



L'hidrogen dins el nou escenari energètic

Jordi Llorca



Visió general

L'hidrogen en el context actual

Piles de combustible

Funcionament, tipus, aplicacions estacionàries, aplicacions mòbils, aplicacions portàtils

Producció d'hidrogen

A partir de fonts convencionals, a partir d'energies renovables

Emmagatzematge i distribució d'hidrogen

Mètodes físics, mètodes químics

Augment progressiu de la demanda energètica

Esgotament progressiu dels combustibles fòssils

+ Dependència energètica envers altres països

Deteriorament de l'entorn

Energies eficaces, renovables, adaptables i sostenibles

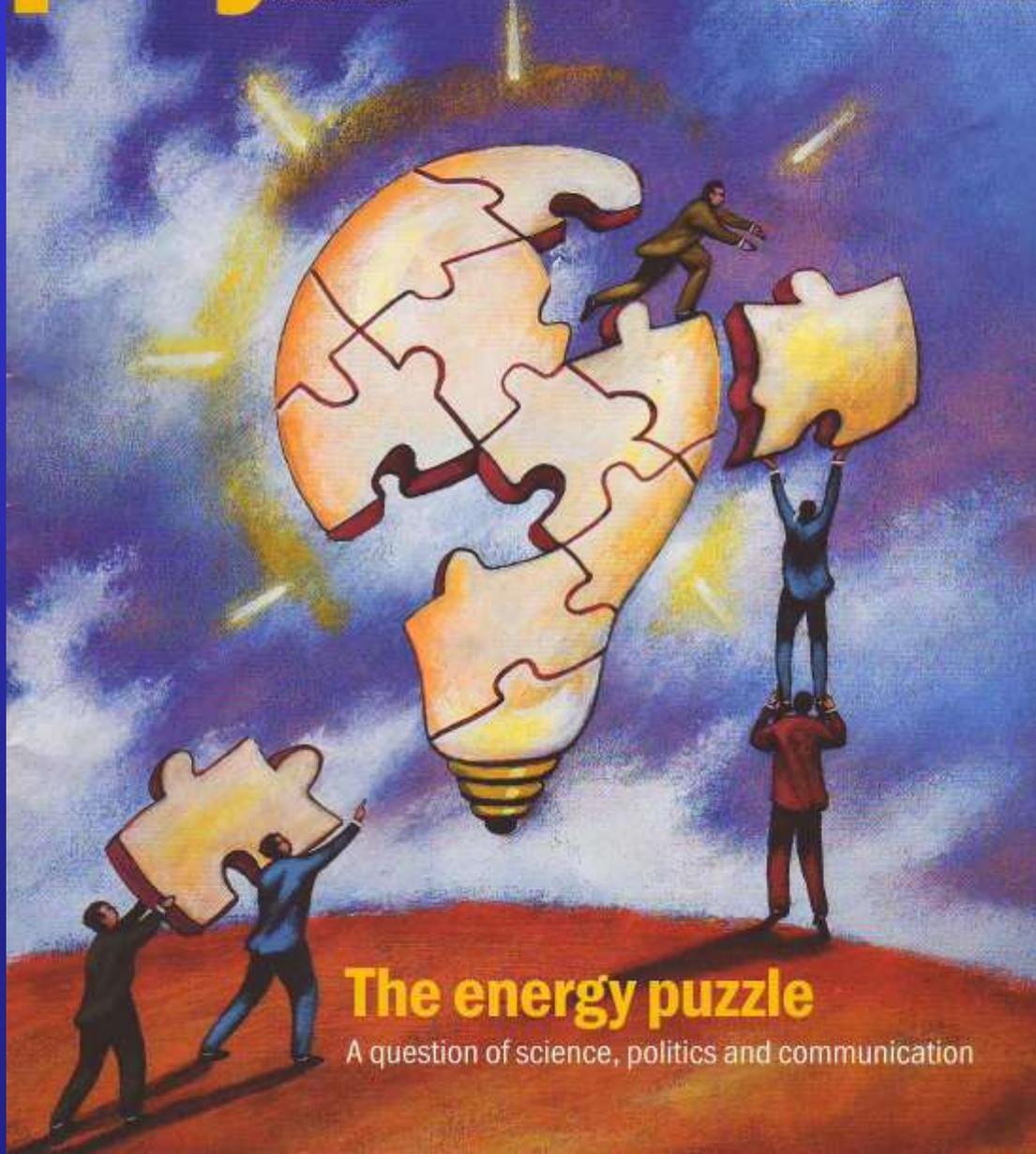


H_2

physicsworld

physicsworld.com

Volume 22 No 10 October 2009



The energy puzzle

A question of science, politics and communication

La era del hidrógeno ya está muy cercana

El hidrógeno ya está muy cercano a convertirse en el combustible del futuro. Los expertos aseguran que en unos pocos años ya se podrán utilizar los coches de hidrógeno en las ciudades.

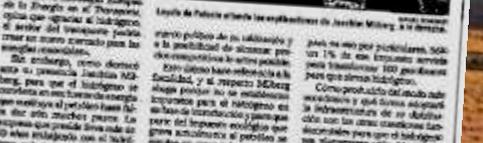


El hidrógeno ya está muy cercano a convertirse en el combustible del futuro. Los expertos aseguran que en unos pocos años ya se podrán utilizar los coches de hidrógeno en las ciudades.

La Unión Europea apuesta por el hidrógeno como combustible

Será incluido en el sexto Programa Marco de Investigaciones

BRUXELAS — La Unión Europea apuesta por el hidrógeno como combustible. El organismo de Bruselas ha incluido en el sexto Programa Marco de Investigaciones el desarrollo de tecnologías de hidrógeno como combustible para vehículos.



Un grupo de personas en un momento de la presentación del programa de investigación de la Unión Europea.

El hidrógeno es un combustible limpio y renovable, que no produce emisiones de CO2. La Unión Europea quiere promover su uso en los coches.

Seis localidades clave

Las localidades clave para el desarrollo del hidrógeno en Europa son: Garmisch-Partenkirchen, Bonn, Stuttgart, Karlsruhe, Regensburg y Madrid.

L'HIDROGEN ES PASSEJA PEL MÓN



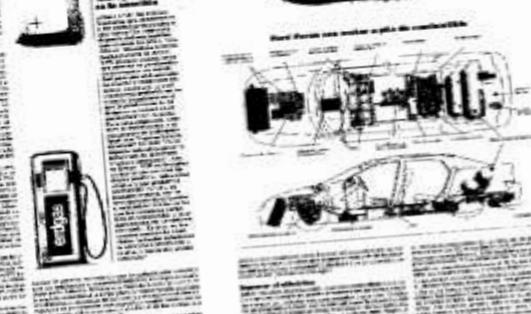
Honda presenta en Europa la segunda generación de su coche de hidrógeno

La Honda FCX de segunda generación es más silenciosa y rápida que la anterior. Tiene un rango de autonomía de 400 kilómetros.



Hidrógeno, una alternativa limpia

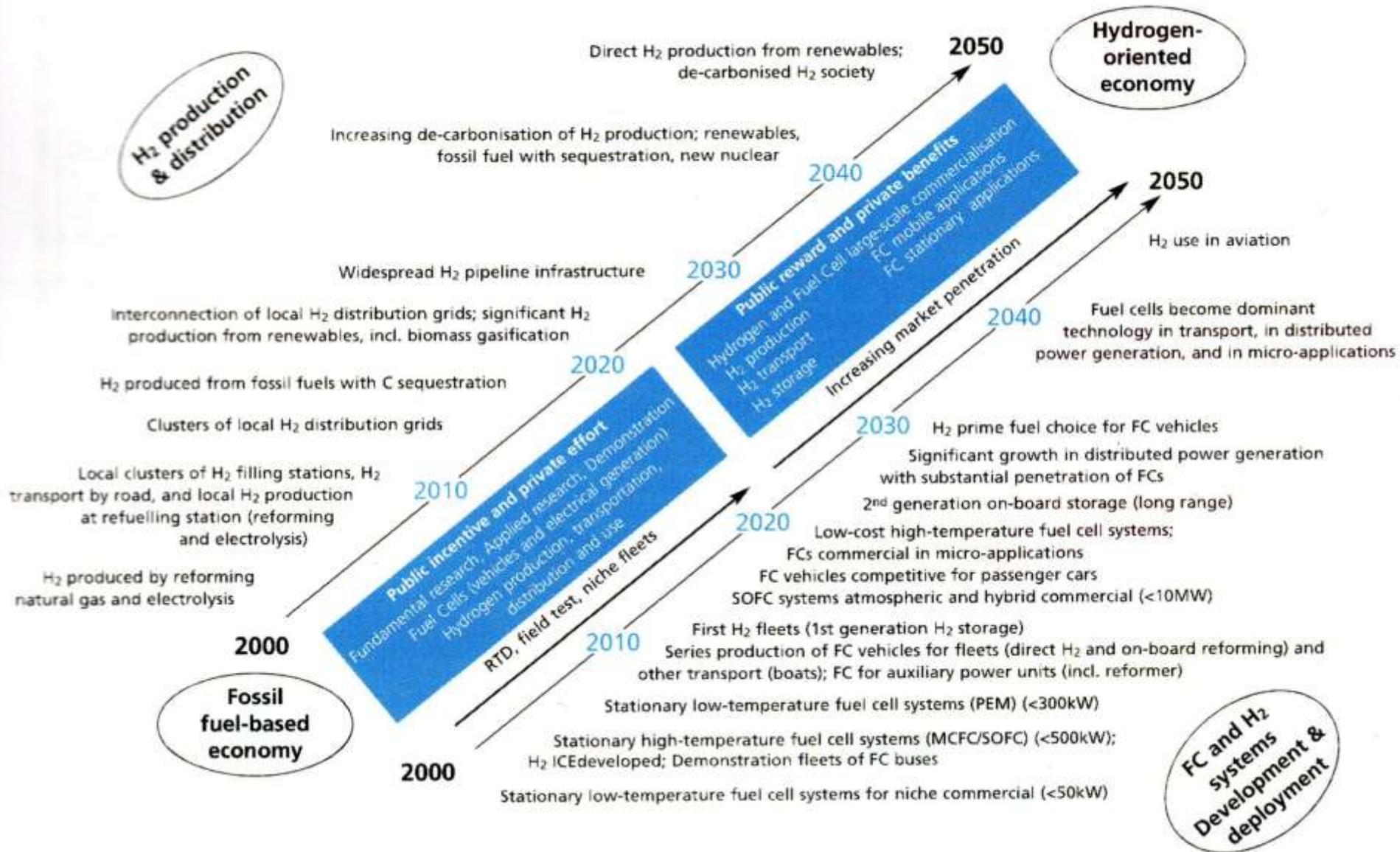
El hidrógeno es un combustible limpio y renovable. Se puede producir a partir de agua y energía solar.

