

EXEMPLES DE PREGUNTES COMPETENCIAIS

SEMINARI DE QUÍMICA

MAIG-2019

Aquest document ha estat elaborat pel Seminari de química per a l'accés a la Universitat format per Tomàs Balaguer del Col·legi La Salle; Maria Carrasco de l'IES Josep M^a Llompart; Francesca Comas del Col·legi Santa Mònica; Mercedes Dopico del Col·legi Montision; Francina Flexas de l'IES Josep M^a Llompart; Enrique Gómez de l'IES Bendinat; Pau Maura del Col·legi Beat Ramon Llull; Miquel Palou de l'IES Son Rullan; Rafel Perelló de l'IES Marratxí; Ana Robles de l'IES Xarc; Antoni Salvà de l'IES Binissalem; Fran Sánchez de l'IES Sa Colomina i Joan Jaume Simó de l'IES Manacor. Coordinat per Agustí Vergés i Emma Sánchez Clark de l'IES Porto Cristo.

Índex

1. ENLLAÇ QUÍMIC.....	3
2. QUÍMICA ORGÀNICA.....	7
3. TERMOQUÍMICA.....	11
4. CINÈTICA QUÍMICA.....	15
5. EQUILIBRI QUÍMIC.....	20
6. ÀCID-BASE.....	24
7. REDOX.....	28

1. ENLLAÇ QUÍMIC

1. A la cuina estam envoltats d'elements químics que s'uneixen per diferents enllaços químics per arribar a ser el més estables possibles i aquestes unions ens donen composts estables i essencials per a la nostra vida. Quines són aquestes unions i per què es regeixen?



Un dels composts utilitzats a la cuina és el vinagre, que utilitzam a les ensalades. És una mescla d'aigua, àcid acètic ($\text{CH}_3\text{-COOH}$) i altres substàncies. Raona perquè l'àcid acètic és soluble en aigua i en canvi l'acetat de metil (HCOO-CH_3) no és soluble en aigua.

Criteris de correcció:

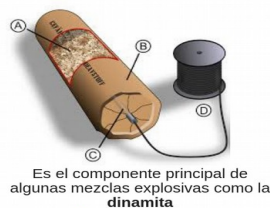
0,5 punts si anomena els tipus d'enllaços i la regla de l'octet

0,5 punts si ho justifica amb la distinta polaritat de les dues substàncies

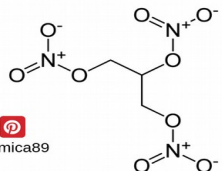
Solució:

Els tipus d'enllaços químics són: iònic, covalent i metàl·lic. Es regeixen per la regla de l'Octet (tenir vuit electrons a la darrera capa cedint, guanyant o compartint electrons entre dos àtoms o entre diferents àtoms). L'àcid acètic és soluble en aigua perquè és una substància polar; en canvi l'acetat de metil és apolar i per tant insoluble en dissolvents polars com l'aigua.

2. Una explosió és una reacció molt ràpida en la qual s'allibera un gran volum de gasos que en expandir-se provoquen un increment ràpid de la pressió amb un alliberament violent d'energia. La nitroglicerina és un explosiu molt inestable, Alfred Nobel va crear la dinamita quan va absorbir la nitroglicerina en una matèria porosa i inert. La reacció de descomposició és:



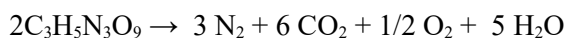
Nitroglicerina
1,2,3-trinitroxipropano
También se conoce como trinitroglicerina (TNG) o trinitrato de glicerilo (GTN)



@profequimica89



En medicina, la nitroglicerina se usa como **vasodilatador**



a) Indica el nom de les substàncies químiques que es formen.

b) Justifica, des del punt de vista energètic, per què la nitroglicerina és explosiva.

Criteris de correcció:

a) 0,5 punts si escriu els noms dels gasos.

b) 0,5 punts si explica que es desprèn molta energia ja que es formen molts d'enllaços estables respecte dels que es rompen i aquesta energia calorífica fa que els gasos s'expandeixin molt ràpidament.

Solució:

a) Diòxid de carboni, dinitrogen, oxigen i aigua.

b) Enllaços romputs (absorció d'energia) $3(\text{N=O})$, $6(\text{N-O})$, $3(\text{C-O})$, $2(\text{C-C})$

Enllaços formats (despreniment d'energia) $3(\text{N}\equiv\text{N})$, $12(\text{C=O})$, $1/2(\text{O=O})$, $10(\text{H-O})$

Els nombre d'enllaços formats és molt superior als enllaços romputs, per tant es desprèn molta energia.

3. El carboni està present a la natura en diferents formes al·lotròpiques, entre les que destaquen el grafit i el diamant. El grafit és la forma més estable del carboni en condicions estàndard i el diamant és la segona forma més estable de carboni després del grafit. Aquestes dues substàncies tenen moltes aplicacions a la vida quotidiana.



a) Quina hibridació presenten els àtoms de carboni que formen part del grafit? I del diamant?

b) Si haguessis de construir un elèctrode quina de les dues substàncies escolliries? I una broca? Contesta de manera raonada.

Criteris de correcció:

- a) 0,5 punts si indica la hibridació de cada forma al·lotròpica
b) 0,5 punts si justifica quina substància emprarien en cada cas.

Solució

a) Els àtoms de carboni que formen part del grafit presenten una hibridació sp^2 , mentre que els àtoms de carboni que formen part del diamant presenten una hibridació sp^3 .

b) Per construir un elèctrode cal que el material sigui conductor de l'electricitat per tant escolliríem el grafit, ja que la seva estructura al tenir electrons deslocalitzats permet el pas de l'electricitat. En canvi, amb el diamant no es podria construir ja que no és conductor de l'electricitat.

Per construir una broca cal utilitzar un material dur i en aquest cas l'escollit seria el diamant ja que la seva estructura li dona aquest propietat. Amb el grafit no seria possible perquè és molt tou.

4. Passejant per ses nostres illes podem trobar forns de calç, que es feien servir per obtenir òxid de calci, i a prop de la mar, salines, que es feien servir per obtenir clorur de sodi. Ambdues substàncies són sòlids blancs d'aspecte similar. Basant-te en els teus coneixements d'enllaç químic, series capaç de predir quina de les dues substàncies es fondrà a temperatura més baixa?



Criteris de correcció:

- 0,5 punts si justifica que són compostos iònics amb temperatura de fusió elevada.
0,5 punts si justifica que l'òxid de calci té major energia reticular.

Solució:

Ambdós compostos són iònics, formats per la combinació d'un metall amb un no metall.

Per als compostos iònics, a major energia reticular més estable és el compost i per tant, presenta major temperatura de fusió. L'energia reticular augmenta amb les càrregues dels ions i disminueix amb els radis d'aquests. Els ions de l'òxid de calci presenten càrregues $+2$ i -2 mentre que les càrregues dels ions del clorur de sodi són $+1$ i -1 . Aleshores el clorur de sodi presenta una temperatura de fusió més baixa.

5. El gas refrigerant Freó-11 (triclorofluorometà) es va emprar com a propel·lent d'aerosols fa un temps. Des de l'entrada en vigor del protocol de Montreal (acord internacional que té com objectiu protegir la capa d'ozó mitjançant la reducció de la producció i el consum de substàncies que reaccionen amb l'ozó) a l'any 1989, aquest compost ja no s'utilitza per la seva contribució a la destrucció de la capa d'ozó.



a) Escribe la fórmula del compost i indica si els enllaços que forma són polars.

b) Raona si la molècula és polar o apolar.

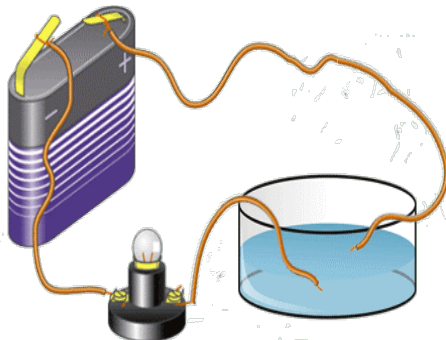
Criteris de correcció:

- a) 0,5 punts si escriu bé la fórmula i indica que els enllaços són polars
- b) 0,5 punts si justifica que la molècula és polar.

