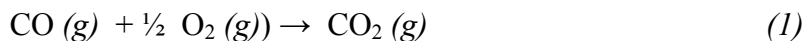
*Solució:*

*a) La reacció és:  $3 O_2 \rightleftharpoons 2 O_3$  i, en funció del Principi de Le Chatelier; augmentarà la formació d'ozó quan s'augmenti la temperatura.*

*b) L'ozó estratosfèric ens protegeix de les radiacions UV procedents del Sol, ja que les absorbeix, i alguns dels principals responsables de la seva destrucció són els CFC.*

## C) REDOX

1. Els convertidors catalítics dels automòbils catalitzen la combustió dels gasos d'escapament, transformant el monòxid de carboni i els hidrocarburs residuals en  $\text{CO}_2$  i els òxids de nitrogen en  $\text{N}_2$ .



L'elecció del catalitzador és delicada perquè s'ha d'impedir que la reducció dels òxids de nitrogen progressi més enllà de l' $\text{N}_2$  i arribi a amoníac,  $\text{NH}_3$ , igualment contaminant. També s'ha d'evitar l'oxidació d' $\text{SO}_2$  fins  $\text{SO}_3$  que, amb el vapor d'aigua, produiria àcid sulfúric.

Indicar raonadament l'agent oxidant i l'agent reductor a les reaccions (1) i (3)

*Criteris de correcció:*

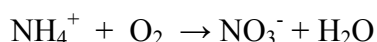
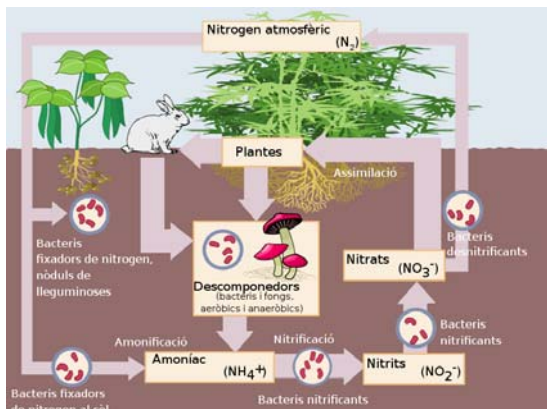
*0,5 punts per a cada reacció.*

*Solució.*

*A la reacció (1) l'agent oxidant és l'oxigen molecular ( $\text{O}_2$ ) i l'agent reductor el CO. L'oxigen oxida al CO, passa de nombre d'oxidació "0" a -2, guanya electrons, es redueix. El carboni passa de +2 a +4, perd electrons, s'oxida.*

*A la reacció (3) l'òxid de nitrogen és a la vegada l'agent oxidant i l'agent reductor al transformar-se en nitrogen molecular i oxigen molecular. El nitrogen s'ha reduït, ha passat de nombre d'oxidació positiu a "0", ha guanyat electrons. L'oxigen s'ha oxidat, ha passat de -2 a "0", ha perdut electrons.*

2. Les plantes absorbeixen el nitrogen per les arrels, preferentment com a ió  $\text{NO}_3^-$  i en menor grau com a ió  $\text{NH}_4^+$ . La nitrificació és una etapa important en el cicle del nitrogen. És el procés mitjançant el qual l'ió  $\text{NH}_4^+$  es transforma en l'ió  $\text{NO}_3^-$ . Els nitrosomas i els nitrobàcter són bacteris que realitzen aquest procés que requereix que el sòl estigui airejat, segons la reacció:



a) Raona si el pas de  $\text{NH}_4^+$  a  $\text{NO}_3^-$  és una oxidació o reducció.

b) Per què aquest procés necessita que el sòl estigui airejat?

*Criteris de correcció:*

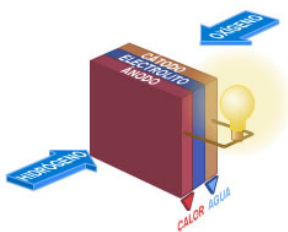
*0, 5 punts per cada apartat.*

*Solució*

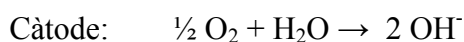
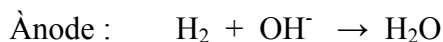
*a) En el catió amoni, el nitrogen té nombre d'oxidació (-3) i a l'anió nitrat, (+5), ha perdut 8 electrons, s'ha oxidat. El pas d'amoni a nitrat és per tant una oxidació.*