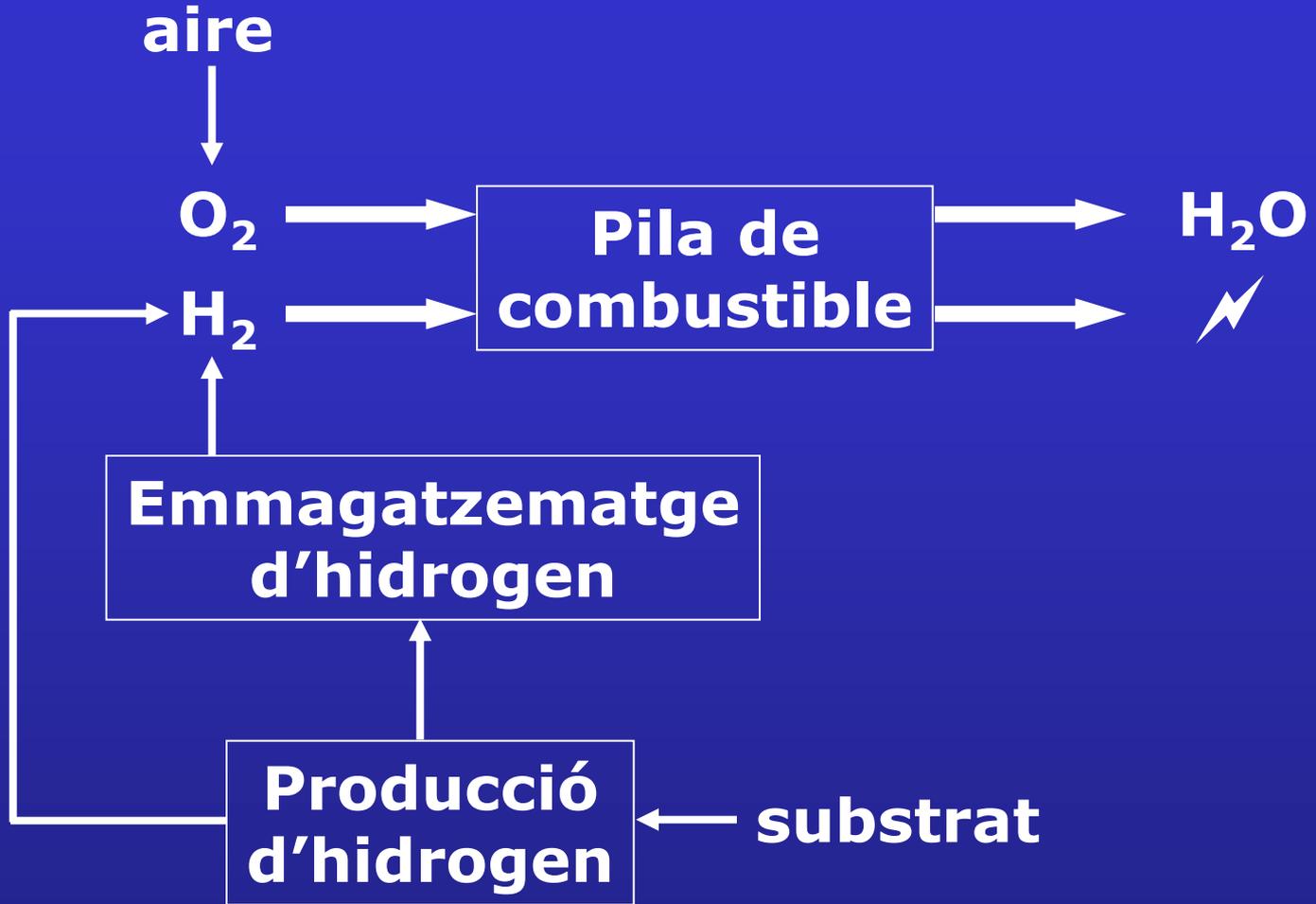


Los secretos del hidrógeno

El hidrógeno es el elemento más ligero y abundante del universo. Se puede almacenar en cilindros de alta presión.

A challenging European hydrogen vision





Ús energètic de l'H₂:

- per combustió ($\Delta H = -241,8 \text{ kJmol}^{-1}$)
- en piles de combustible





turbina de hidrógeno

Separación del depósito de hidrógeno y oxígeno



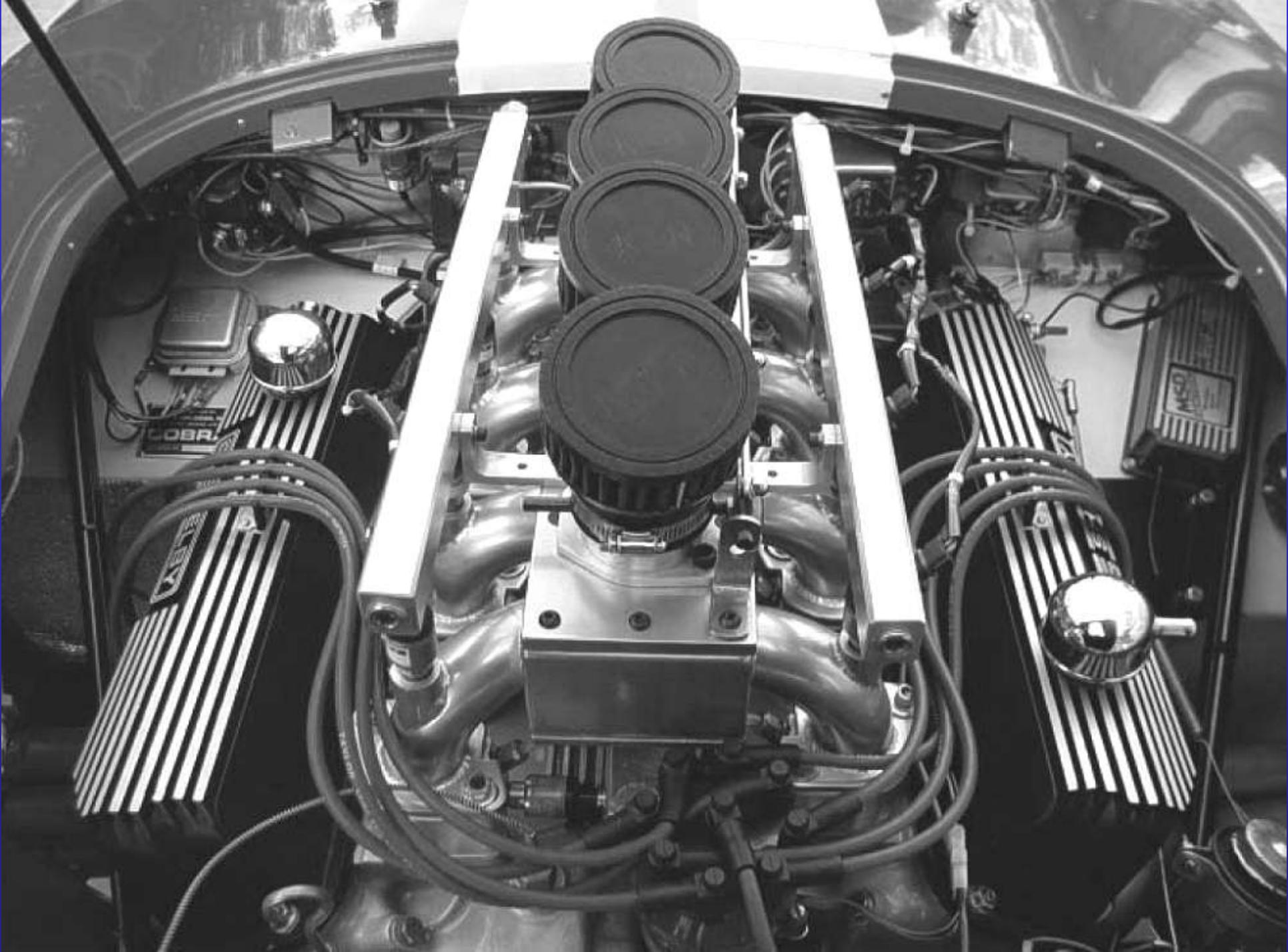
Separación de los motores convencionales

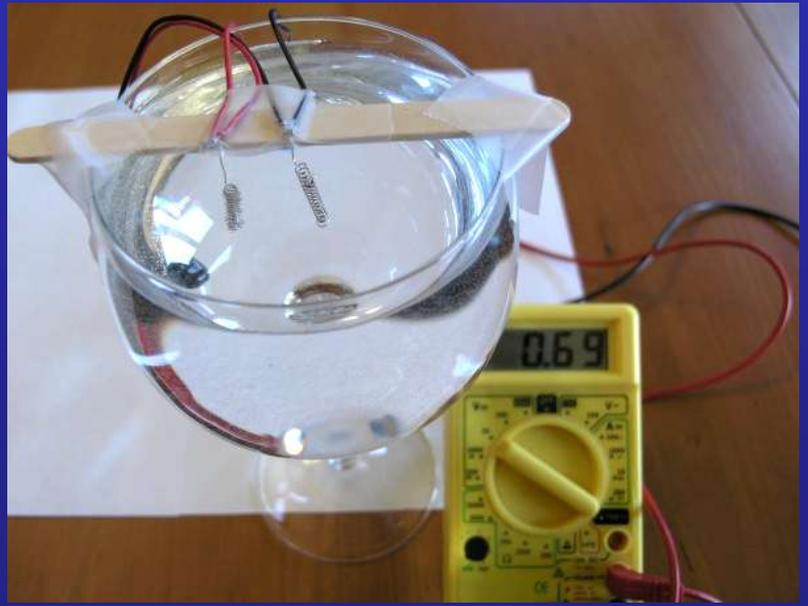
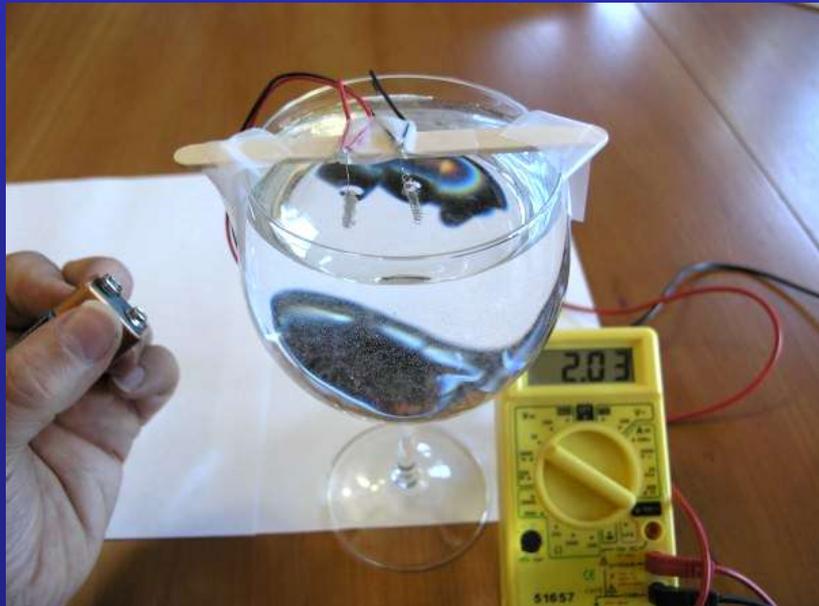
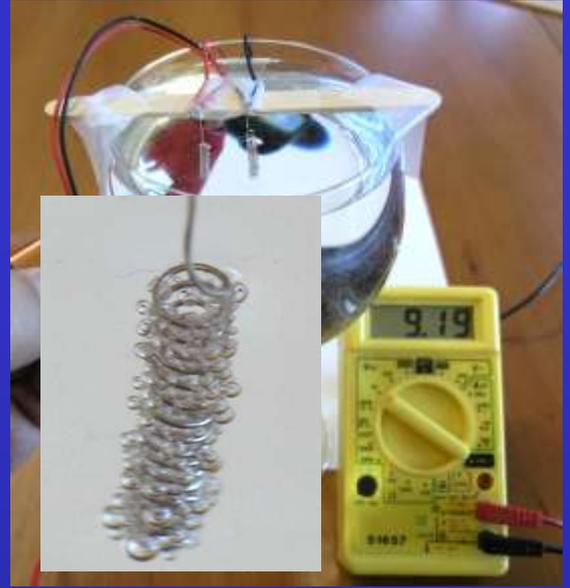
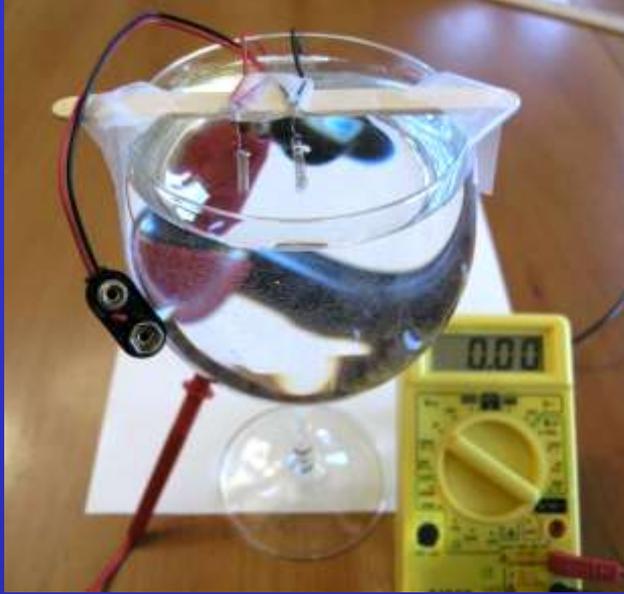
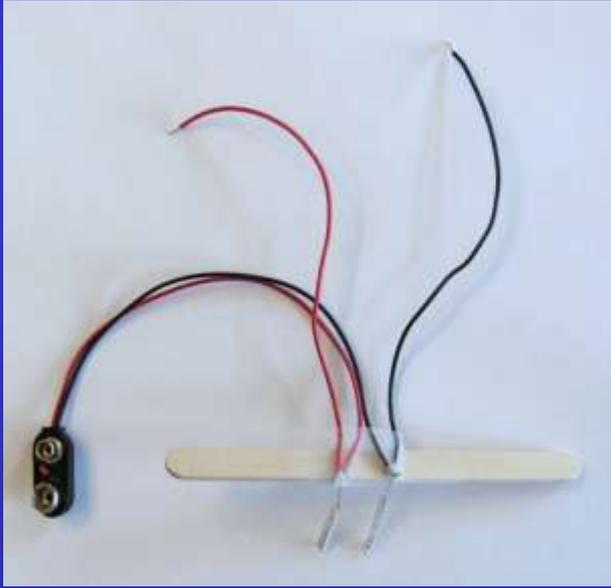


