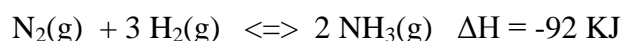


# 1. APLICACIÓ DEL PROCÉS HABER A L'OBTENCIÓ INDUSTRIAL DE L'AMONÍAC

El dinitrogen és un gas quasi inert i que difícilment reacciona per formar composts. Per això, a pesar de la gran quantitat de dinitrogen que hi ha a l'aire, el sòl és freqüentment pobre en composts de dinitrogen. Alguns d'aquests composts, per exemple l'àcid nítric i els nitrats, són importantíssims per la fabricació d'adobs, fertilitzants, colorants, plàstics, explosius, fibres sintètiques i altres productes químics d'enorme importància .

El químic alemany Fritz Haber va descobrir l'any 1908 un mètode per combinar el dinitrogen atmosfèric amb el dihidrogen per tal de formar amoníac (gas incolor, irritant, amb una olor característica i de caràcter bàsic), que després es podia convertir fàcilment en nitrats.

El procés Haber de producció industrial d'amoníac aplica factors cinètics i termodinàmics per tal d'aconseguir que el rendiment de la fabricació de l'amoníac segons el següent equilibri sigui màxim:



La  $K_c$  d'aquesta reacció val  $3,6 \cdot 10^8$ , aquest valor tan alt indica que en l'equilibri pràcticament tot el dihidrogen i el dinitrogen es convertiran en amoníac. Però la reacció és tan lenta a 25 °C que no es produeixen quantitats apreciables d'amoníac en temps raonables. Per aquest motiu Haber proposà la utilització de pressions entre 200 i 700 atm, temperatures al voltant de 500 °C, i l'addició d'un catalitzador de ferro finament dividit.

El motiu pel qual s'utilitzen pressions de 200 a 700 atm és que un augment de la pressió afavorirà el desplaçament de l'equilibri cap a la formació d'amoníac (principi de Le Chatelier). Aquesta és la causa per la qual en el procés Haber s'utilitzen pressions tan elevades.

D'altra banda, en ser la reacció exotèrmica, un augment de la temperatura farà que l'equilibri es desplaci cap al dinitrogen i el dihidrogen, i no s'afavorirà la formació d'amoníac (principi de Le Chatelier). Però les velocitats de les reaccions directa i inversa augmenten amb la temperatura, és a dir, el factor cinètic s'afavoreix amb temperatures altes. Haber, analitzant els dos factors, va concloure que el rendiment en la formació d'amoníac era màxim a temperatures pròximes a 500 °C.

Finalment l'addició d'un catalitzador de ferro també fa que augmentin les velocitats directa i inversa i, per tant, afavorirem la formació d'amoníac.

## 2. ÀCID-BASE. NETEJA I COSMÈTICS

### PRODUCTES DE NETEJA

Els productes de neteja són composts químics que es caracteritzen bàsicament pel pH. En general s'utilitzen diluïts amb aigua.

El pH varia entre 0 i 14:

- Els de pH neutre són detergents per a la roba, vaixela i altres superfícies.
- Els de pH inferior a 7 són productes de neteja àcids, i la seva funció serà anticalç i desincrustant: HCl (sulfumant),  $H_3PO_4$ ,  $CH_3-COOH$  (vinagre), àcid cítric, àcid oxàlic...
- Els de pH superior a 7 són productes bàsics, i la seva funció és netejar greixos o decapar:  $NH_3$ , NaOH, KOH, NaClO (lleixiu).

Molts de metalls s'oxiden en presència de l'aire i formen una capa d'òxid. Aquesta capa es pot netejar emprant un àcid com l'àcid clorhídric o l'àcid fosfòric, que prevé una posterior oxidació. Per a taques d'òxid a la roba s'utilitzen àcids més dèbils com l'àcid oxàlic. Per eliminar la calç s'utilitzen productes que contenen àcids com l'àcid acètic, cítric...

Les bases també s'utilitzen per netejar. L'hidròxid de sodi és una de les bases més utilitzades per dissoldre taques de greix i per desembossar canonades; l'augment de temperatura que produeix fa fondre els greixos. Les dissolucions d'amoniac tenen l'avantatge de ser menys càustiques.