*b) Sempre que hi ha una oxidació, hi ha un agent oxidant. En aquest cas i segons indica l'equació redox, l'amoni reacciona amb l'oxigen (l'agent oxidant). L'aire conté oxigen que és el que reacciona amb l'ió amoni. El procés necessita estar airejat.*

3. Les piles de combustió, utilitzades als satèl·lits artificials, aprofiten fins a un 80 % de l'energia química dels combustibles. Una de les primeres construïdes va ser la que està basada en la combustió de l'hidrogen. Si s'empra una solució concentrada de KOH per fer d'electròlit, s'anomena pila de combustió alcalina.



Les semireaccions són:



a) Raona quina és la reacció d'oxidació i quina la de reducció

b) Dedueix l'equació global igualada.

*Criteris de correcció:*  
0,5 p a cada apartat

*Solució*

- a) *Ànode:*  $\text{H}_2 + 2 \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + 2 e^-$  *Oxidació*  
*Càtode:*  $\frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2 e^- \rightarrow 2 \text{OH}^-$  *Reducció*
- b) *Reacció global:*  $\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

4. El peròxid d'hidrogen és utilitzat en treballs de restauració d'obres d'art. En moltes pintures antigues, els pigments blancs es descoloreixen per la formació del sulfur de plom (II), que té un particular color negre.



El peròxid d'hidrogen, reacciona amb el sulfur de plom (II) de manera que el pot convertir a sulfat de plom (II) (color blanc).

- a) Escriu la reacció química del procés.
- b) Justifica si es tracta d'un procés redox.

*Criteris de correcció:*  
0'5 punts. Si escriu l'equació química del procés.  
0,5 punts si justifica els canvis dels nombres d'oxidació.-

*Solució.*

- a)  $\text{PbS} (s) + 4 \text{H}_2\text{O}_2 (aq) \rightarrow \text{PbSO}_4 (s) + 4 \text{H}_2\text{O} (l)$
- b) *El sofre s'oxida de -2 a +6 i l'oxigen es redueix de -1 a -2*

5. Una manera de prevenir la corrosió del ferro és recobrir el metall amb una capa protectora de pintura. El ferro també es pot protegir mitjançant un recobriment de zinc (ferro galvanitzat) El zinc també s'oxida, però la fina capa d'òxid que es forma impedeix que l'oxidació progressi. Sabries explicar aquest fet?



Críteris de correcció:

0,5 punts si justifica raonadament que el zinc és més reductor que el ferro i, per tant, el Zn s'oxida preferentment.  
0,5 punts si explica que la capa d'òxid de zinc evita que el procés de corrosió continuï.