Space Shuttle en órbita

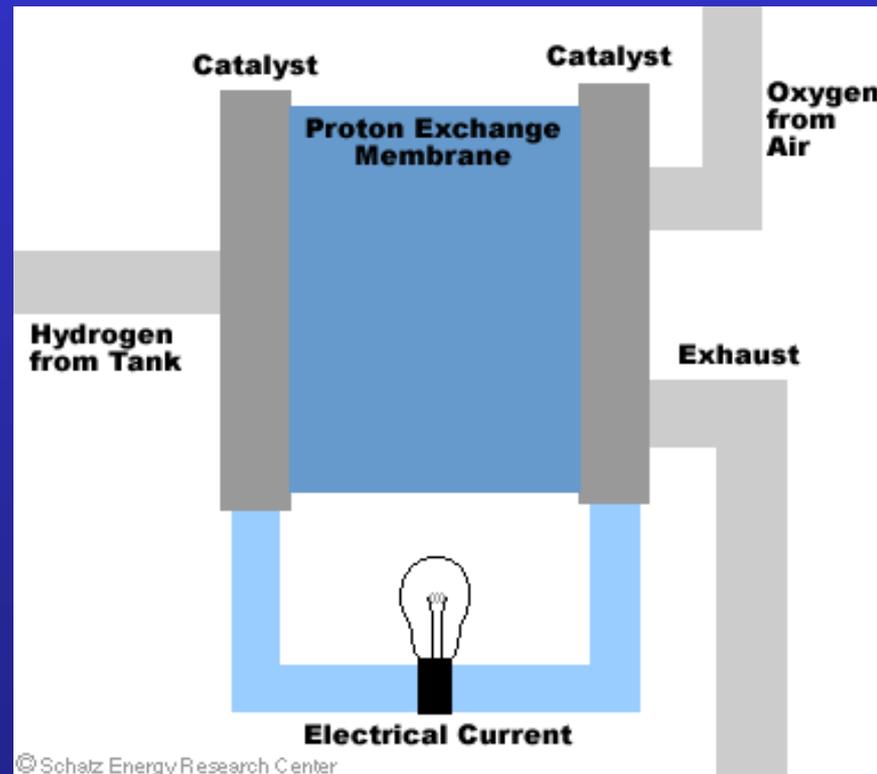


Despegue





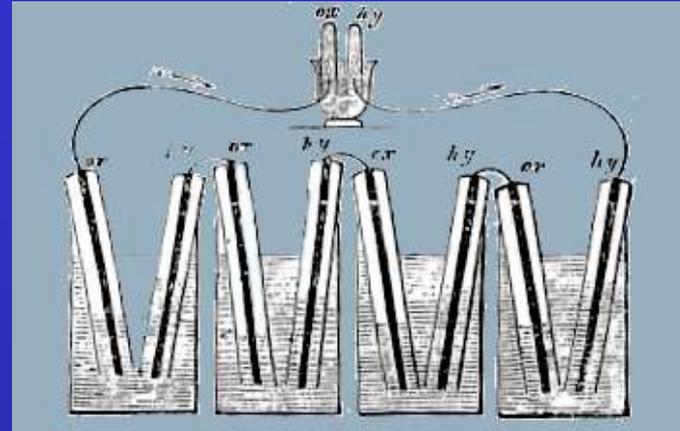
Les piles de combustible transformen l'energia d'una reacció química directament en electricitat (i calor)



PEMFC

1839: s'inventa la pila de combustible

William Grove



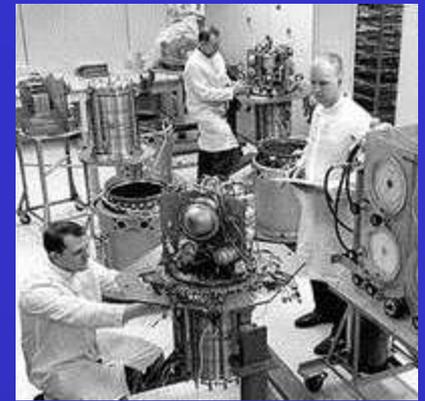
1889: primer intent de produir energia

Ludwig Mond-Charles Langer

1932: primera pila de combustible operativa

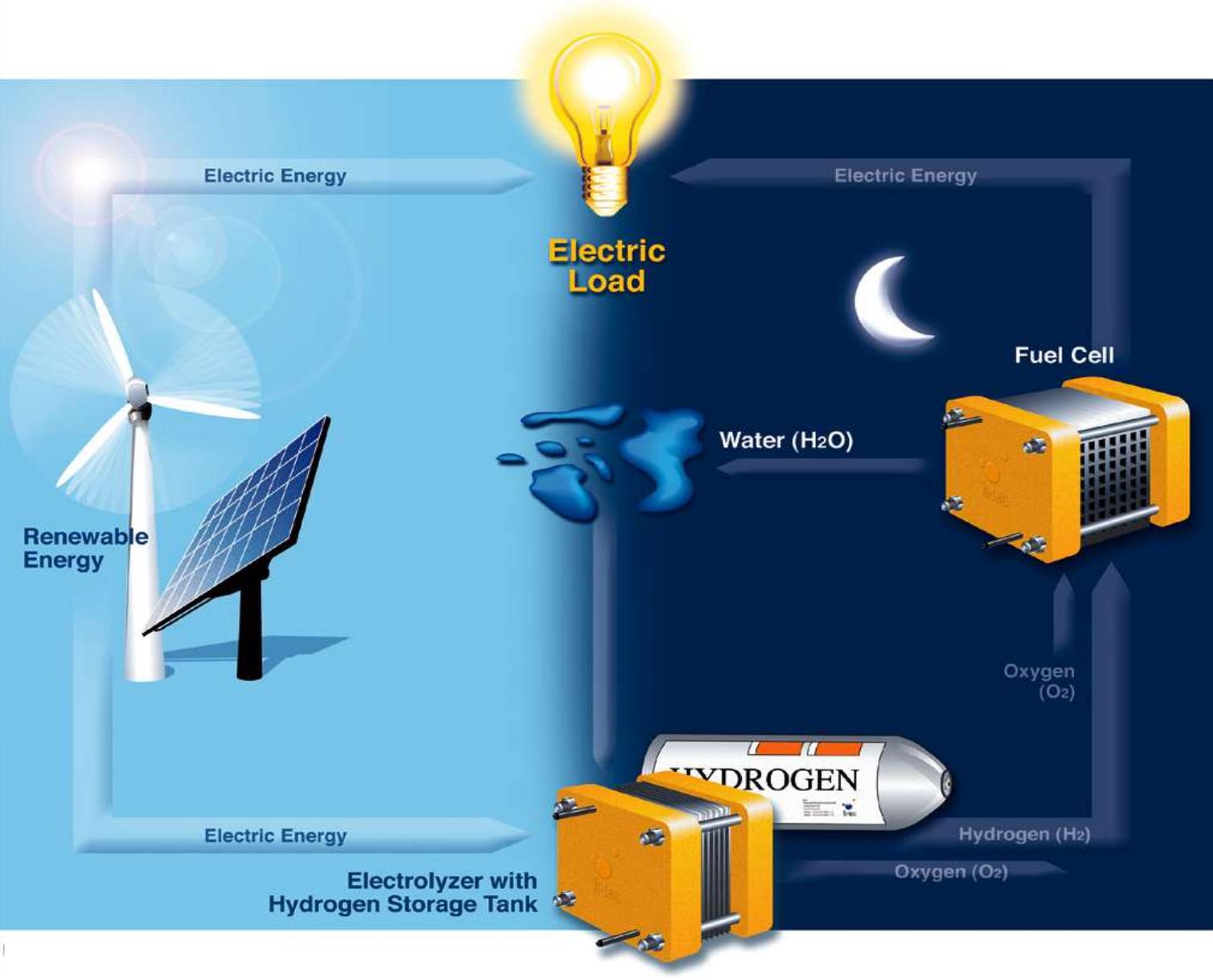
Francis Bacon

1960: primera aplicació NASA



Space shuttle AFC, 12 kW

I. Aplicacions estacionàries:





Vaillant, 1-4,5 kW

Ballard 250 kW



Long Island, 2001



UTC 200 kW

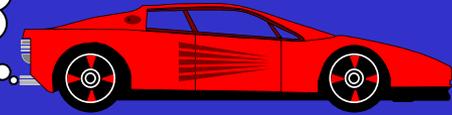


CA0479

Alaska, 2005

II. Aplicacions mòbils:

H₂O



Vehicles d'emissió zero:



Austin A40, 1970 AFC
Dr. Karl Kordesch
Union Carbide, Ohio

- Daimler-Benz/Ford/Ballard



- Toyota



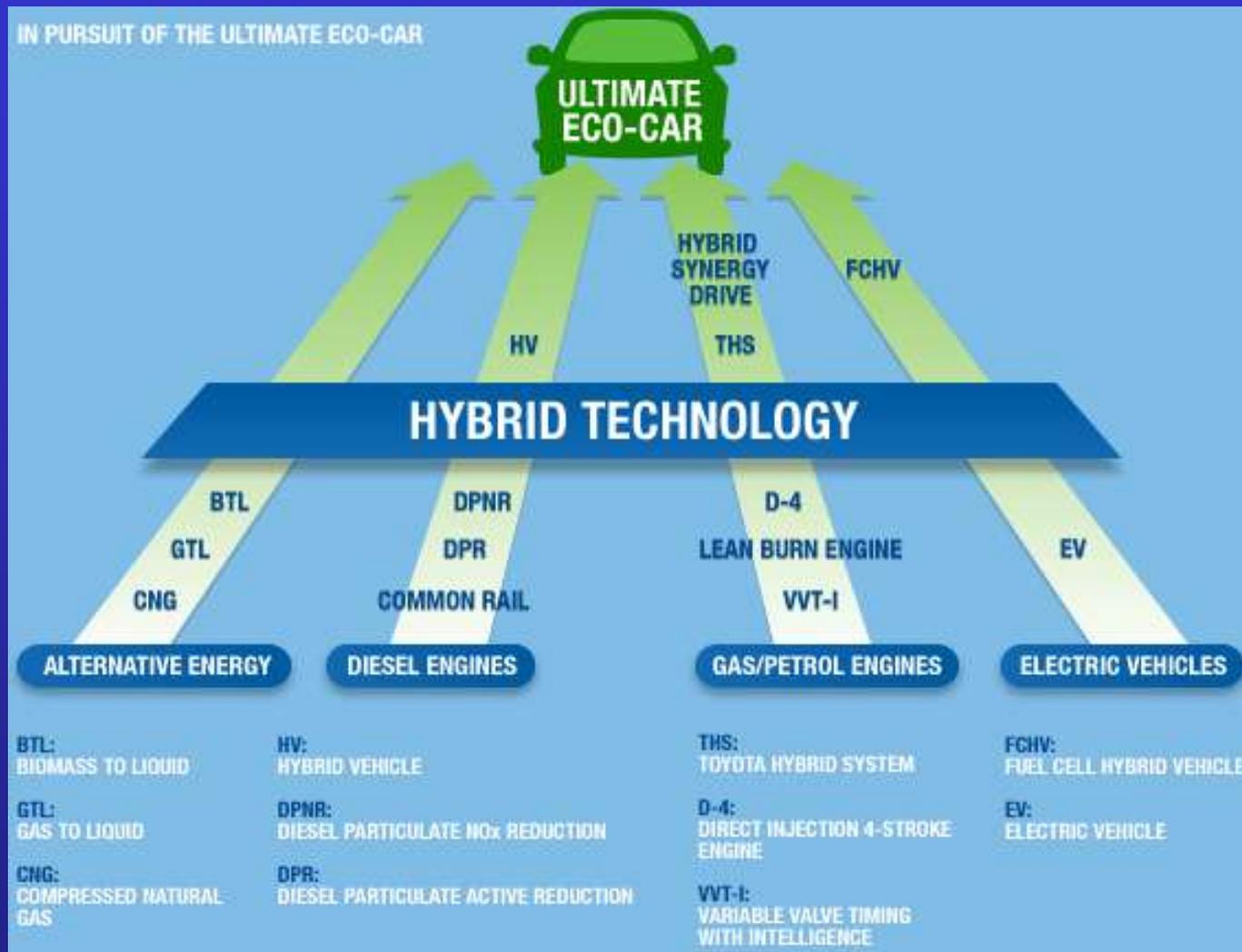
- Honda



- General Motors/Opel/Exxon



Vehicles híbrids:



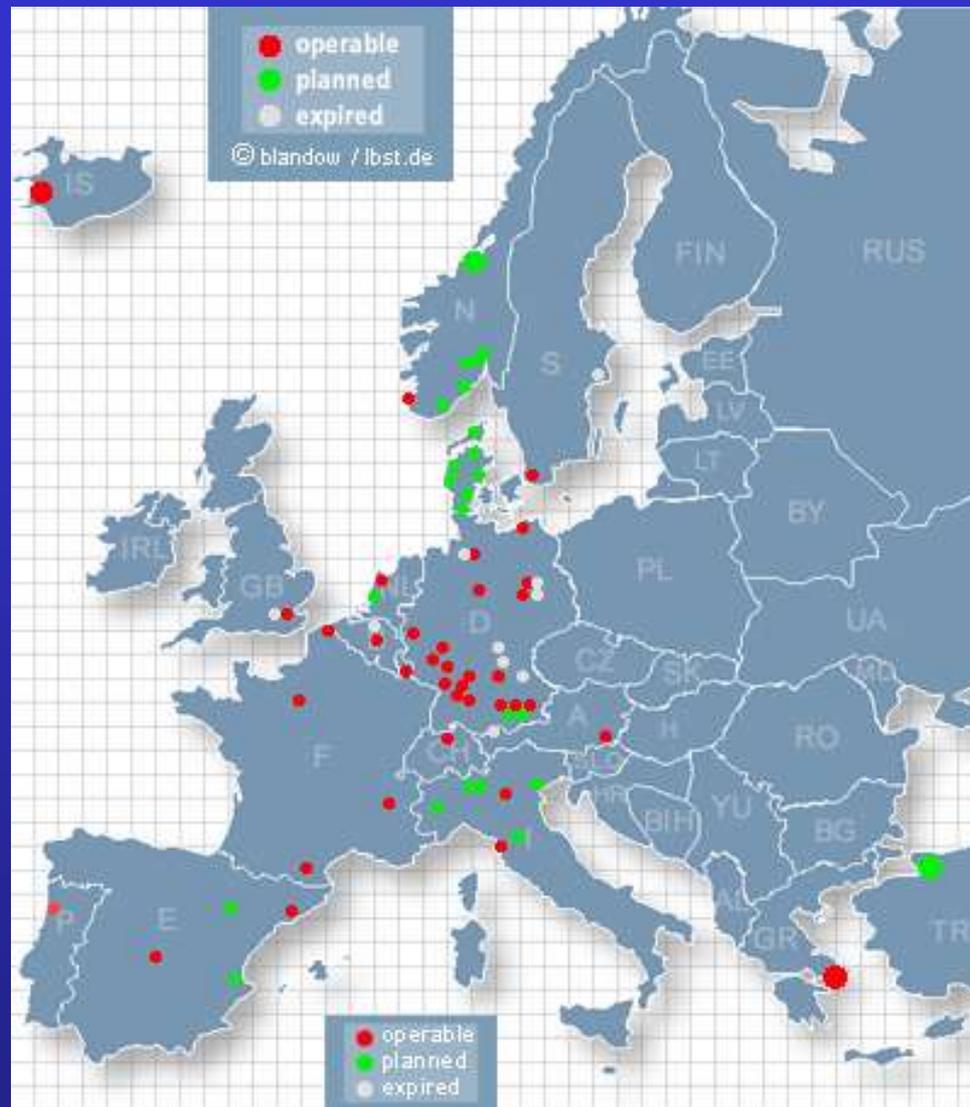


Islàndia, abril 2003

Worldwide Hydrogen Refuelling Stations



Current number of database entries: **227**



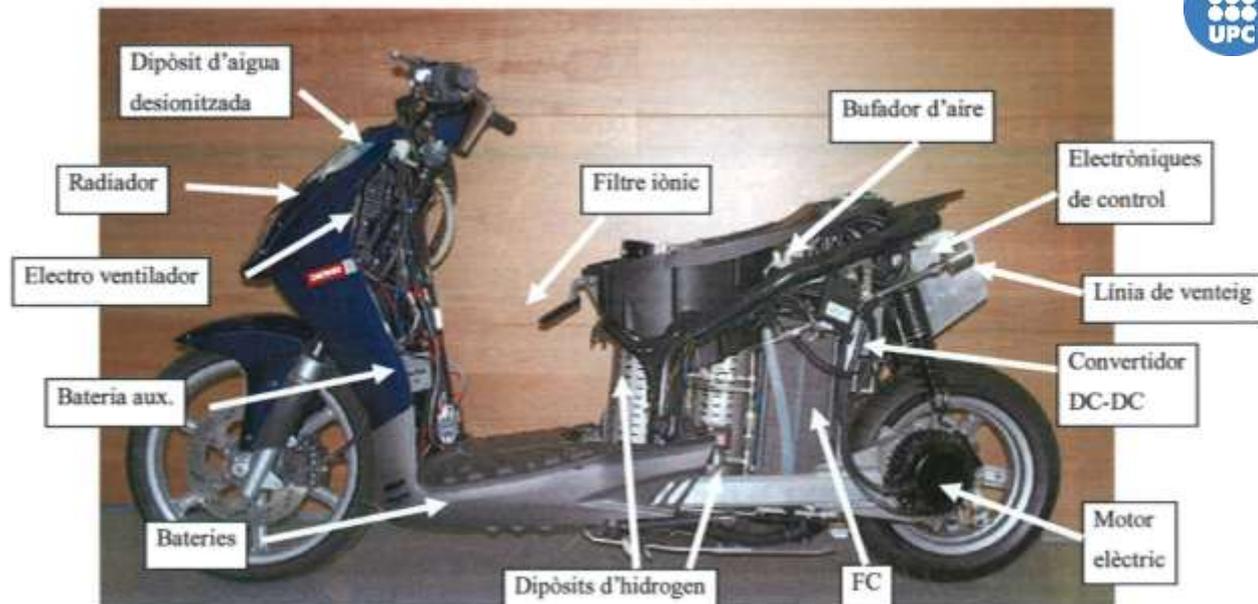


Manhattan Scientifics, 2002



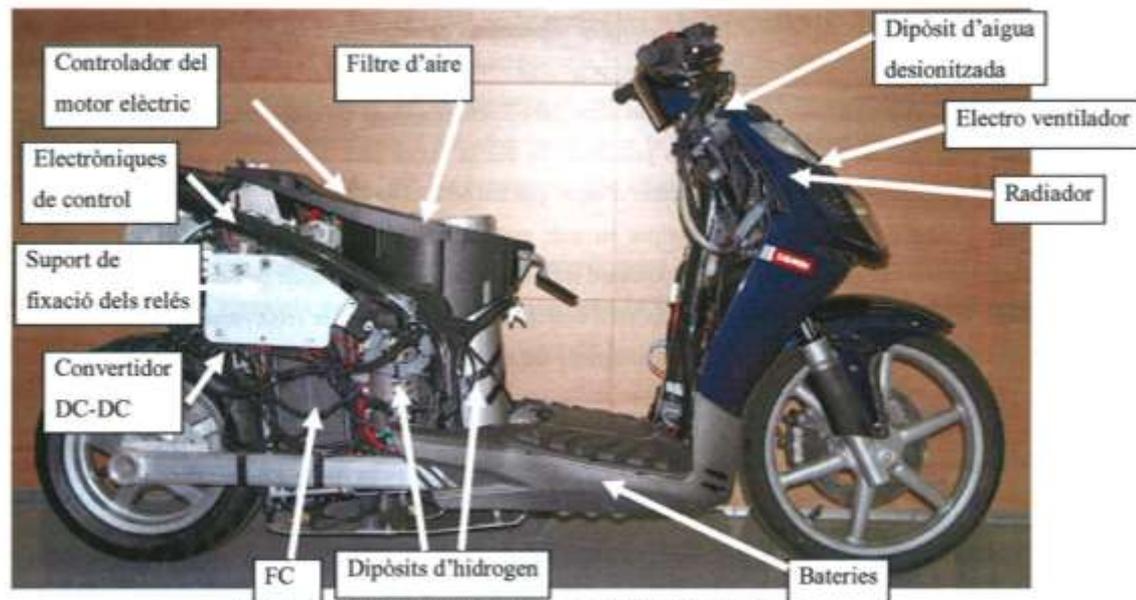
Honda, 2005

3.5.1 Lateral esquerra



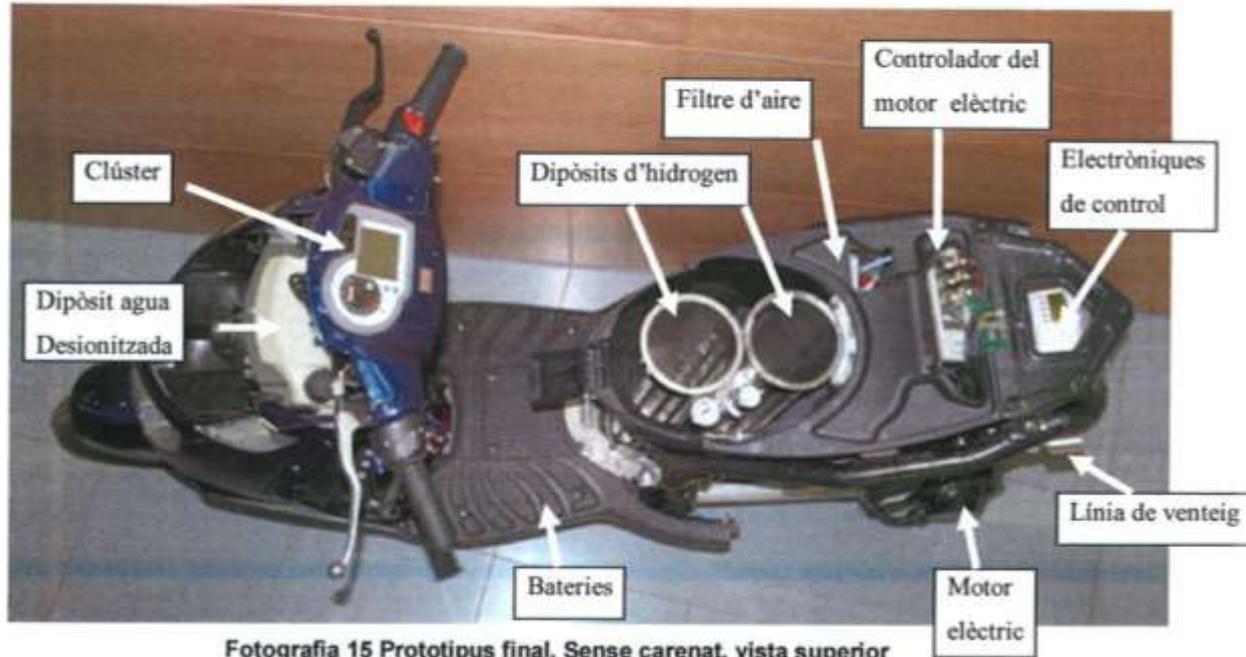
Fotografia 13 Prototipus final. Sense carenat, vista esquerra

3.5.2 Lateral dret



Fotografia 14 Prototipus Final. Sense carenat, vista dreta

3.5.3 Vista superior



Fotografia 15 Prototipus final. Sense carenat, vista superior



Fotografia 10 Pila PEM AJUSA



Fotografia 12 Tauler del prototipus final



Aprilia, abril 2003
45 km/h
1,2 kW PEMFC

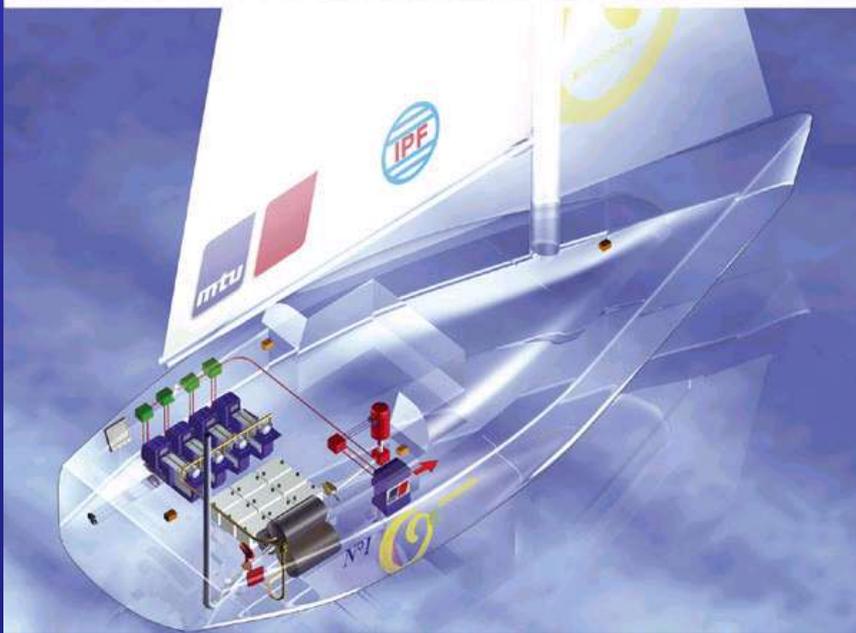


FASTec, 2003



DoD, 2004





MTU, 2003









U31, Alemanya, 2003

Autobusos urbans a Los Angeles, Chicago, Munich, Vancouver, Tòquio...



AUTOBUSOS AMB FUTUR | UNA APOSTA FERMA

NETS I MODERNS

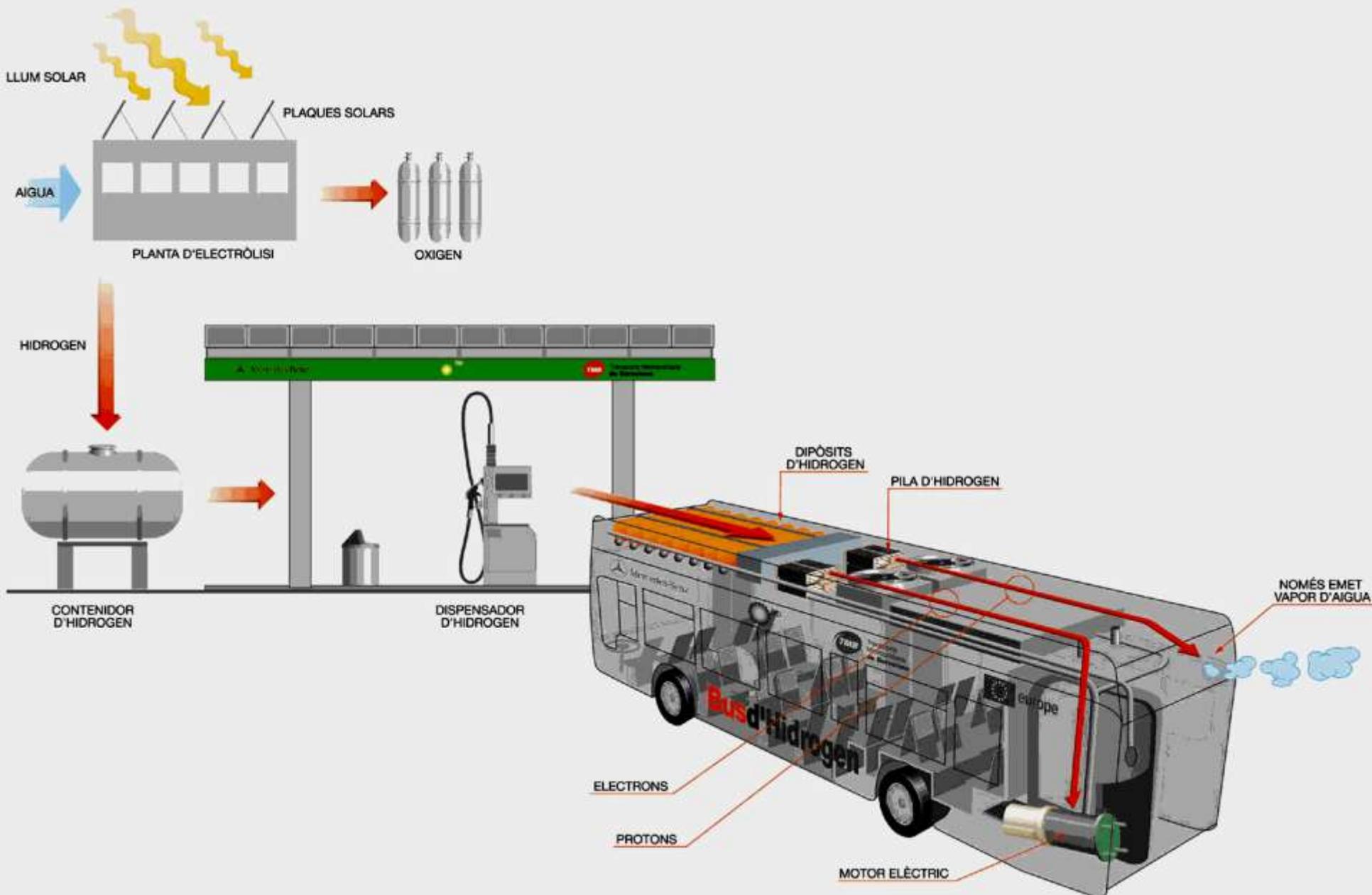
La recent entrada en servei de tres autobusos propulsats per hidrogen reflecteix la determinació de Transports Metropolitans de Barcelona per millorar i fer més ecològica la seva nombrosa flota.

FERHAN NADEU



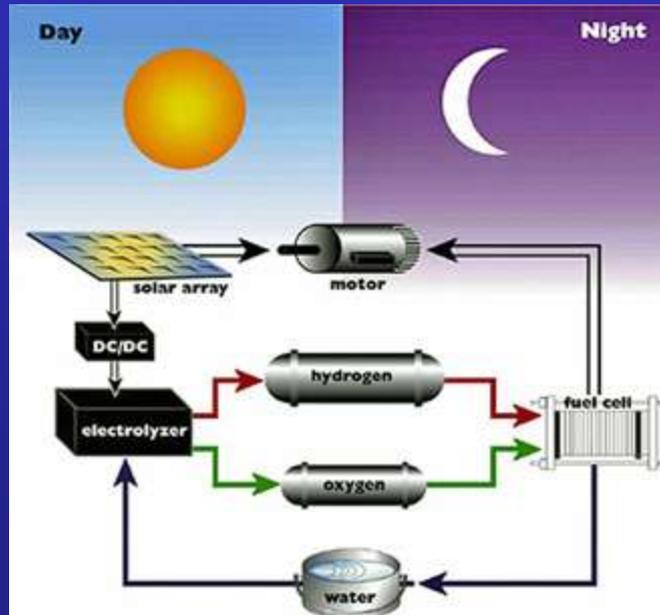
■ **Ecològic** Un dels tres Mercedes Citaro de pila d'hidrogen de TMB, davant de l'estació de BP on reposten.