### COSMÈTICS

Un cosmètic és tota substància o tot preparat sintètic destinat a ser posat en contacte amb les diverses parts superficials del cos humà (epidermis, ungles, llavis, cabells..., o amb les dents i les mucoses bucals) amb la finalitat de netejar-los, perfumar-los, modificar-ne l'aspecte, protegir-los o mantenir-los en bon estat. En la composició general d'un cosmètic es poden distingir: el principi actiu, l'excipient, els conservants, els reguladors de pH...

Els reguladors de pH s'encarreguen de mantenir el pH en valors adequats. La pell té un pH al voltant de 5,5. Si aquest valor és modificat per un cosmètic que s'aplica sobre la pell, es pot provocar irritacions i altres problemes com la solubilitat del mateix cosmètic...

Per controlar el pH s'utilitzen àcids febles com l'àcid làctic, cítric o tartàric i algunes amines que actuen com a bases febles. La combinació de sals àcides, com les formades per sals de l'àcid fosfòric, són les més comunes per regular el pH.

### 3. CONTAMINACIÓ AMBIENTAL

La contaminació atmosfèrica a causa de la indústria i dels motors de combustió és un dels problemes més greus al món. La majoria dels combustibles són mescles d'hidrocarburs.

En un motor amb una combustió perfecta, tot el dihidrogen es transforma en aigua, i tot el carboni, en diòxid de carboni, a més d'una certa quantitat de calor. En l'escapament també es troba dinitrogen procedent de l'aire en la seva major part, sense cap transformació en el motor:  $C_xH_y + O_2 + N_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + N_2$

Els motors de combustió interna no són capaços de cremar totalment el combustible, i es produeixen **emissions contaminants**. En els gasos d'escapament cap a l'atmosfera, a més de produir-se  $CO_2$ ,  $H_2O$  i  $N_2$ , es desprenen altres substàncies tòxiques com: **monòxid de carboni**, que és perillós, ja que es combina amb l'hemoglobina de la sang i impedeix el transport d'oxigen en l'organisme, **hidrocarburs** sense cremar (ajuden a l'aparició de la boira fotoquímica i són irritants), **òxids de nitrogen**, **òxids de sofre**, que són irritants i un dels responsables de la pluja àcida, i **partícules**.

Els òxids de nitrogen ( $NO_x$ ), sobretot  $NO$  i  $NO_2$ , es formen a les cambres de combustió a altes pressions i temperatures, on el  $N_2$  de l'aire reacciona amb el  $O_2$ :  $N_2 + O_2 \rightarrow 2 NO$ , i posteriorment  $2 NO + O_2 \rightarrow 2 NO_2$ . El  $NO_2$  és un gas corrosiu per a la pell i el tracte respiratori, a més d'un dels causants de la pluja àcida.

En presència d'hidrocarburs alliberats a l'atmosfera i  $NO_x$  es produeixen una sèrie de reaccions complexes catalitzades per la llum solar. El resultat és un augment considerable de les concentracions de  $NO_2$  i  $O_3$  a les capes baixes de l'atmosfera, la formació d'alguns aldehids i altres composts orgànics i radicals. Tots aquests composts donen lloc a una atmosfera irritant, nociva i en alguns casos tòxica anomenada **boirum fotoquímico**.

En general, els motors dièsel, en comparació amb els motors de gasolina, emeten menys monòxid de carboni, ja que cremen menys combustible, però per altra banda més òxids de nitrogen, ja que treballen amb més aire i elevades temperatures. Les principals mesures per reduir aquestes emissions són els **catalitzadors i els additius**.

La **funció dels catalitzadors** és disminuir les substàncies contaminants contingudes en els gasos d'escapament mitjançant la tècnica de la **catàlisi**. S'instal·len als tubs d'escapament, que contenen al seu interior una estructura ceràmica formada per milers de minúsculs canals, per on passen els gasos d'escapament. Aquests canals estan recoberts per metalls com platí (Pt), pal·ladi (Pd) i rodi (Rh). En aquests canals es produeixen reaccions catalítiques de reducció i oxidació:

- Reducció catalítica. El catalitzador rodi trenca les molècules d'òxids de nitrogen i dóna lloc a dinitrogen i dioxigen:  $2 NO \rightarrow N_2 + O_2$
- Oxidació catalítica. En aquest cas, els catalitzadors, Pt i Pd, serveixen de suport per completar la combustió del  $CO$  a  $CO_2$  i dels hidrocarburs no cremats a  $CO_2$  i  $H_2O$ .