Solució:

- a) CCl_3F . Els enllaços que forma són polars ja que el carboni, que és l'àtom central, presenta una electronegativitat molt diferent al fluor o clor.
- b) Es tracta d'una molècula amb geometria tetraèdrica. Com que hi ha un enllaç (C-F) amb moment dipolar diferent, hi ha un moment dipolar resultant i la molècula és polar.

6. Es sap que l'aigua pura pràcticament no condueix l'electricitat, però quan hi afegim un solut ens podem trobar amb dues situacions: que la dissolució resultant sigui conductora, la qual cosa indica que existeixen ions en dissolució; o bé, que segueixi sense conduir, la qual cosa indica que no hi ha ions en dissolució. Amb aquesta informació:



- a) Indica si s'encén la bombeta en el muntatge que es mostra a continuació quan dissolem un dels soluts següents: NaCl, HCl i glucosa.
- b) Indica en els casos que creguis que s'encén la bombeta, cap on es desplacen els ions en dissolució.

Criteris de correcció:

- 0,5 punts si indica que les dissolucions de NaCl i HCl seran conductores i la de glucosa no.
- 0,5 punts si indica correctament cap on es dirigeixen els ions dels electrolits.

Solucions:

Les dissolucions de NaCl i HCl seran conductores per tractar-se d'electròlits i la de glucosa en canvi no conduirà per tractar-se d'un compost molecular.

Els cations Na^+ , i H_3O^+ es desplaçaran cap al pol negatiu de la pila i en canvi el Cl^- ho farà cap al pol positiu de la mateixa.

7. Els gerros són objectes comuns presents en la decoració dels ambients d'una casa. Poden estar fets de diversos materials: vidre, guix, fang, metall, porcellana, etc. Considera que en una casa hi ha dos gerros idèntics, un de plata i un altre de guix (sulfat de calci), i que els dos cauen d'una estanteria. Quan el gerro de guix cau al terra es romp en trossos mentre que el gerro de plata només es deforma? Raona el motiu d'aquesta diferència de comportament.



Criteris de correcció:

- 0,5 punts si indica que el guix és un compost iònic i per tant trencadís o fràgil, mentre que la plata és un compost metàl·lic i per tant mal·leable.
- 0,5 punts si raona les anterior propietats d'acord amb les seves estructures cristal·lines.

Solucions:

El guix és sulfat de calci, un compost iònic que forma una xarxa cristal·lina on un ió s'envolta d'ions de càrrega oposada; aquests composts són fràgils, es trenquen quan s'exerceix una força moderada, perquè l'aplicació d'aquesta força produeix un desplaçament d'una capa d'ions, amb la qual cosa els ions del mateix signe s'acosten i originen repulsions que provoquen la ruptura del cristall. En canvi, la plata és un compost metàl·lic i per tant mal·leable; aquest tipus de composts formen una xarxa cristal·lina d'ions positius banyats en un núvol mòbil d'electrons; el desplaçament dels ions positius que es produeix quan s'aplica una força no produeix grans repulsions ja que el núvol d'electrons minimitza aquestes repulsions; això fa que l'enllaç no es trenqui.

8. La neteja en sec és un sistema de neteja de peces de roba utilitzat típicament a una tintoreria. Aquestes peces de roba no poden ser submergides en aigua ja que es deterioren, es deformen, encongeixen o s'altera el color. Malgrat la seva denominació, la neteja en sec, no és un sistema sec o per aire, sinó amb líquids (anomenats solvents) que no contenen aigua i no penetren dins les fibres de les teles com ho faria l'aigua; aquests líquids dissolen els greixos i olis, a diferència de l'aigua. El solvent més utilitzat a les tintorereries és el percloroetilè (tetracloroetè). Durant el procés de neteja en sec la peça de roba s'introdueix en una rentadora de circuit tancat, on el solvent es recicla. Un cop acabat el procés de rentat, la roba es sotmet a un assecatge per aire a 40°C per extreure el solvent.



- a) Per què el percloroetilè dissol els greixos i olis?
- b) Per què una temperatura de 40°C és suficient per evaporar el percloroetilè de la roba?

Criteris de correcció:

- a) 0,5 punts si ho justifica amb la polaritat de les substàncies.*
- b) 0,5 punts si justifica que el percloroetilè presenta un punt d'ebullició baix.*

Solucions:

- a) Perquè el percloroetilè és un compost apolar i per tant dissol els composts apolars com són els greixos i olis.*
- b) Una temperatura de 40°C és suficient perquè el percloroetilè és un compost volàtil, és a dir, presenta un punt d'ebullició baix ja que és un compost molecular on les molècules es troben unides per forces de London que són molt febles.*

2. QUÍMICA ORGÀNICA

1. Un equip de la policia científica va investigar la mort d'una víctima presumptament ofegada a la mar durant un creuer. Entre les proves pericials realitzades a la persona morta, l'anàlisi de sang va mostrar la presència d'un compost A que normalment no s'hi troba present. Mitjançant anàlisis qualitatives i per espectroscòpia de masses es comprovà que la fórmula molecular del compost era C_2H_6O . Escriu tots els isòmers possibles del compost A i anomeneu-los, indicant el tipus de funció orgànica que presenten.

Criteris de correcció:

0,5 punts si dibuixa els dos isòmers.

0,5 punts si indica els noms i la funció.

Solucions:

La fórmula molecular pot correspondre al CH_3-CH_2OH etanol, que presenta un grup hidroxil, o al metoximetà o dimetil èter CH_3-O-CH_3 que presenta el grup èter.



2. L'Institut Català d'Investigació Química va publicar el cartell següent per celebrar Sant Jordi, l'autor és Andy Brunning, un excel·lent divulgador que dissenya infografies químiques. Aprofitant aquesta celebració se li va ocórrer examinar els composts químics responsables de l'aroma de les roses i dels llibres vells.

a) Indica dos grups funcionals en cada grup de composts, a poder ser diferents.

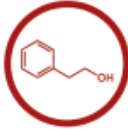
b) Quines molècules pareixen haver-se sintetitzat a partir d'una molècula de benzè?

FELIÇ DIA DE SANT JORDI

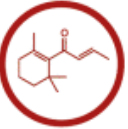


L'AROMA DE LES ROSES

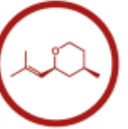
La fantàstica olor de les roses es basa en varies molècules que amb quantitats molt petites produeixen aromes únics i molt potents.



2-FENILETANOL



β-DAMASCONA

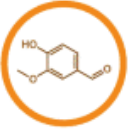


(-)-CIS ÒXID DE ROSA

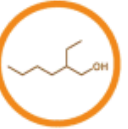


L'AROMA DELS LLIBRES VELL

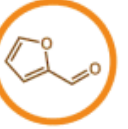
La degradació de la cel·lulosa i la lignina del paper produeix molècules petites amb aromes molt distintius.



VANIL·LINA



2-ETILHEXANOL



FURFURAL



www.iciq.org



© 2017 Andy Brunning | Dissenyat per a l'ICIQ | Il·lustració del drac: © Rosie Somerville.

Criteris de correcció:

a) 0,5 punts si indica quatre grups funcionals diferents.

b) 0,5 punts si indica 2-feniletanol i vanil·lina.

Solucions:

a) Aroma roses: grup hidroxil o alcohol, grup cetona, grup èter.

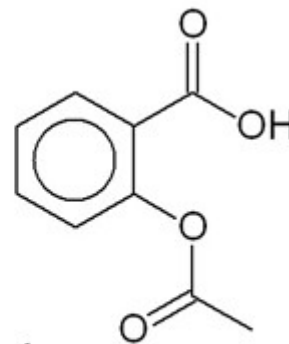
Aroma llibres vells: grup aldehid, grup hidroxil o alcohol, grup èter.

b) 2-feniletanol i vanil·lina, ambdues molècules mostren un anell benzènic a la seva estructura.

3. La química orgànica juga un paper molt important en el desenvolupament de productes químics utilitzats en la vida quotidiana: aliments, plàstics, medicaments, combustibles...

Un dels medicaments més utilitzats ha estat l'aspirina (nom comú) que té com a estructura química la següent imatge.