El Periódico, 7 de desembre de 2003

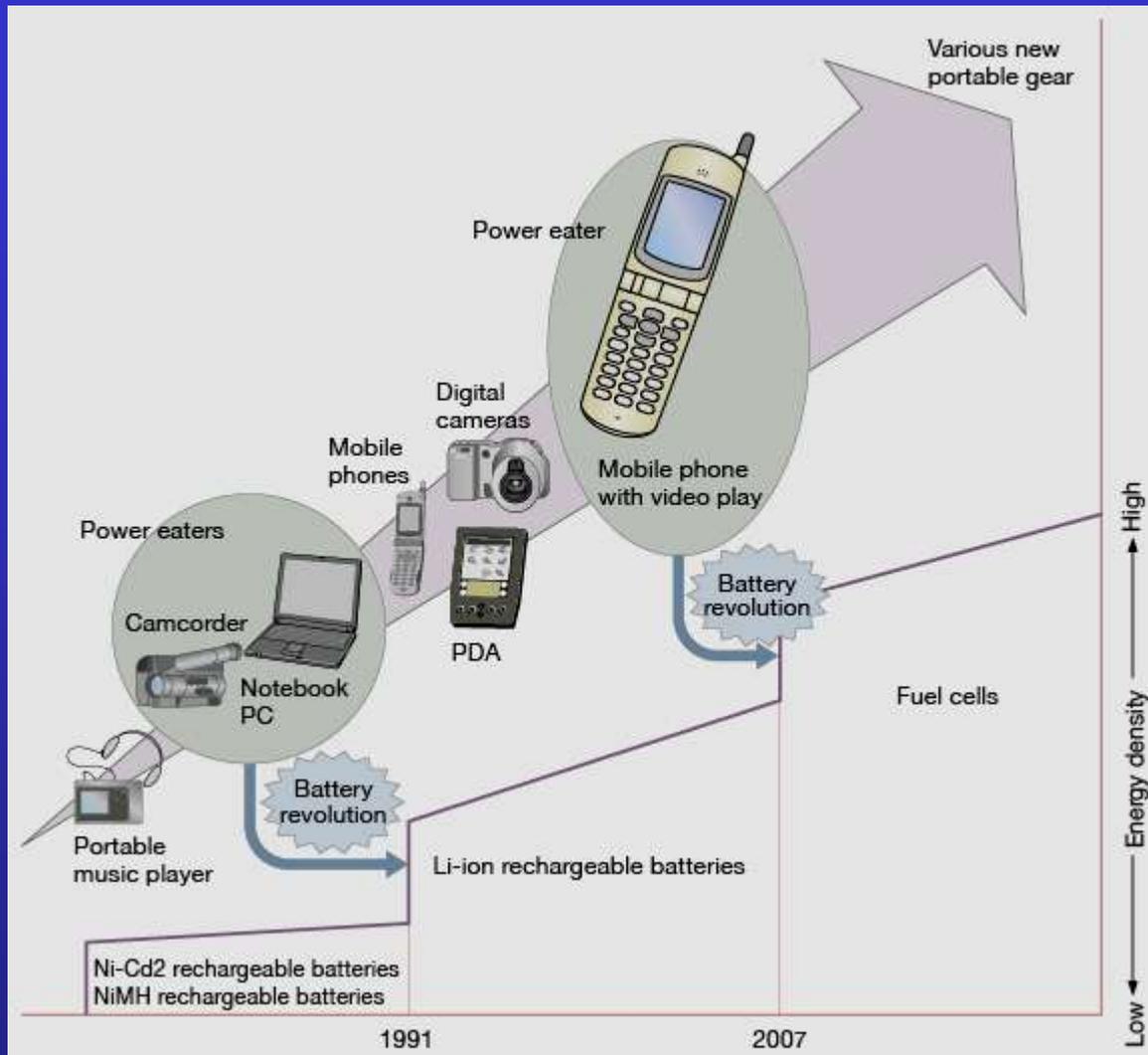


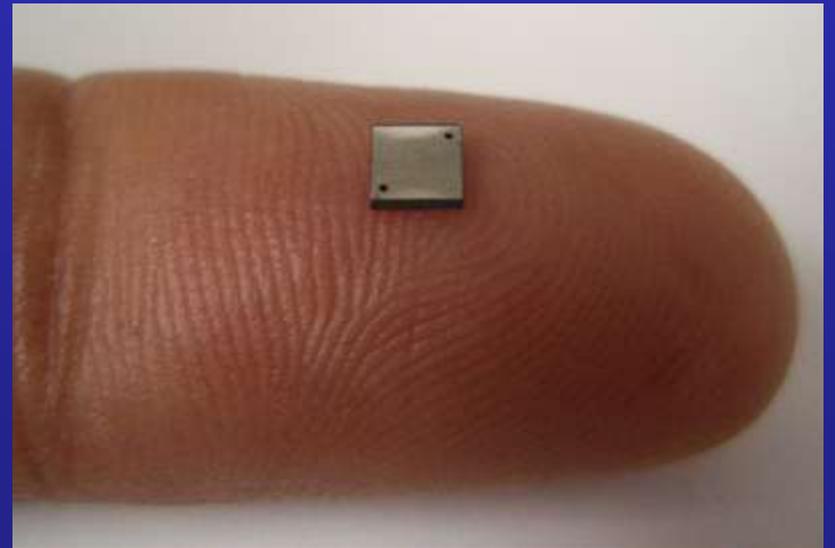
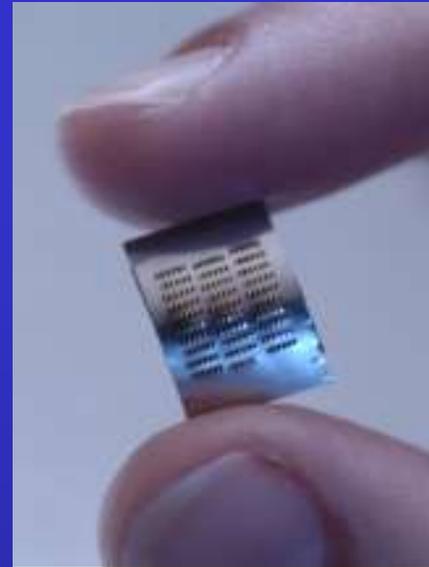
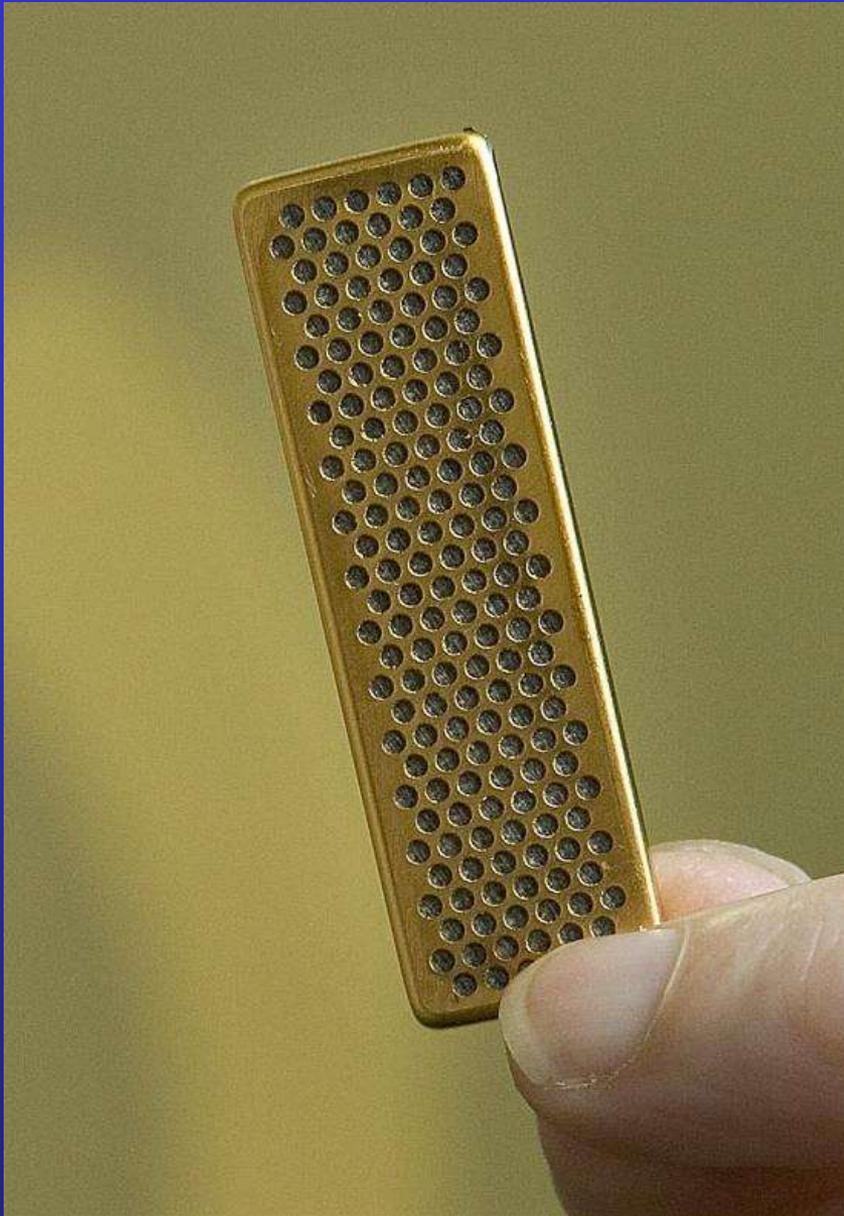


Helios (NASA)



III. Aplicacions portàtils:







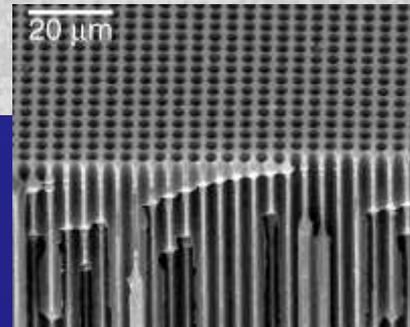
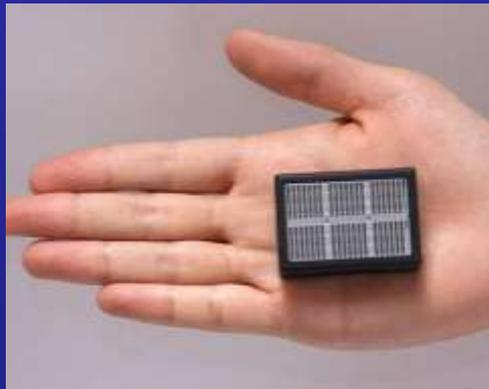
Casio (DMFC, 20h seguides)



LG



KDDI (DMFC, 320h seguides!)