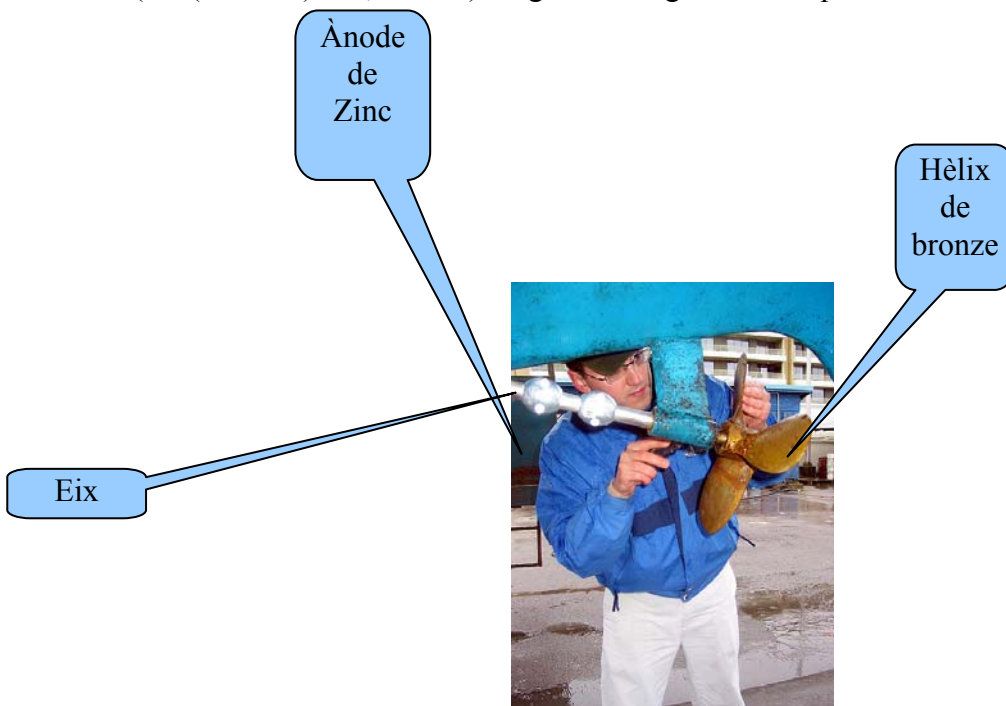
Solució

El zinc és més reductor que el ferro, ja que té el potencial més negatiu i per tant s'oxida més aviat. Per altra part l'òxid de zinc forma una capa homogènia que, si es trenqués, donaria lloc a una pila en la qual el ferro actuaria com a càtode i no s'oxidaria, motiu pel qual el procés de corrosió no avançaria.

6. Una peça especialment sensible a la corrosió en els vaixells és el conjunt de l'eix i l'hèlix que es troben immerses dins de l'aigua. L'eix és fabricat d'acer (aliatge de ferro i carboni) i l'hèlix de bronze (aliatge de coure i estany). Considerau els següents potencials de reducció estàndard (en V):  $E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34\text{V}$ ,  $E^0(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44\text{V}$ ,  $E^0(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0,14\text{V}$ .

a) Raonau si es produeix una degradació de l'eix o de l'hèlix.

b) Per tal de protegir de la corrosió, a l'eix s'enganxen unes peces de zinc, anomenades "ànodes de sacrifici" ( $E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,7618\text{V}$ ) -vegeu la fotografia-. De quina forma actuen?



Críteris de correcció:

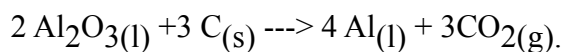
0,5 punts per a cada apartat.

Solució

a) S'oxidarà abans l'acer perquè el potencial de reducció del ferro és més negatiu.

b) En la línia de a), cercar el potencial de les parells  $\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}/\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$ ,  $\text{Fe}/\text{Fe}^{3+}/\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  i  $\text{Sn}/\text{Sn}^{2+}/\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  i veure que el sentit espontani es troba per al paper del zinc com a reductor.

7. L'alumini és el metall més abundant de l'escorça terrestre (8,1%) i no va ser aïllat fins l'any 1827 per Wohler. Aquest procés era molt difícil, la qual cosa el convertia en un material per a articles de luxe. Actualment el preu és més baix i el procés consisteix en l'electròlisi de l'alúmina fosa en presència de carboni segons la reacció global:



a) Raona quin és l'ànode i el càtode.

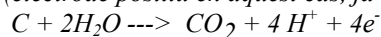
b) Si es requereix un procés electrolític per obtenir alumini, què podeu dir de l'espontaneïtat d'aquest procés?

*Criteris de correcció:*

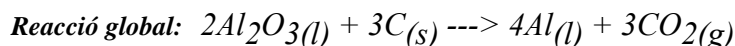
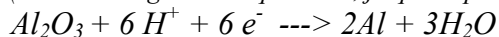
*0,5 punts per a cada apartat.*

*Solució*

a) **Anode:** (elèctrode positiu en aquest cas, ja que el procés és electrolític)

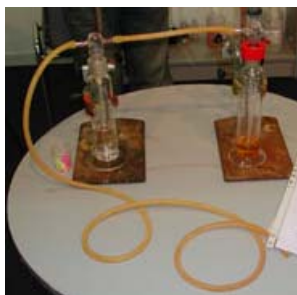


**Càtode:** (elèctrode negatiu en aquest cas, ja que el procés és electrolític)



b) Atès que el procés és electrolític, es tracta d'un procés no espontani.

8. Els primers alcoholímetres utilitzats per a la detecció d'alcohol etílic en l'alè dels conductors es basaven en reaccions d'oxidació-reducció. S'utilitzava una dissolució àcida de dicromat potàssic com a indicador. El pas de l'etanol a àcid etanòic, segons la següent reacció:



ve acompanyat del canvi del dicromat (de color taronja) a  $Cr^{3+}$  (de color verd intens).

a) Justifica quina és l'espècie que s'oxida i quina se redueix

b) Per quina raó s'afirma en el text que el dicromat de potassi actua com a indicador?