L'aspirina s'utilitza com a medicament per tractar el dolor (analgèsic), la febre (antipirètic) i la inflamació (antiinflamatori), degut al seu efecte inhibidor de la ciclooxigenasa.



a) Anomena dos grups funcionals que apareixen a la imatge.

b) Anomena l'aspirina segons la nomenclatura de química orgànica.

Criteris de correcció:

a) 0,5 punts si indica dos grups funcionals.

b) 0,5 punts si indica el nom del compost.

Solucions:

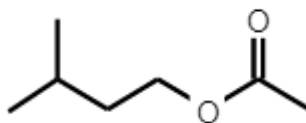
a) Grups funcionals possibles: àcid (-COOH), compost aromàtic (benzè), èster (COO-)

b) àcid acetilsalicílic o àcid 2-(acetiloxi)benzoic

4. Els aromes o substàncies aromàtiques són utilitzades en la indústria alimentària com additius per proporcionar aromes provinents de plantes o fruites, sense tenir la planta o la fruita present, com per exemple iogurt amb gust a fresa i no porten fresa, refresc de taronja sense que tinguin taronja, perfums amb olors a plantes, etc. A continuació podem observar una sèrie de molècules que corresponen a diferents aromes.



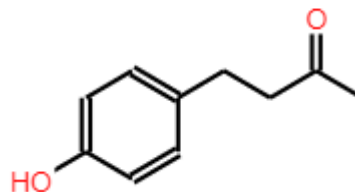
Aroma de plàtan (C₇H₁₄O₂)



Aroma de rosa (C₉H₁₈O)



Aroma de gerd conegut com a frambinona



a) Encercla i anomena els grups funcionals que apareixen a la molècula de frambinona.

b) Escriu un isòmer de funció de l'aroma de plàtan i de l'aroma de rosa.

Criteris de correcció:

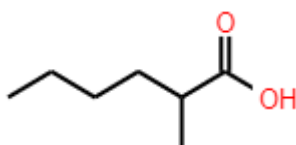
a) 0,5 punts si indica i anomena els dos grups funcionals.

b) 0,5 punts si escriu dos isòmers de funció.

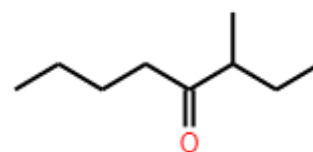
Solucions:

a) Alcohol (-OH) i cetona (-CO-)

b) aroma de plàtan:



aroma de rosa:



5. Metà, propà, butà, octa,...amb noms comuns com gas natural, gas ciutat, benzina,...són alcans. Aquests compostos s'utilitzen en la producció d'energia o en la indústria química.

Alcà	Punt d'ebullició
Metà	- 162 °C
Propà	- 42 °C
Butà	0 °C
Octà	126 °C

a) Escriu la fórmula dels alcans que apareixen a la taula.

b) Justifica la diferencia en els seus punts d'ebullició.

Criteris de correcció:

a) 0,5 punts si formula els composts.

b) 0,5 punts si ho justifica segons la intensitat de les forces de London que presenten els quatre composts.

Solucions:

a) CH_4 metà $CH_3-CH_2-CH_3$ propà $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ butà $CH_3-(CH_2)_6-CH_3$ octà

b) Es tracta de composts moleculars on les molècules es troben unides mitjançant forces de Wan der Waals de dispersió o London. Aquestes forces són més intenses en les molècules de major tamany ja que són més polaritzables. Per tant, les molècules de cadenes més llargues tenen major punt d'ebullició.

6. La neteja en sec és un sistema de neteja utilitzat típicament a una tintoreria per a peces de roba que no poden ser submergides en aigua ja que es deterioren. En la neteja en sec s'utilitzen líquids (anomenats solvents) que no contenen aigua i que dissolen els greixos i olis. El solvent més utilitzat a les tintoreries és el percloroetilè (tetracloroetè). Una rentadora en sec consisteix en una combinació de rentadora i assecadora de circuit tancat, on el solvent no s'aboca al desaigüe sinó que és reciclat. El procés de neteja consisteix en un rentat amb percloroetilè i un posterior assecatge per aire a 40°C per extreure el solvent.



a) Formula el percloroetilè.

b) Per què es recicla el solvent i no s'aboca al desaigüe?

Criteris de correcció:

a) 0,5 punts si formula el compost.

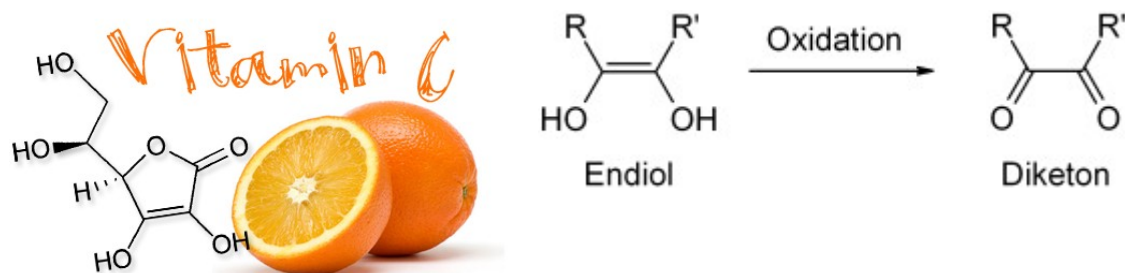
b) 0,5 punts si ho justifica correctament.

Solucions:

a) $CCl_2=CCl_2$

b) El percloroetilè no es pot abocar al desaigüe ja que és un dissolvent orgànic i per tant no és miscible en aigua. Els dissolvents orgànics són perillosos pel medi ambient aquàtic i per tant cal sempre procedir a la seva recuperació per poder reutilitzar-los.

7. L'àcid ascòrbic (vitamina C) és un antioxidant natural i les seves propietats venen determinades per la presència de dos grups hidroxils enòlics, ja que els endiols poden ser oxidats fàcilment a dicetones.



a) A la vitamina C, assenyala el tros que conté “endiol”.

b) Tenint en compte que la ingesta recomanada diària de vitamina C és de 80 mg/dia, calcula els litres de suc de taronja mensuals (30 dies) que cal prendre, suposant que el suc de taronja és la única font d'aportació de vitamina C. Dada: 100 mL de suc de taronja contenen 11,3 mg de vitamina C

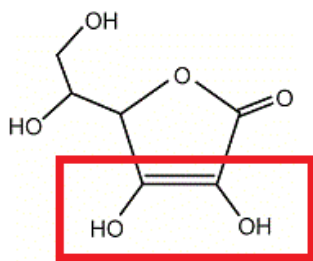
Críteris de correcció:

a) 0,5 punts i escriu la fórmula amb els dos grups cetona.

b) 0,5 punts si fa el càlcul bé.

Solucions:

a)

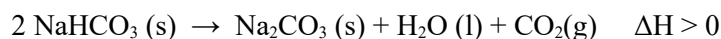


b)

$$30 \text{ dies} \cdot \frac{80 \text{ mg vitamina C}}{1 \text{ dia}} \cdot \frac{0,1 \text{ L suc taronja}}{11,3 \text{ mg vitamina C}} = 21,2 \text{ L suc de taronja}$$

3. TERMOQUÍMICA

1. Hi ha cuiners que acostumen a tenir a mà bicarbonat de sodi (hidrogenocarbonat 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 CO₂ que es produeixen per cada g de combustible.

Per 1 g de C es desprenen 32,79 kJ i es formen 0,083 mols de CO₂.

Per 1 g de CH₄ es desprenen 55,64 kJ i es formen 0,0625 mols de CO₂.

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

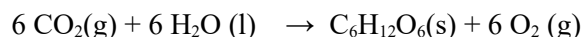
Creris de correcció:

0,5 punts si relaciona les reaccions endotèrmiques i exotèrmiques amb el canvi de temperatura dels volants
 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, ($\Delta H^{\circ} > 0$). 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, ($\Delta H^{\circ} < 0$). 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 processos les plantes sintetitzen matèria orgànica (que podem representar com a glucosa $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) a partir del compostos inorgànics CO_2 i H_2O segons la reacció:



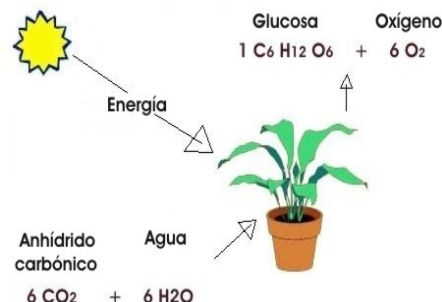
Sabent que el signe de la variació d'entropia és negativa, explica el perquè és un procés no espontani.