A causa que els motors dièsel tenen una proporció de combustible i d'aire diferent dels motors a gasolina, utilitzen un altre tipus de catalitzadors i additius que es combinen amb les molècules de  $NO_x$  per produir dinitrogen i aigua.

## 4. CORROSIÓ DEL FERRO

Denominam corrosió al deteriorament de qualsevol material, especialment els metalls, per l'acció del medi ambient. La corrosió és un fenomen electroquímic, tot i que de naturalesa molt complexa, i consisteix en l'oxidació d'un metall en contacte amb l'oxigen atmosfèric i la humitat per formar un òxid metàl·lic.

L'or i la plata, com que tenen potencials de reducció  $E^0$  ( $\text{Ag}^+/\text{Ag}$ ) = 0,80 V i  $E^0$  ( $\text{Au}^{3+}/\text{Au}$ ) = 1,50 V, són molt resistents a la corrosió. Per altra banda, en metalls com l'alumini o el coure, els productes inicials de la corrosió formen una capa protectora que protegeix la resta del metall i impedeix que avanci la reacció. En el cas de l'alumini es forma l'alúmina,  $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$ , i en el cas del coure es forma una capa verdosa (verinosa) d'un òxid de coure.

En el cas del ferro no es forma una capa protectora, el producte de la corrosió és un òxid hidratat,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , conegut amb el nom de rovell, que continua consumint ferro.

A causa del gran problema que ocasiona la corrosió del ferro des del punt de vista econòmic, ja que les pèrdues que provoca són molt elevades, no només pel cost associat a la reparació dels danys sinó per les inversions en la protecció, s'han desenvolupat diferents procediments per prevenir aquesta oxidació:

- La formació d'aliatges amb crom i níquel (acers inoxidable) resistents a l'oxidació.
- La utilització de pintures per revestir-lo d'una capa protectora que eviti el contacte amb l'oxigen atmosfèric i la humitat, per exemple, la utilització de mini ( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ) en la protecció d'acers.
- La galvanització, que consisteix a recobrir el ferro amb una capa de zinc, que és un metall més fàcilment oxidable i s'oxida primer.
- La protecció catòdica, que consisteix a connectar el ferro amb un altre metall que s'oxida amb més facilitat, el ferro actua com a càtode en la pila electroquímica formada, mentre que la peça de metall fa d'ànode i és on es produeix la corrosió. Per exemple, les canonades metàl·liques subterrànies es connecten, mitjançant un cable, a una barra d'un metall més actiu (Mg o Zn). Encara que aquest es deteriori progressivament, és més fàcil de substituir que tota la canonada, per això s'anomena ànode de sacrifici.

## 5. NOUS MATERIALS ORGÀNICS

Els **polímers** estan constituïts per la unió de moltes molècules petites que s'anomenen **monòmers**, i que formen llargues cadenes molt flexibles. Hi ha polímers **naturals** (proteïnes, àcid nucleics, cotó, seda...) i **sintètics** (plàstics, fibres, cautxús artificials).

Avui en dia, molts dels objectes que ens envolten estan fets de **plàstics**, i s'anomenen així per la seva facilitat de modelar-se en calent. Generalment són materials lleugers i resistents que poden tenir una gran varietat de propietats mecàniques, tèrmiques, elèctriques, òptiques, etc. L'inconvenient dels plàstics és que no són biodegradables i, per tant, contribueixen a la contaminació del medi ambient.

Alguns exemples de plàstics i les seves aplicacions són:

- El **PVC** (clorur de polivinil) s'utilitza molt com a material de construcció.
- L'**ABS** (acrilonitril butadiè estirè) i el **PC** (policarbonat) s'utilitzen en la fabricació de carcasses de telèfons mòbils o ordinadors portàtils.
- El **TEFLÓ**<sup>®</sup> (politetrafluoretilè) s'empren com a revestiment d'estrís alimentaris i aïllament de cables.
- El **metracrilat** és un plàstic transparent semblant al vidre que s'utilitza per construir aquaris, piscines, finestres...
- Derivats del **poliacetilè** que s'empren com a semiconductors.