*Criteris de correcció:*

*0,5 punts per a cada apartat*

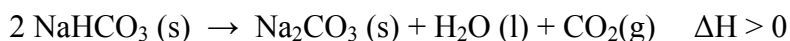
*Solució*

*L'oxidant és el dicromat, per tant ell es redueix i el reductor serà l'etanol i per tant s'oxida*

*Per què presenta un color diferent en la seva forma oxidada i en la seva forma reduïda.*

## D) TERMOQUIMICA

1. Hi ha cuiners que acostumen a tenir a mà bicarbonat de sodi (hidrogencarbonat de sodi) per a quan se'ls crema l'oli. Quan tiren aquesta substància sobre el foc, sufoca les flames i, a més, es descompon i dóna diòxid de carboni, que també contribueix a apagar-les. L'equació de descomposició del bicarbonat de sodi és:



Podries explicar les dues causes per les quals el bicarbonat de sodi serveix per sufocar les flames?

*Criteris de correcció:*

*0,5 punts si raona que la descomposició del bicarbonat és un procés endotèrmic*

*0,5 punts si raona que el diòxid de carboni impedeix la reacció de combustió*

*Solució*

Com que la descomposició del bicarbonat és un procés endotèrmic, absorbeix calor i per tant refreda l'oli. A més, el diòxid de carboni desplaça l'oxigen i també impedeix la combustió de l'oli.

2. A les centrals tèrmiques es fa servir carbó, derivats del petroli o gas natural.

Comparem la producció d'energia a partir de 2 combustibles diferents: el carboni (component fonamental del carbó), i el metà (component fonamental del gas natural).

A partir de les dades de l'entalpia de combustió de cadascun d'aquests compostos, raona quin és el combustible, per unitat de massa, que resulta més eficient des del punt de vista energètic i quin, el que té menors conseqüències en l'efecte hivernacle.

$\Delta H^0_{\text{combustió}} (\text{carboni}) = -393,51 \text{ kJ/mol}$

$\Delta H^0_{\text{combustió}} (\text{metà}) = -890,36 \text{ kJ/mol}$



*Criteris de correcció:*

*0,5 punts si justifica el més eficient segons l'entalpia per cada g de combustible*

*0,5 punts si justifica el combustible de menors conseqüències en l'efecte hivernacle per la quantitat de diòxid de carboni format per cada g de combustible*



### Solució

Es calcula la quantitat de calor que es desprèn i els mols de  $\text{CO}_2$  que es produeixen per cada gram de Combustible:

Per 1 g de C es desprenen 32,79 kJ i es formen 0,083 mols de  $\text{CO}_2$

Per 1 g de  $\text{CH}_4$  es desprenen 55,64 kJ i es formen 0,0625 mols de  $\text{CO}_2$

Per tant el metà és més eficient i contribueix menys a l'efecte hivernacle.

3. Al mercat podem trobar envasos de begudes (cafè, xocolata, té, etc) que s'autoescalfen, i d'igual manera, algunes que s'autorefreden. L'envàs d'aquestes begudes consta de dos dipòsits separats: en un, va envasada la beguda que hem de consumir, i a l'altre va la substància química amb una petita quantitat d'aigua, separades aquestes per una membrana.



L'envàs porta un botó que al pressionar-lo trenca la membrana i permet que l'aigua entri en contacte amb la substància química.

Algunes de les substàncies que s'utilitzen són el clorur de calci i el nitrat d'amoni. Raona, a partir de les dades, quina substància s'utilitza en els envasos autoescalfables i quina en els autorefredables.

Dades.  $\Delta H^0_{\text{dissolució}}(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 26,4 \text{ kJ/mol}$   
 $\Delta H^0_{\text{dissolució}}(\text{CaCl}_2) = -77 \text{ kJ/mol}$

### Críteris de correcció:

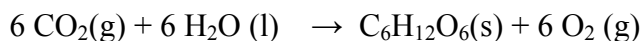
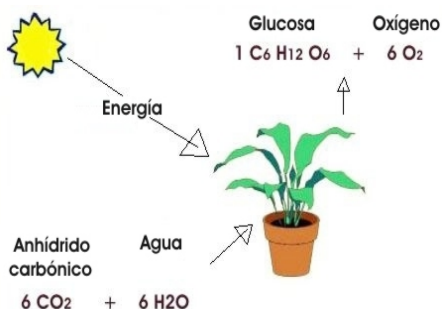
0,5 punts si relaciona les reaccions endotèrmiques i exotèrmiques amb el canvi de temperatura dels voltants  
0,5 punts si justifica quin compost baixarà la temperatura de l'entorn i quin l'augmentarà

### Solució:

La dissolució del nitrat amònic és un procés endotèrmic, ( $\Delta H^0 > 0$ ). Quan té lloc un procés endotèrmic, aquest absorbeix calor de l'entorn i per tant el refreda, disminueix la temperatura de la beguda. El nitrat amònic serà una substància emprada en els envasos que s'autorefreden.