Creris de correcció:

0,5 punts si raona que el procés és endotèrmic.
 0,5 punt si explica correctament els signes de ΔH , i ΔG .

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

a) Justifica quin signe tindran la variació d'entalpia estàndard (ΔH°) i la variació d'entropia estàndard (ΔS°) del procés de vaporització de l'aigua líquida.

b) Raona si es pot produir espontàniament el procés a temperatura ambient.

Creris de correcció:

0,5 punts per cada apartat.

Solució:

a) La variació d'entalpia estàndard (ΔH°) del procés serà positiva. El seu valor es pot obtenir de la diferència entre els valors de les entalpies corresponents

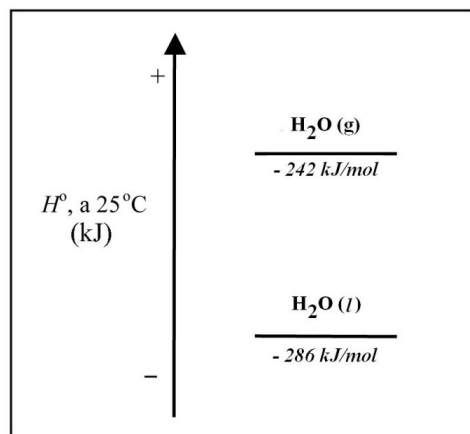
$$\Delta H^{\circ} = \Delta H^{\circ}_{\text{p}} - \Delta H^{\circ}_{\text{r}} = -242 - (-286) = 44 \text{ kJ/mol}$$

La variació d'entropia estàndard (ΔS°) 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.

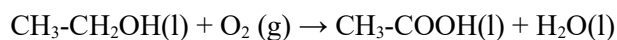
b) Aplicant l'expressió $\Delta G^{\circ} = \Delta H^{\circ} - T \Delta S^{\circ}$

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, ΔH° .

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 és 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 és la següent:



de la qual sabem que $\Delta H^\circ < 0$

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 ΔG° .

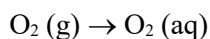
Solució:

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 ΔH i ΔS , 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 $\Delta S < 0$

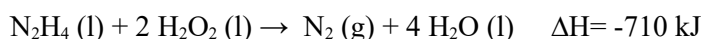
0,5 punts si raona que la reacció és espontània a temperatures baixes a causa del valor negatiu de ΔG .

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 hidracina 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.

Criteris de correcció:

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

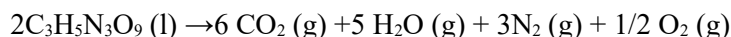
0,5 punts si justifica raonadament si la reacció és o no espontània

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 brusc. 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:



a) Justifica el signe de la variació d'entropia

b) Tindrà cap relació la magnitud de l'explosió amb la variació de l'entropia de la reacció? Raona la resposta

Criteris de correcció:

0,5 punts si justifica 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.

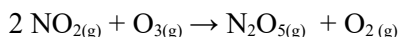
Solució:

a) 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.

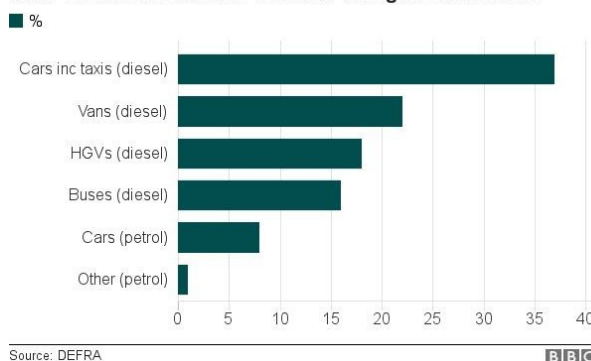
b) A l'explosió de la nitroglicerina es produeix un gran augment de l'entropia ja que passem de 4 mol de reactiu en estat líquid a 29 mols de productes en estat gasós. El ràpid alliberament d'aquests gasos origina una ona expansiva de gran energia.

4. CINÈTICA QUÍMICA

1. L'OMS declara cancerígenes les emissions dels motors dièsel. L'excés d'emissions d'òxids de nitrogen són les responsables d'unes 5000 morts prematures en diferents països de la Unió Europea. Entre aquests òxids destaca el diòxid de nitrogen que és un gas contaminant que es forma en les reaccions de combustió a alta temperatura. El diòxid de nitrogen reacciona amb l'ozó present a l'atmosfera segons la reacció química següent:



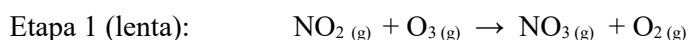
What contributes most to roadside nitrogen oxide levels



Diversos estudis experimentals han conclòs que, a una determinada temperatura, aquesta reacció segueix una cinètica de primer ordre respecte del diòxid de nitrogen i també de primer ordre respecte de l'ozó.

a) Escriu l'equació de velocitat i indica amb quines unitats s'expressa la velocitat.

b) Per a aquesta reacció es proposa un mecanisme constituït per les dues etapes elementals següents:



Raona quina de les dues etapes tindrà una energia d'activació més elevada.

Criteris de correcció:

a) 0,5 punts si escriu correctament l'equació de velocitat i les unitats.

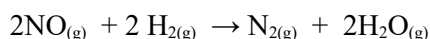
b) 0,5 punts si contesta de manera raonada que l'energia d'activació serà més gran a l'etapa lenta.

Solucions:

a) $v = k \cdot [\text{NO}_2] \cdot [\text{O}_3]$ les unitats de velocitat són mol/L·s

b) L'energia d'activació és l'energia cinètica mínima que cal que assoleixin les molècules de reactius per reaccionar quan xoquen: com més alta sigui més baixa serà la velocitat de la reacció. L'etapa 1 és la més lenta i per tant, té una energia d'activació més elevada.

2. Per a controlar les emissions d'òxids de nitrogen (NO_x) a l'atmosfera, les indústries han de modificar els processos de combustió o dur a terme un tractament dels efluent per a convertir aquests òxids en substàncies més innòcues. Per exemple, el monòxid de nitrogen es pot reduir a dinitrogen segons la reacció química següent, i es sap que aquesta reacció és d'ordre 1 respecte al dihidrogen i d'ordre dos respecte el NO.



a) Escriu la corresponent equació de velocitat de la reacció en que el monòxid de nitrogen es redueix a dinitrogen i aigua.

b) Quines són les unitats de la constant de velocitat?

Criteris de correcció:

a) 0,5 punts si escriu correctament l'equació.

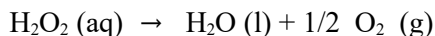
b) 0,5 punts si contesta de manera correcta les unitats de k.

Solucions:

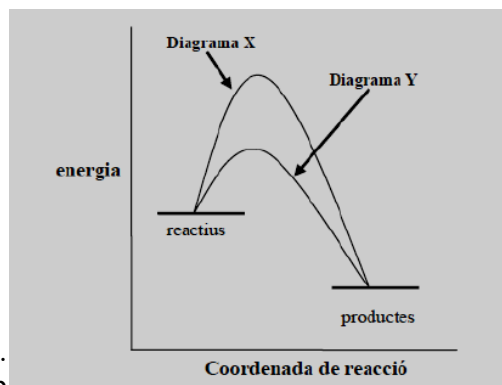
a) $v = k \cdot [\text{NO}]^2 \cdot [\text{H}_2]$

b) Les unitats de k són $\text{L}^2\text{mol}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

3. La descomposició de l'aigua oxigenada, que de vegades feim servir per desinfectar i netejar petites ferides, és una reacció que transcorre molt lentament:



La reacció augmenta la seva velocitat si feim servir una mica de diòxid de manganès. La figura ens mostra la variació de l'energia del sistema, amb i sense diòxid de manganès.



a) Explica la funció del diòxid de manganès en aquesta reacció. Justifica quin dels dos diagrames (X o Y) correspon a la reacció amb presència de diòxid de manganès.

b) En el diagrama X, marca el complex activat o estat de transició i l'energia d'activació de la reacció. Justifica si es tracta de una reacció exotèrmica o endotèrmica.