Les **fibres sintètiques**, com el **niló**, el **poliester** i les **poliamides**, són polímers que s'utilitzen per fabricar teixits. Aquestes fibres són elàstiques, lleugeres i molt resistents, tant al desgast com a la presència d'agents externs. La incorporació d'un colorant al polímer permet tenyir el material abans de confeccionar-lo, i així s'aconsegueix un acoloriment de més qualitat que no es destenyeix.

El **cautxú sintètic** s'obté a partir d'hidrocarburs. Té una gran elasticitat i flexibilitat, amb resistència a les esquinçades i a l'abració, repel·leix l'aigua i és aïllant tèrmic i elèctric. S'utilitza per fabricar calçat, articles impermeables, pneumàtics... Un dels més utilitzats és el **neoprè**, que s'utilitza per a la confecció de roba per a esports aquàtics.

Actualment van apareixent **nous materials** en el camp de la **nanotecnologia**, com és el cas del **grafè**, que és una nanoestructura de carboni.

El grafè és un material amb una elevada conductivitat elèctrica i resistència tèrmica, i alta resistència a ambients agressius. A part d'utilitzar-se en el camp de la nanotecnologia, també s'empren en el sector aeronàutic i aeroespacial.

Alguns derivats del grafè són:

- Els **nanotubs de carboni**, són capes de grafè enrotllades en forma de cilindre amb un diàmetre d'uns quants nanòmetres. Són un material molt dur i resistent, lleuger, barat, químicament inert i biològicament compatible. Tenen aplicacions com a aïllants, semiconductors, conductors i superconductors, entre d'altres.
- Els **ful·lerens** (C<sub>60</sub>) són uns plegaments de grafè en forma d'esfera, amb pentàgons i hexàgons que estableixen l'estructura, com una pilota de futbol. Aquesta forma obre moltes possibilitats en els camps de la biologia i la medicina.

## 6. SEMICONDUCTORS I SUPERCONDUCTORS

La conductivitat elèctrica és una característica que tenen tots els elements metàl·lics i alguns semimetalls a causa de l'estructura que adopten.

Com a elements conductors de l'electricitat podem diferenciar els semiconductors i els superconductors. Una gran varietat de metalls, aliatges i composts metàl·lics ho són. Les aplicacions comercials dels superconductors i dels semiconductors en la fabricació industrial de dispositius electrònics van en augment a causa de les seves propietats.

Els semiconductors tenen la propietat de conduir la càrrega elèctrica en augmentar la seva temperatura, a l'inrevés que els metalls, en què d'un augment de la temperatura resulta un augment de la resistivitat. En aquest cas, podem diferenciar els semiconductors intrínsecs fets d'un sol tipus d'àtom (elements com Si, Ge, Sn...) i els semiconductors extrínsecs (elements dopats amb altres elements, com Si dopat amb Ga, Ge dopat amb As...), que fan incrementar la seva conductivitat elèctrica. Aquests semiconductors extrínsecs exhibeixen una major mobilitat electrònica, característica que els dona un gran valor comercial per a sistemes de circuits en ordinadors d'alta velocitat, calculadores de butxaca, rellotges digitals...

Els superconductors també tenen la propietat de conduir la càrrega elèctrica però modificant les seves propietats. La superconductivitat va ser descoberta l'any 1911 per H. Kamerlingh Onnes. Aquest observà que, si un material determinat es refreda fins a la seva temperatura crítica,  $T_c$ , un superconductor perd tota resistència elèctrica i al mateix temps es converteix en un material diamagnètic perfecte. Aquest darrer fenomen implica que, si sobre un superconductor s'hi col·loca un imant, s'eleva i queda suspès a l'aire per damunt del material superconductor.

La majoria dels escàners d'imatge per ressonància magnètica es basen en imants superconductors. També s'han aplicat al desenvolupament de sistemes de trens que funcionen per levitació magnètica (viatjant  $\approx 10$  mm per damunt els rails), pràcticament sense fregament.

## 7. PARTÍCULES SUBATÒMIQUES

Les partícules subatòmiques són partícules més petites que un àtom. Aquestes partícules poden ser elementals (partícules que no estan constituïdes per altres de més petites) o compostes (partícules que estan constituïdes per un conjunt de partícules elementals).