La dissolució del clorur de calci, és un procés exotèrmic, ( $\Delta H^0 < 0$ ). Quan té lloc un procés exotèrmic, aquest dona calor a l'entorn i per tant l'encalenteix, augmenta la temperatura de la beguda. El clorur de calci serà una substància emprada en els envasos que s'autoescalfen.

4. La fotosíntesi és un procés bàsic per a la vida clarament no espontani, i que té lloc gràcies a l'absorció de l'energia lluminosa del Sol. Mitjançant aquests procés les plantes sintetitzen matèria orgànica (que podem representar com a glucosa  $C_6H_{12}O_6$ ) a partir del compostos inorgànics  $CO_2$  i  $H_2O$  segons la reacció:



Sabent que el signe de la variació d'entropia és negativa, explica el perquè és un procés no espontani.

*Criteris de correcció:*

0,5 punts si raona que el procés és endotèrmic.  
0,5 punt si explica correctament els signes de  $\Delta H$ , i  $\Delta G$ .

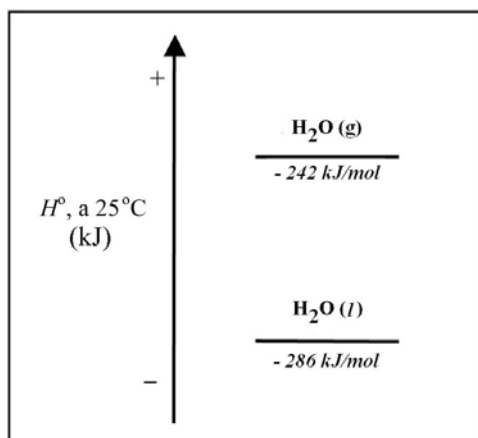
*Solució:*

A l'enunciat s'indica que té lloc l'absorció d'energia lluminosa, el que indica que és una reacció endotèrmica. La variació d'entalpia és positiva, ( $\Delta H > 0$ ).

Aplicant l'expressió  $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$  substituint  $\Delta H > 0$ ,  $\Delta S < 0$  resulta  $\Delta G > 0$

La variació de l'energia lliure de Gibbs és positiva, el que confirma la no espontaneïtat del procés.

5. A partir de la figura, contesta raonadament



- Justifica quin signe tindran la variació d'entalpia estàndard ( $\Delta H^\circ$ ) i la variació d'entropia estàndard ( $\Delta S^\circ$ ) del procés de vaporització de l'aigua líquida.
- Raona si es pot produir espontàniament el procés a temperatura ambient.

*Criteris de correcció:*

0,5 punts per cada apartat.

*Solució:*

a) La variació d'entalpia estàndard ( $\Delta H^\circ$ ) del procés serà positiva. El seu valor es pot obtenir de la diferència entre els valors de les entalpies corresponents

$$\Delta H^\circ = \Delta H_p^\circ - \Delta H_r^\circ = -242 - (-286) = 44 \text{ kJ/mol}$$

La variació d'entropia estàndard ( $\Delta S^\circ$ ) del procés de vaporització de l'aigua líquida serà positiva a causa del augment del grau de desordre microscòpic. Els gasos tenen més entropia que els líquids.

b) Aplicant l'expressió  $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$

La variació de l'energia lliure de Gibbs serà negativa i per tant el procés serà espontani si el valor absolut del producte  $T \Delta S^\circ$  és major que el valor de la variació d'entalpia,  $\Delta H^\circ$ .

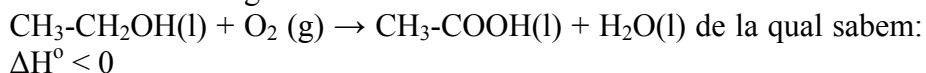
A major temperatura major possibilitat d'espontaneïtat, al augmentar el valor de  $T \Delta S^\circ$

6. El vinagre és una solució diluïda d'àcid acètic. Un procediment per a la seva obtenció consisteix en deixar vi en contacte amb l'aire. El vi es una dissolució d'alcohol etílic (i altres soluts) en aigua.