Criteris de correcció:

- a) 0,5 punts si raona que el diòxid de manganès és un catalitzador i que el diagrama Y correspon a la reacció amb diòxid de manganès.
- b) 0,5 punts si indica el complex activat i l'energia d'activació i justifica que és exotèrmica.

Solucions:

- a) El diòxid de manganès actua com a catalitzador de la reacció de descomposició ja que disminueix l'energia d'activació de la reacció. El diagrama Y correspon a la reacció amb presència de diòxid de manganès ja que l'energia d'activació és menor.
- b) El complex activat es el punt de màxima energia de la gràfica. L'energia d'activació correspon a la diferència d'energia entre el reactius i el complex activat. Els reactius tenen més energia que el productes, per tant es tracta d'una reacció exotèrmica.

4. El platí és un metall preciós que s'utilitza finament dividit com a catalitzador en multitud de processos químics.

Aquest element va ser descobert per un espanyol Antonio de Ulloa i de la Torre-Giralt (Sevilla, 1716 – San Fernando, 1795) quan va ser destinat a participar en una expedició francesa al Perú. En aquest país, uns dels mariners va descobrir casualment uns nòduls d'argila grisenca en un estuari i li ho va lliurar a Ulloa. En l'argila es trobaven uns trossos d'un estrany metall platejat que ja era conegut des de temps enrere a Amèrica del Sud. Ulloa es va adonar immediatament que es trobava davant d'un nou element metàl·lic, el platí, i se'l considera el seu descobridor, però no sense certa polèmica perquè no va arribar a aïllar-lo o a estudiar les seves propietats. Ulloa va batejar al metall com platina del Pinto («plata petita del riu Pinto»), o simplement platina.



a) Què és un catalitzador?

b) Més del 50% de la producció mundial d'aquest metall es dedica al seu ús com a catalitzador. Juntament amb el pal·ladi i el rodi es troba als convertidors catalítics dels tubs d'escapament dels cotxes. La seva funció és catalitzar l'oxidació del combustible no cremat i dels productes de la combustió parcials (NO_x , CO i hidrocarburs) perquè es transformin en N_2 , CO_2 , H_2O . Quin interès pot tenir aquesta transformació?

Criteris de correcció:

- a) 0,5 punts si indica la funció dels catalitzadors.
- b) 0,5 punts si indica que la transformació és interessant perquè es tracta de substàncies no contaminants.

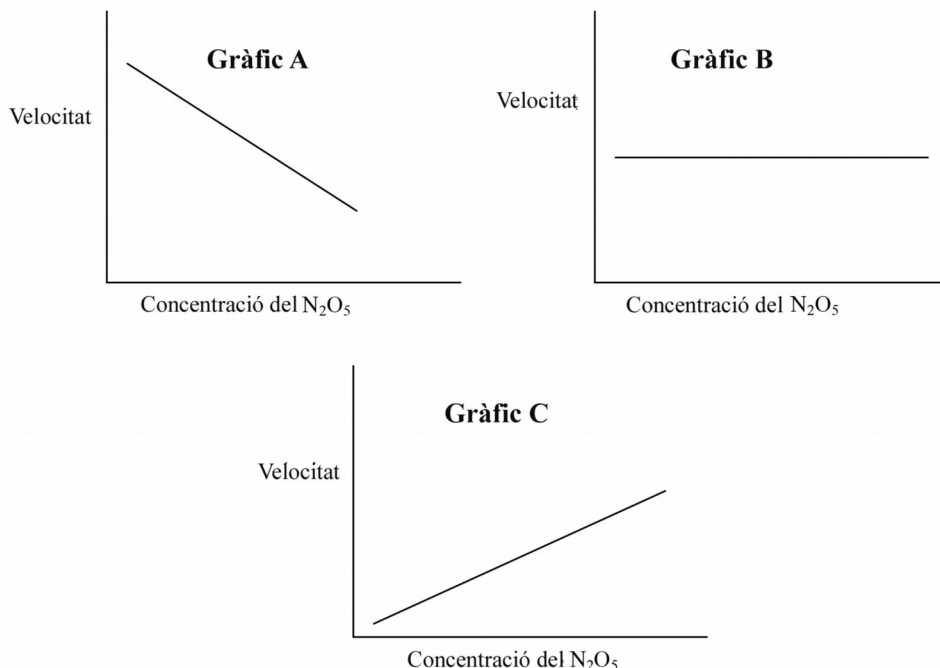
Solucions:

- a) Els catalitzadors són substàncies que intervenen a les reaccions químiques sense consumir-se i que provoquen un augment de la velocitat de la reacció perquè ofereixen un camí alternatiu (un mecanisme de reacció diferent) amb una energia d'activació menor.
- b) Els convertidors catalítics redueixen les emissions de gasos contaminants de gran impacte ambiental com el monòxid de carboni i els òxids de nitrogen implicats en l'aparició de pluges àcides i boirum fotoquímic. Per això és de gran interès transformar-los en gasos no contaminants com el N_2 .

5. El pentaòxid de dinitrogen (N_2O_5) és un compost present a l'atmosfera; a diferència d'altres òxids de nitrogen, es descompon principalment durant la nit i produeix diòxid de nitrogen i oxigen. S'han dut a terme estudis experimentals de la cinètica d'aquesta reacció, a una temperatura determinada, que han demostrat que es tracta d'una reacció de primer ordre respecte al pentaòxid de dinitrogen.

a) Escriu l'equació de velocitat de la descomposició del pentaòxid de dinitrogen.

b) Raona quin dels gràfics següents (A, B o C) es correspon amb els estudis experimentals de la cinètica d'aquesta reacció.



Font: Examen PBAU Catalunya Juny 2018

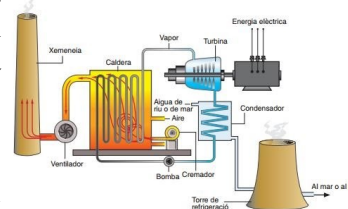
Criteris de correcció:

- a) 0,5 punts si escriu l'equació de velocitat.
- b) 0,5 punts si raona que correspon amb el gràfic C.

Solucions:

- a) Com que la cinètica és de primer ordre respecte al N_2O_5 , vol dir que l'equació de velocitat serà $v = k [\text{N}_2\text{O}_5]$
- b) De l'equació de velocitat es pot deduir que el gràfic velocitat front a concentració de N_2O_5 serà lineal i amb pendent positiu (l'augment de concentració implica un augment de la velocitat inicial). El gràfic correcte és el C.

6. Les centrals tèrmiques de carbó polvoritzat produeixen gran quantitat de l'energia elèctrica que consumim. Són extremadament contaminants perquè produeixen òxids de sofre i una gran quantitat de diòxid de carboni en relació a l'energia obtinguda. Per aquest motiu, en els darrers anys s'han desenvolupat altres tipus de centrals que tracten d'augmentar el rendiment i reduir les emissions contaminants.



El carbó crema espontàniament a temperatura ambient en atmosfera d'oxigen alliberant una gran quantitat de calor, però crida l'atenció que a 25 °C, un tros de carbó rodejat d'aire es manté inalterable sense reaccionar.

- a) Explica raonadament per què el tros de carbó no reacciona amb l'oxigen mentre el que s'injecta a la cambra de combustió de la central sí. Justifica per què s'injecta polvoritzat.
- b) Explica breument l'efecte contaminant d'aquestes centrals.

Criteris de correcció:

- a) 0,5 punts si justifica l'energia d'activació i la superfície de contacte.
- b) 0,5 punts si anomena l'efecte hivernacle i la pluja àcida.