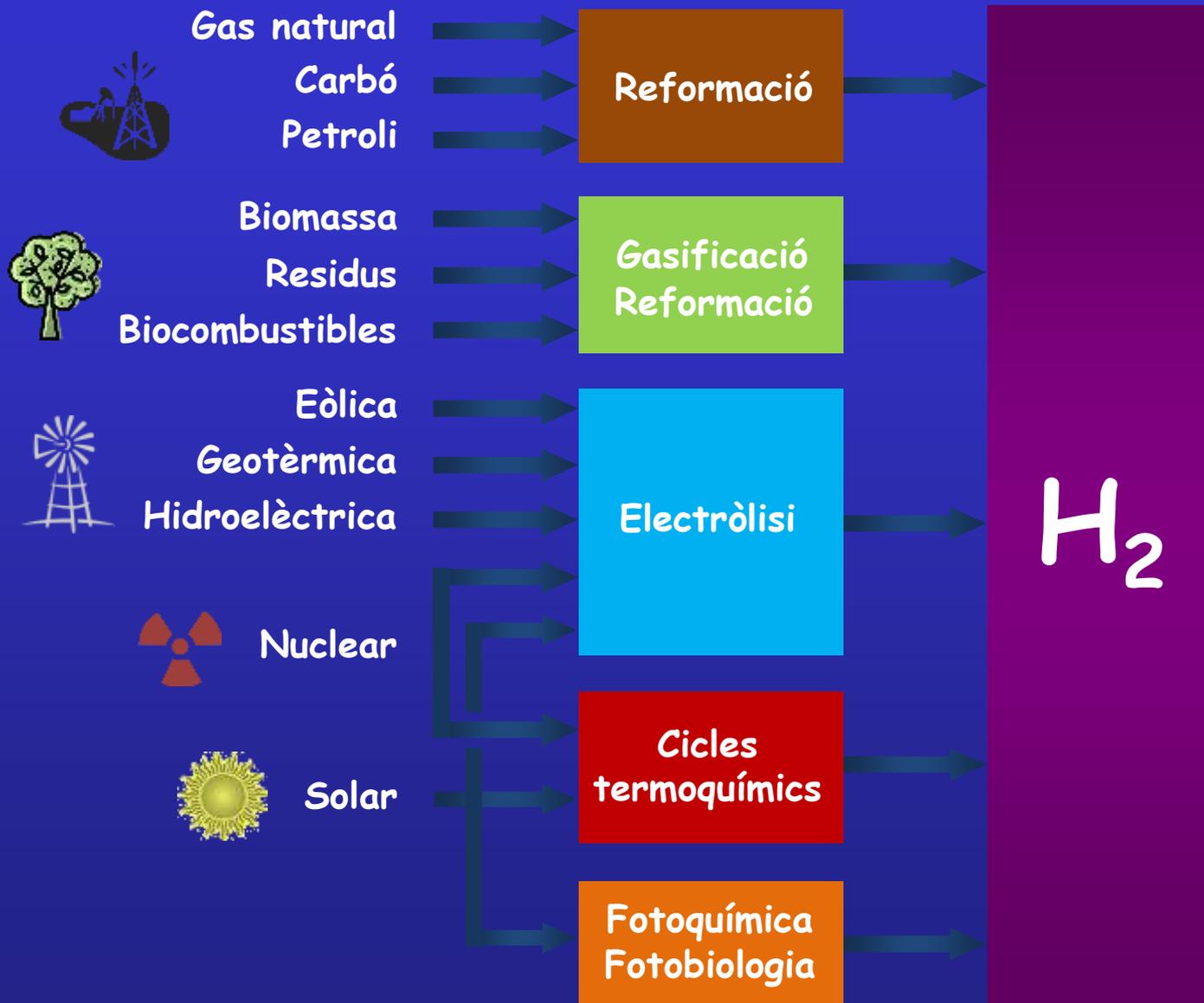
Vector energètic

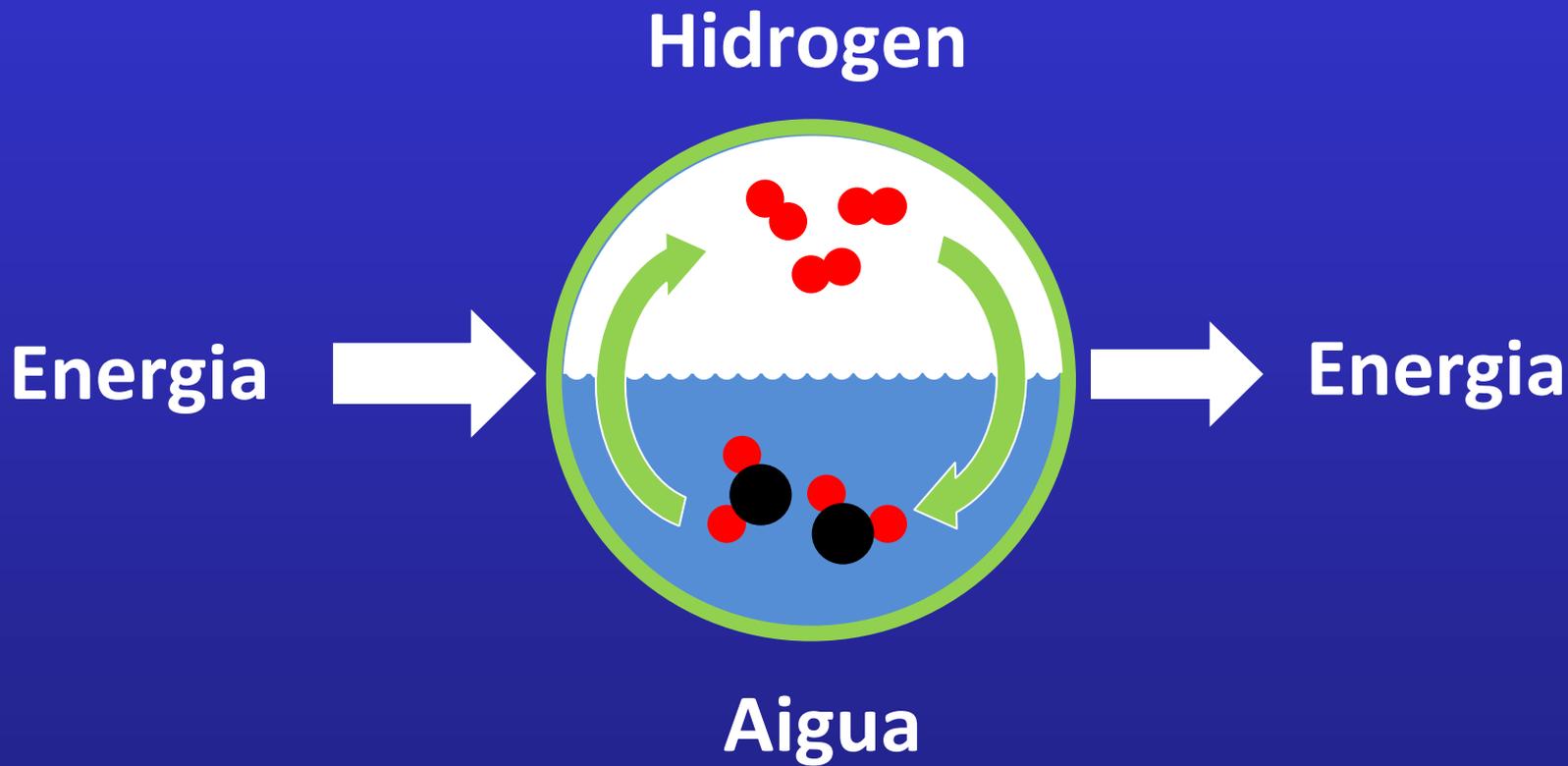
extracció física

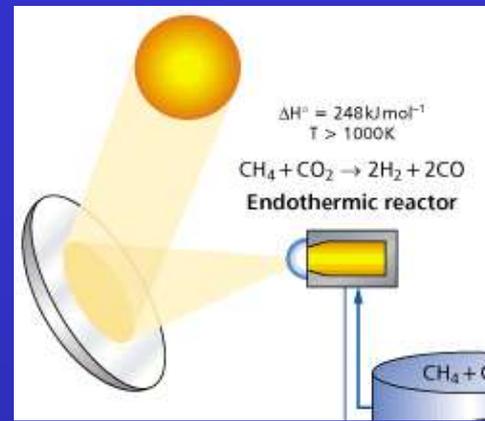
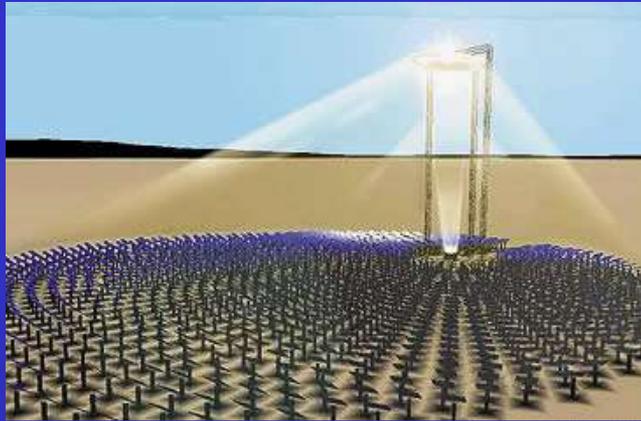
extracció química