En el procés intervenen bacteris, fonamentalment del gènere, "acetobacter", les quals duen a terme l'oxidació de l'etanol a àcid acètic.

La reacció es la següent:



Justifica la possible espontaneïtat d'aquesta reacció en condicions estàndard

*Criteri de correcció:*

*0,5 punts si justifica que l'entropia és negativa.*

*0,5 punts si raona que la reacció es espontània a causa del valor negatiu de  $\Delta G^\circ$ .*

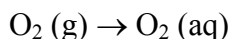
*Solució:*

*La reacció és exotèrmica. La variació d'entalpia és negativa, ( $\Delta H < 0$ ).*

*La variació d'entropia és negativa ( $\Delta S^\circ < 0$ ). Augmenta el grau d'ordre microscòpic (hi ha menys mols de gas en els productes)*

*Aplicant l'expressió  $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$  i substituint els signes de  $\Delta H$  i  $\Delta S$ , la variació de l'energia lliure de Gibbs serà negativa, a temperatures suficientment baixes.*

7. Les truites i els salmons necessiten una concentració molt gran d'oxigen dissolt en aigua per viure. Això fa que només puguin viure en aigües molt fredes. Explica aquest fet des d'un punt de vista termodinàmic tenint en compte que el procés de dissolució d'oxigen en aigua és exotèrmic



*Criteri de correcció:*

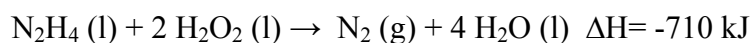
*0,5 punts si raona que  $\Delta S < 0$*

*0,5 punts si raona que la reacció és espontània a temperatures baixes a causa del valor negatiu de  $\Delta G$ .*

*Solució:*

*$\Delta S^\circ < 0$ , augmenta l'ordre (hi ha menys mols de gas en els productes).  $\Delta G = \Delta H - T \Delta S < 0$  a baixes temperatures. Veure raonament exercici 6.*

8. La hidrazina és un combustible tòxic utilitzat per alguns avions i coets. Si s'utilitza el peròxid d'hidrogen com a comburent la reacció que es produeix és:



- Justifica quin signe té la variació d'entropia d'aquesta reacció.
- Justifica si la reacció serà o no espontània.

*Críteris de correcció:*

*0,5 punts si justifica raonadament el signe de la variació d'entropia.*

*0,5 punts si justifica raonadament si la reacció és o no espontània*

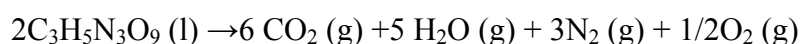
*Solució:*

*$\Delta S > 0$ , augmenta el desordre (hi ha més mols de gas en els productes).  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$  sempre espontània*

9. -La **nitroglicerina**, 1,2,3-trinitroxipropà, va ser descoberta al 1846 pel químic italià Ascanio Sobrero. És un compost orgànic que s'obté mesclant àcid nítric concentrat, àcid sulfúric i glicerina. El resultat és un producte líquid a temperatura ambient, altament explosiu i molt sensible a qualsevol moviment bruscat. El químic Alfred Nobel, al 1867, va solucionar aquest problema absorbint nitroglicerina sobre un suport porós. Havia nascut la dinamita.



Sabent que el procés d'explosió de la nitroglicerina segueix l'equació següent:



- Justifica el signe de la variació d'entropia
- Tindrà cap relació la magnitud de l'explosió amb la variació de l'entropia de la reacció? Raona la resposta

*Críteris de correcció:*

*0,5 punts si justifiques el signe de la variació d'entropia*

*0,5 punts si justifica que  $\Delta S_{\text{reacció}} > 0$ , ja que tots els productes de la reacció són gasosos i produiran una gran ona explosiva.*

*Solució*

- El nombre de mols de gas als productes és major que en els reactius per tant el desordre augmenta i la variació d'entropia també.
- A l'explosió de la nitroglicerina es produeix un gran augment de l'entropia ja que passem de 4 mol de reactiu en estat líquid a 29 mols de productes en estat gasós. El ràpid alliberament d'aquests gasos origina una ona expansiva de gran energia.