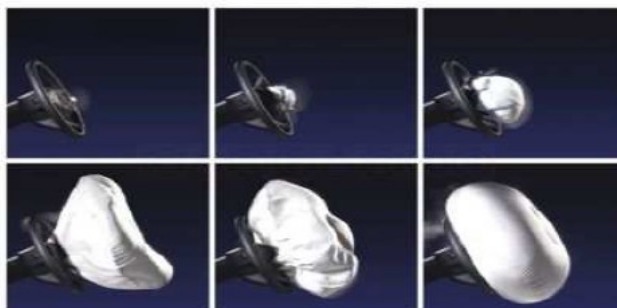
Solucions:

- a) El tros de carbó no reacciona amb l'oxigen perquè no té l'energia d'activació mentre que l'injectat sí la té. S'injecta en pols ja que en augmentar la superfície de contacte la velocitat de reacció augmenta.
- b) El diòxid de carboni és un dels gasos responsables de l'efecte hivernacle. Els òxids de sofre amb la humitat de l'aire donen àcid sulfúric i aquest provoca la pluja àcida.

7. L'airbag és un sistema de seguretat passiu que s'instal·la en els automòbils per protegir als seus ocupants en casos de xocs, actuant com a barrera que evita els cops violents en contra la superfície rígida de l'interior del vehicle.

Quan es produeix un xoc, la bossa de plàstic s'infla immediatament amb un gas (que no és aire) i els ocupants del vehicle són amortits per aquesta bossa de gas. Aquesta bossa ha de tenir unes característiques determinades:

- La bossa no s'ha d'inflar accidentalment.
- El gas utilitzat no ha de ser tòxic, ja que pot escapar-se produint toxicitat per inhalació.
- El gas s'ha d'obtenir molt ràpidament per a que la bossa estigui plena abans que les persones impactin sobre ella.
- Els productes químics generadors del gas han de ser de fàcil maneig i estables durant llargs períodes de temps.



La azida de sodi, NaN_3 , s'utilitza en els airbags. Encara que és estable a temperatura ambient, per damunt dels 275°C es descompon segons la següent reacció:



La reacció és tan ràpida que en 40 mili-segons se descompon un mol de azida, produint 0,04 mol/L de gas N_2 , que infla la bossa de l'airbag.

- a) Calcula la velocitat mitjana d'aparició de nitrogen.
- b) Per què no es produeix l'anterior reacció a temperatura ambient?

Criteris de correcció:

- a) 0,5 punts si realitza el càlcul correctament.
- b) 0,5 punts si contesta correctament.

Solucions:

a)

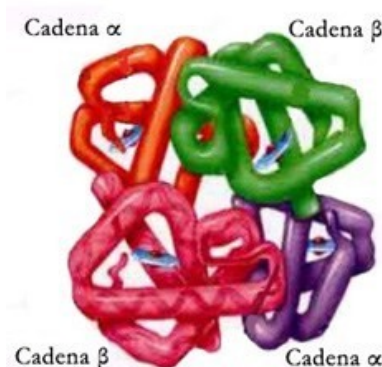
$$v_{\text{aparició}_{\text{N}_2}} = \frac{\Delta[\text{N}_2]}{\Delta t} = \frac{0,04}{0,04} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L} / \text{s}$$

b) No es pot produir la reacció en condicions de temperatura ambient degut a que sempre hi hauria l'airbag disparat i obstaculitzaria el maneig del vehicle, només es pot donar en condicions extremes, en un xoc hi ha dispersa una gran quantitat d'energia en forma de calor.

8. L'hemoglobina és un vincle polipeptídic senzill de 153 aminoàcids, formada per cadenes α i β . És una proteïna globular amb una extensió polar externa i l'interior apolar. Es troba en els glòbuls vermells i incrementa la capacitat de transport d'oxigen. Però també té un paper important en l'exportació de diòxid de carboni que va des dels teixits cap als pulmons.

L'hemoglobina (Hb) en la sang s'uneix a l'oxigen formant oxihemoglobina (HbO₂) que transporta l'oxigen als teixits del cos. La reacció corresponent és: $\text{Hb} + \text{O}_2 \rightarrow \text{HbO}_2$

La reacció és de primer ordre respecte a l'hemoglobina i de primer ordre respecte a l'oxigen dissolt, amb una constant de velocitat de $4 \cdot 10^7 \text{ L/mol}\cdot\text{s}$.



a) Determina l'equació de velocitat de la reacció anterior.

b) Calcula la velocitat inicial amb la que l'hemoglobina s'unirà a l'oxigen si la concentració de la hemoglobina és de $2,5 \cdot 10^{-9} \text{ mol/L}$ i la de l'oxigen és de $4 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$.

Criteris de correcció:

- a) 0,5 punts si escriu l'equació de velocitat.
- b) 0,5 punts si calcula la velocitat de reacció.

Solucions:

- a) L'equació de velocitat és $v = k [\text{Hb}] \cdot [\text{O}_2]$
- b) $v = k [\text{Hb}] \cdot [\text{O}_2] = 4 \cdot 10^7 \cdot 2,5 \cdot 10^{-9} \cdot 4,0 \cdot 10^{-5} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}\cdot\text{s}$

9. L'olla de pressió és un recipient per a cuinar, amb un tancament hermètic que reté el vapor. El vapor fa augmentar la pressió dintre de l'olla, la qual cosa evita que la temperatura quedi estacionada en la d'ebullició de l'aigua (100°C al nivell de la mar) i pugi més, obtenint així una major rapidesa en la cocció dels aliments. L'olla incorpora una vàlvula que deixa escapar el vapor quan s'ha arribat a una pressió determinada, i també una altra de seguretat per a evitar que l'excés de pressió, si fallés la primera, pogués fer esclatar l'olla.



Explica segons la teoria de col·lisions per què en una olla de pressió els menjars es cuinen en la meitat de temps que en una cassola oberta.

Criteris de correcció:

- 0,5 punts si raona que la velocitat d'una reacció augmenta amb la temperatura.
- 0,5 punts si raona que l'energia cinètica de les molècules augmenta amb la temperatura el que provoca un augment en el nombre de col·lisions efectives.

Solucions:

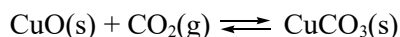
La temperatura de cocció en una olla a pressió assoleix els $110\text{-}120^\circ\text{C}$ mentre que en una cassola oberta la temperatura no supera els 100°C . La velocitat d'una reacció augmenta amb la temperatura. L'energia cinètica de les molècules augmenta amb la temperatura; com més alta és la temperatura, més molècules superen l'energia d'activació i per tant, augmenta el nombre de col·lisions efectives i la velocitat de la reacció.

5. 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 de correcció

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

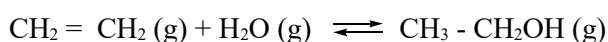
0,5 punts: Si explica la influència del diòxid de carboni en desplaçar l'equilibri cap el $\text{CuCO}_3\text{(s)}$.

Solució:

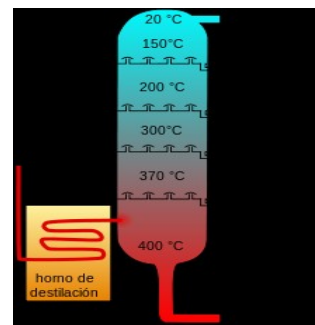
Sí seria convenient limitar la concentració de CO_2 . Aplicant el principi de Le Chatelier si disminueix la concentració de CO_2 , l'equilibri evolucionarà en el sentit que afavoreix la descomposició del CuCO_3 , per tal de que la concentració de CO_2 augmenti.

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

L'etilè (etè) 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°C i sabem que el procés és exotèrmic:



a) Raona si l'equilibri està desplaçat cap als reactius o al producte

b) Raona dues maneres de millorar el rendiment de la reacció.

Criteris de correcció

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

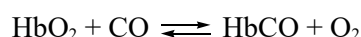
b) 0,5 punts si raona, en funció del principi de Le Chatelier, dues maneres de millorar l'obtenció d'etanol.

Solució:

a) *L'equilibri es troba desplaçat cap als 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 modifica 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



La carboxihemoglobina (HbCO) no pot transportar l'oxigen als teixits i és produeix 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?

Criteris de correcció

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

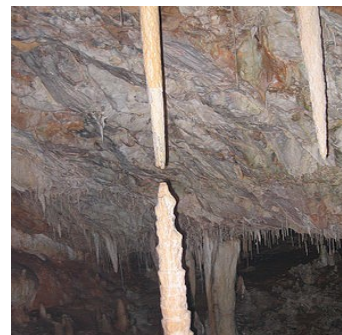
0,5 punts: Si relaciona aquest fet amb la càmera hiperbàrica, que és una càmera en que el pacient respira aire amb una alt contingut en oxigen.