La majoria de les partícules que s'han estudiat són inestables o són difícils de produir-se. Les partícules subatòmiques es produeixen quan els raigs còsmics col·lideixen amb els àtoms de l'atmosfera i en els processos que tenen lloc als acceleradors de partícules, els quals imiten els primers, però en condicions controlades.

Les partícules subatòmiques elementals es classifiquen segons el seu nombre d'espín en:

- **Bosons:** partícules amb espín enter (0,1,...) que no compleixen el principi d'exclusió de Pauli. El fotó i el gluó són bosons.
- **Fermions:** partícules amb espín semienter (1/2, 3/2,...) que compleixen el principi d'exclusió de Pauli. Es classifiquen en:
  - **Leptons:** amb càrrega elèctrica -e (l'electró, el muó i el tauó) o sense càrrega (els neutrins associats a cadascun dels anteriors).
  - **Quarks:** amb càrrega elèctrica fraccionària. N'hi ha sis tipus: down (d), up (u), strange (s), charm (c), bottom (b) o top (t). Els quarks no poden trobar-se lliures sinó que sempre es troben units a altres quarks formant partícules compostes.

Per a cada partícula elemental trobam la seva corresponent antipartícula, amb igual massa i espín, però amb totes les càrregues de signe oposat.

Les partícules subatòmiques compostes, anomenades **hadrons**, estan formades per quarks, antiquarks i gluons. Els gluons mantenen els quarks i els antiquarks units entre si mitjançant interaccions nuclears fortes. Els hadrons més estables són el protó i el neutró, formats per la unió de tres quarks.

No totes les partícules subatòmiques formen part de l'àtom, com és el cas dels neutrins i dels bosons.

## 8. PILES DE COMBUSTIBLE

Una pila de combustible és un dispositiu electroquímic on l'energia d'una reacció química es transforma en electricitat. Es diferencia d'una pila elèctrica perquè no necessita carregar-se, produeix energia durant tant de temps com es mantingui l'alimentació del combustible i de l'oxidant.

El combustible (hidrogen, metanol, etc.) es fa circular contínuament per l'ànode (elèctrode negatiu), mentre que un oxidant, generalment oxigen o aire, alimenta contínuament el càtode (elèctrode positiu).

### LA PILA D'HIDROGEN

És una de les més conegudes i senzilles piles de combustible, on el dihidrogen i el diòxigen es combinen per formar aigua i creen energia elèctrica i calor.

Està formada per dos elèctrodes separats per un electròlit o membrana d'intercanvi protònic, material que permet el pas d'ions però no d'electrons.

El H<sub>2</sub> entra en la cèl·lula de combustible per l'ànode, on s'ionitza en ions H<sup>+</sup> i electrons.

Ànode:  $\text{H}_2 \rightarrow 2 \text{H}^+ + 2\text{e}^-$  (reacció d'oxidació)

Els electrons no poden travessar la membrana de l'electròlit, es mouen de l'ànode cap al càtode per un circuit extern i generen un corrent elèctric. Per altra banda, els ions H<sup>+</sup> arriben al càtode passant per la membrana d'intercanvi protònic.

El O<sub>2</sub> entra pel càtode, on es combina amb els ions H<sup>+</sup> i els electrons que provenen del càtode, i es forma aigua i calor.

Càtode:  $\frac{1}{2} \text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$  (reacció de reducció)

Reacció completa:  $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$  (reacció redox)

Les aplicacions d'aquestes piles són immenses, abasten una àmplia varietat de productes com dispositius portàtils, telèfons mòbils, ordinadors, cotxes, autobusos, vaixells, etc.

Els seus principals avantatges i desavantatges són:

- Alta eficàcia energètica.
- Són netes. No emeten gasos contaminants, com CO i NO<sub>x</sub>.
- Funcionen de forma contínua mentre el combustible estigui disponible.
- Cost elevat per l'ús de materials cars com el platí.
- Dificultat de l'emmagatzematge del dihidrogen, altament explosiu.

El cotxe del futur ja és una realitat; la pila d'hidrogen és una alternativa real per als vehicles dièsel, de gasolina, híbrids o elèctrics, perquè només emet aigua a l'atmosfera.