Solució:

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

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 pel 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.

Criteri de correcció:

0,5 punts si escriu correctament l'equació.

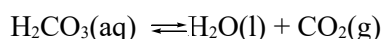
0,5 punts si raona que l'equilibri és desplaça cap a la dreta en un medi bàsic.

Solució:



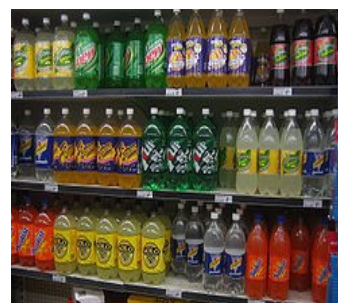
Aplicant el principi de Le Chatelier, la reacció es desplaça cap a la dreta en un medi bàsic. La disminució de la concentració de CO_2 , desplaçaria la reacció en el sentit de la descomposició, per tal de que augmentés la concentració de CO_2 . Una altra explicació és considerar que el CO_2 més H_2O donaria H_2CO_3 , 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.

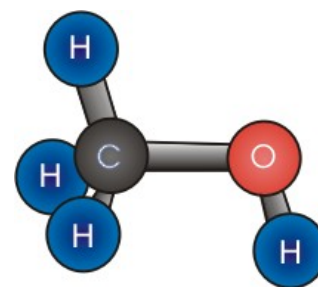
0, 5 punts si aplica el Principi de Le Chatelier per explicar la modificació que sofreix l'equilibri quan canvia la temperatura, justificant l'entalpia de la reacció.

Solució:

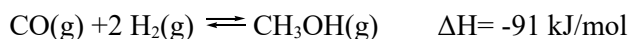
a) Quan s'obri la botella de refresc la pressió disminueix i segons el principi de Le Chatelier l'equilibri és desplaça en el sentit de major nombre de mols de gasos, en aquest cas, l'equilibri és desplaça cap als productes i per tant és produeix més CO_2 gasós.

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_2 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, CO₂ i H₂ utilitzant un catalitzador.



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



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

Criteri de correcció:

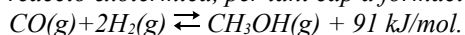
0,5 punts si justifica la influència de la temperatura per tal d'augmentar el rendiment segons el Principi de Le Chatelier.

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

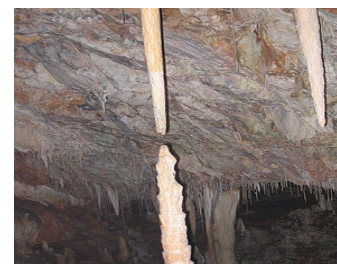
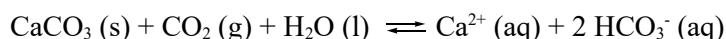
Solució:

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.

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 despeniment de calor



7. La formació de coves a les Balears és deu a l'acció de l'aigua que va dissolent la roca calça lentament. El CaCO₃ és bastant insoluble en aigua pura, però és dissol en aigua que dugui dissolt CO₂, a causa de la conversió del carbonat en bicarbonat (hidrogen carbonat), que és soluble:



Com l'aigua de pluja i dels torrents conté dissolt CO₂ 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.

Criteris de correcció

0,5 punts si relaciona l'ús de combustibles fòssils amb l'increment d'emissió de CO₂ a l'atmosfera.

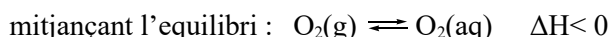
0, 5 punts si i explica, segons el Principi de Le Chatelier, l'efecte de l'augment de CO₂.

Solució:

L'ús de combustibles fòssils incrementa CO₂ a l'atmosfera ja que els productes de combustió són el diòxid de carboni i l'aigua.

Si augmenta la quantitat de CO₂ l'equilibri és desplaça, per tal de disminuir la seva concentració, cap a la formació dels productes Ca²⁺ i HCO₃⁻ 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



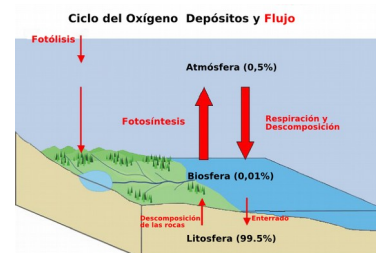
a) La solubilitat de l'oxigen en l'aigua és major a nivell de la mar o a una determinada altitud? Suposa que no hi ha un canvi apreciable de temperatura.

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

Criteris de correcció

a) 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.

b) 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.

11. Claude Louis Berthollet servia com a conseller científic de Napoleó. En l'expedició d'Egipte en 1799, observà que se dipositava carbonat de sodi 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 acaba quan precipita 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.



Indica de forma raonada perquè es forma carbonat de sodi als llacs salats.

Criteris de correcció:

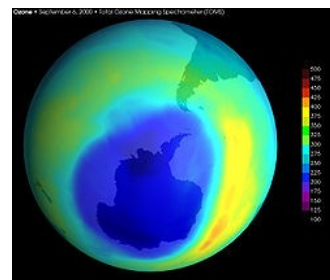
- 0,5 punts si explica que l'equilibri se desplaça d'acord amb el Principi de Le Chatelier.
0,5 punts si explica que l'elevada presència de NaCl en l'aigua salada desplaça l'equilibri cap a l'esquerra.

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'apartat a.
0,5 punt si contesta correctament l'apartat b.

Solució:

- a) La reacció és: $3\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{O}_3$ 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.

6. 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.



Explica per què l'hidrogencarbonat de sodi (NaHCO_3) i l'hidròxid d'alumini es poden utilitzar com antiàcids.

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

Criteris de correcció:

0.5 punts si justifiquen que tenen caràcter bàsic

0.5 punts si es justifica la producció de CO_2

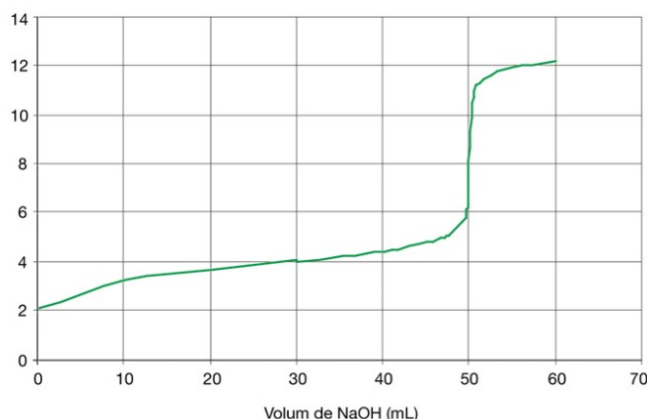
Solució:

- L'hidrogencarbonat de sodi i hidròxid d'alumini tenen caràcter bàsic i neutralitzen l'excés d'àcid clorhídric.
- La reacció de l'hidrogencarbonat de sodi amb àcid clorhídric produeix 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 àcid làctic.

L'àcid làctic present a la llet es pot valorar amb una dissolució d'hidròxid de sodi utilitzant com indicador fenolftaleïna al 0,1% en etanol.

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



a) Quan es valora una altra llet amb el mateix procediment, trobam que el punt d'equivalència és als 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 en el punt d'equivalència és major que 7.

Criteris de correcció:

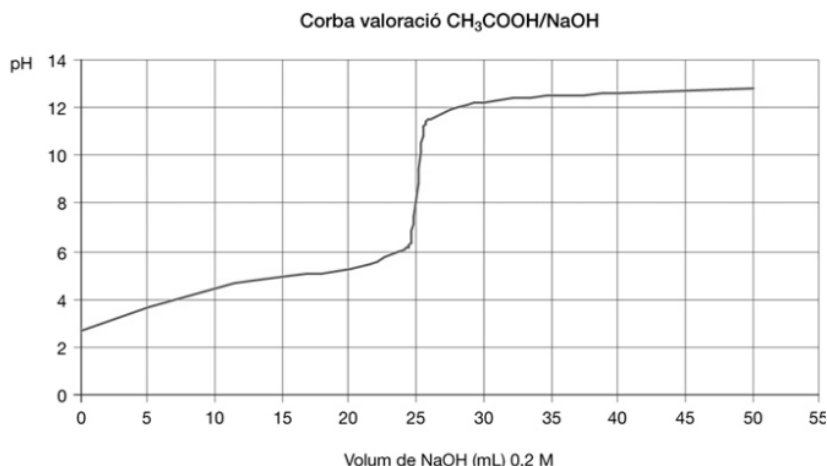
a) 0,5 punts si respon que és major la concentració d'àcid làctic en la segona mostra.

b) 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

Criteris de correcció:

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

0,5 punts 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 poen 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.

Criteris 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 a indicadors àcid-base, com per exemple: els pètals de roses de diversos colors, les fulles de col llombarda, la remolatxa, les groselles negres ...

a) Indica la fortaleza (fort o feble) de les dissolucions d'aquests indicadors.

b) Quina característica tenen en comú aquestes dissolucions per poder ser utilitzades com a indicadors?



Criteris 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 poden tenir aquests 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 tries una de marbre?



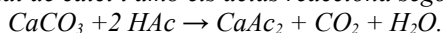
Criteris de correcció:

0,5 punts si indica que els àcids reaccionen amb el carbonat de calci.

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 de calci i amb els àcids reacciona segons el següent procés:



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.

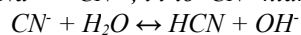
Criteris de correcció:

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

0,5 punts si raona la resposta

Solució:

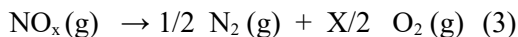
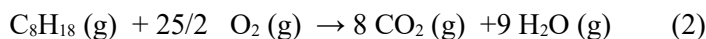
El cianur de sodi es dissocia $\text{NaCN} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{CN}^-$, i l'ió CN^- hidrolitza segons la reacció



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 se formi cianur d'hidrogen.

7. REDOX

1. Els convertidors catalítics dels automòbils catalitzen la combustió dels gasos d'escapament, transformant el monòxid de carboni i els hidrocarburs residuals en CO_2 i els òxids de nitrogen en N_2 .



L'elecció del catalitzador és delicada perquè s'ha d'impedir que la reducció dels òxids de nitrogen progressi més enllà del N_2 i arribi a amoníac, NH_3 , igualment contaminant. També s'ha d'evitar l'oxidació de SO_2 fins 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.

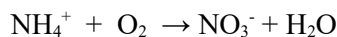
Solució:

A la reacció (1) l'agent oxidant és l'oxigen molecular (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.

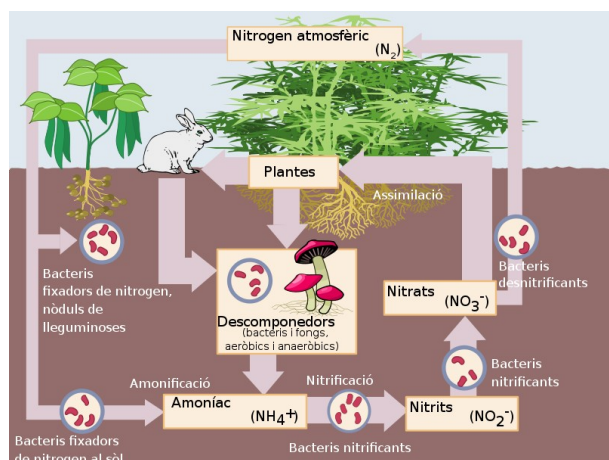
2. Les plantes absorbeixen el nitrogen per les arrels, preferentment com a ió NO_3^- i en menor grau com a ió

NH_4^+ . La *nitrificació* és una etapa important en el cicle del nitrogen. És el procés mitjançant el qual l'ió NH_4^+ es transforma en l'ió 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 NH_4^+ a NO_3^- és una oxidació o reducció.

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



Criteris de correcció:

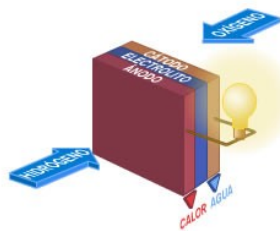
0,5 punts per cada apartat.

Solució:

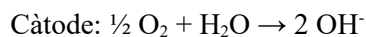
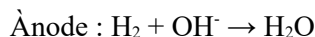
a) En el catió amoni, el nitrogen té nombre d'oxidació (-3) i a l'anió nitrat, (+5), ha perdut 8 electrons, s'ha oxidat. El pas d'amoni a nitrat és per tant una oxidació.

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 es fonamenta en la combustió de l'hidrogen. Si s'emprega 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 punts a cada apartat

Solució:

- a) Ànode : $\text{H}_2 + 2 \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^-$ Oxidació
 Càtode: $\frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{OH}^-$ 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) Escribeu la reacció química del procés.

b) Justifica si es tracta d'un procés redox.

Criteris de correcció:

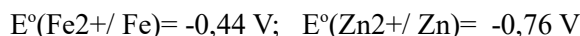
- a) 0,5 punts si escriu l'equació química del procés.
 b) 0,5 punts si justifica els canvis dels nombres d'oxidació.

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?



Criteris 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.

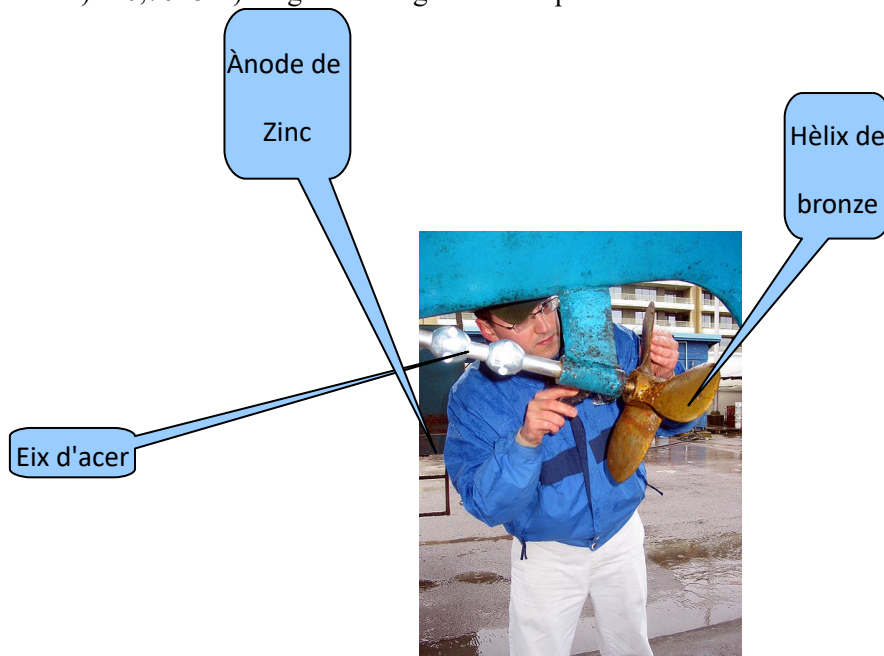
Solució:

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 l'aigua de la mar. 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): $E^\circ (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.34\text{V}$, $E^\circ (\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0.44\text{V}$, $E^\circ (\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0.14\text{V}$.

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” ($E^\circ (\text{Zn}^{+2}/\text{Zn}) = -0.7618\text{V}$) -vegeu la fotografia-. De quina forma actuen?



Criteris de correcció:

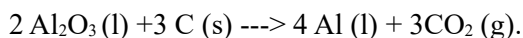
0,5 punts per a cada apartat.

Solució:

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

b) El Zn té més tendència a oxidar-se que el ferro ja que presenta un valor més baix de potencial de reducció; per tant el zinc s'oxida.

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.

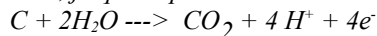
b) Si es requereix un procés electrolític per obtenir alumini, què podeu dir de l'espontaneïtat d'aquest procés?

Criteris de correcció:

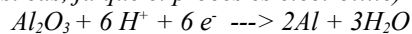
0,5 punts per a cada apartat.

Solució:

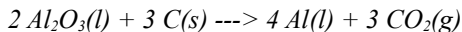
a) Ànode: (elèctrode positiu en aquest cas, ja que el procés és electrolític)



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



Reacció global:



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 de potassi com a indicador. El pas de l'etanol a àcid etanoic, 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.