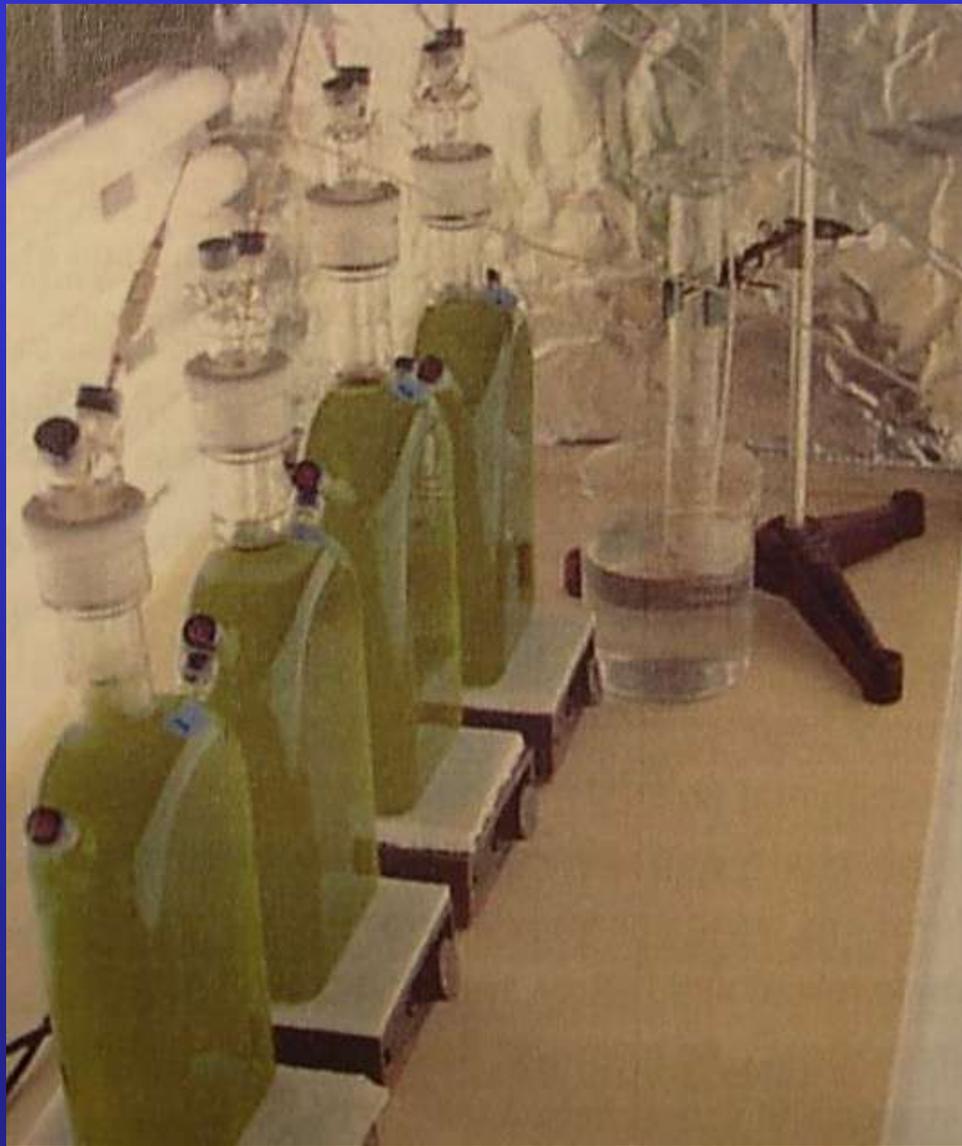


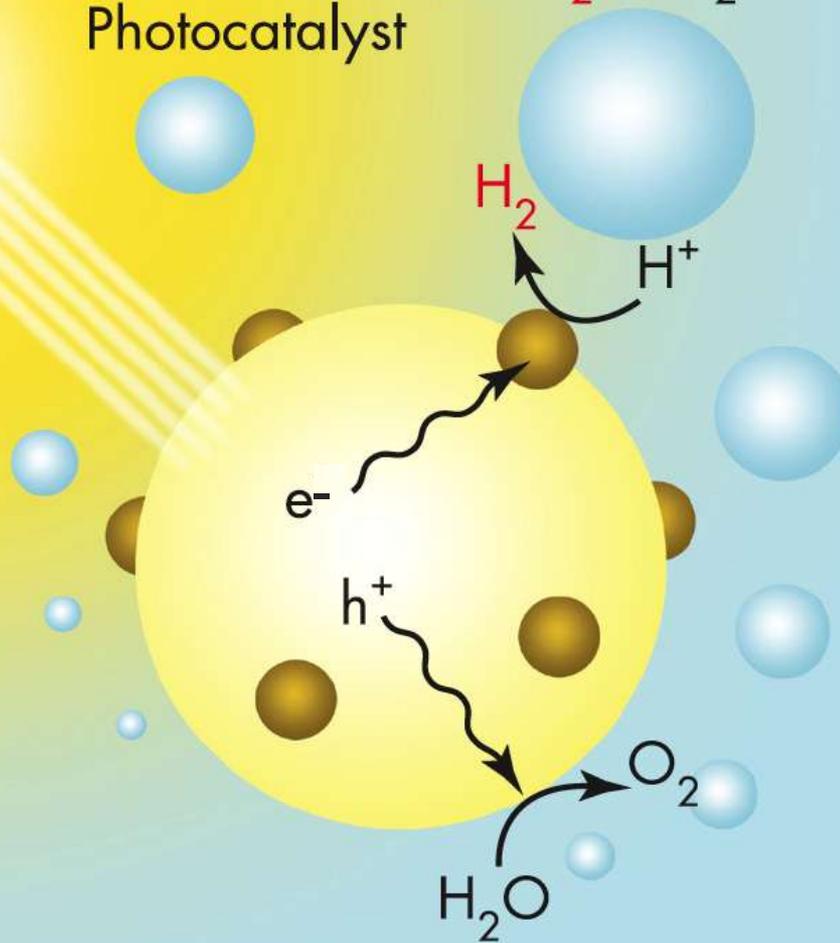
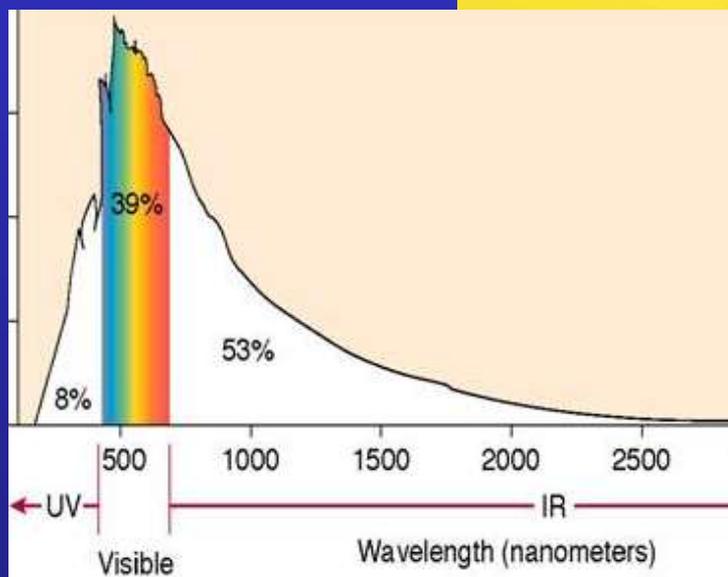
C/H: 9:1 1,5:1 1:2 1:4 0:1





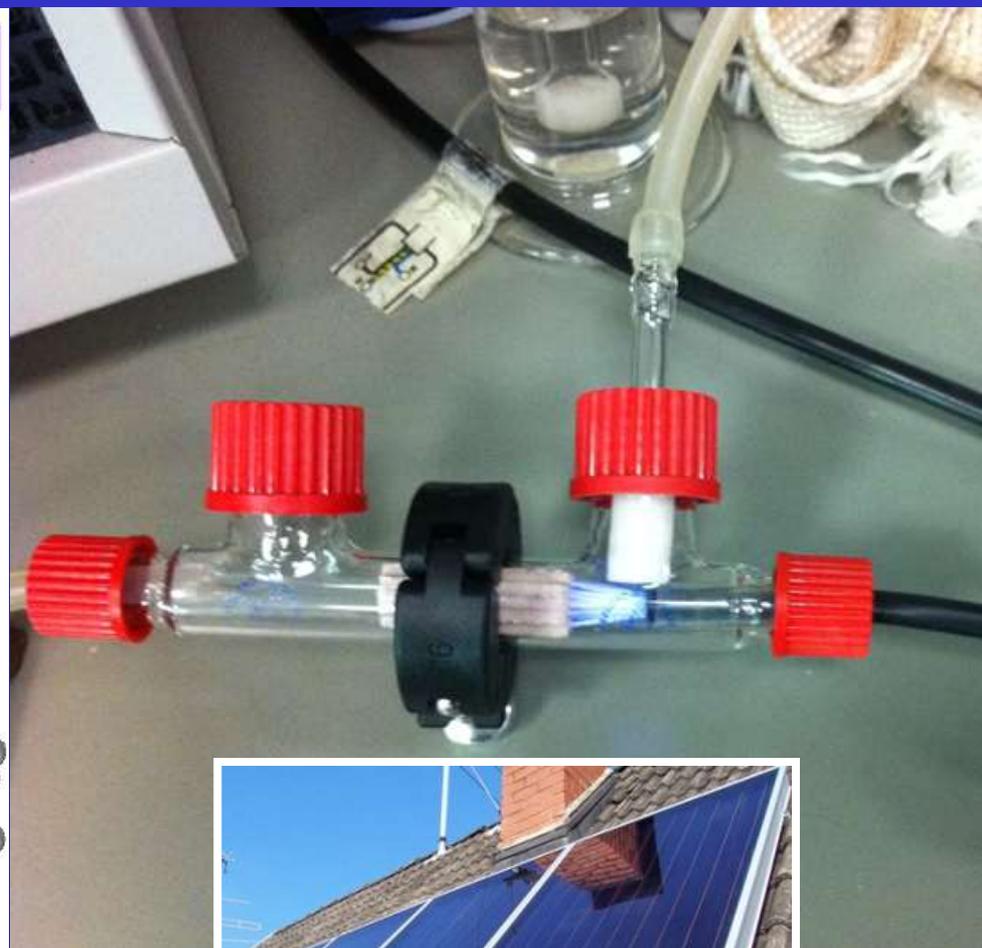
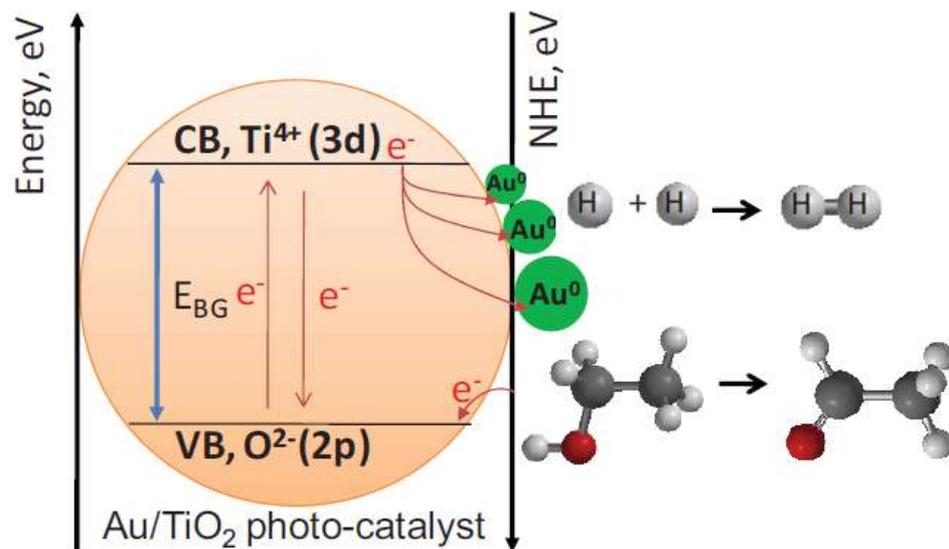




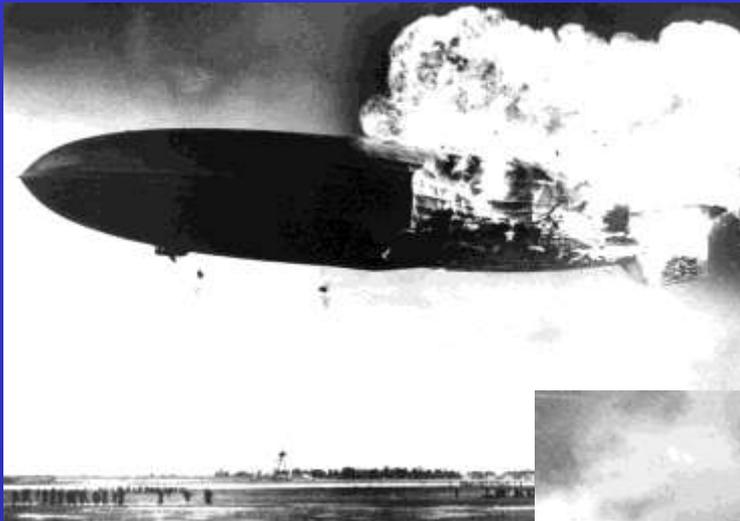


The effect of gold loading and particle size on photocatalytic hydrogen production from ethanol over Au/TiO₂ nanoparticles

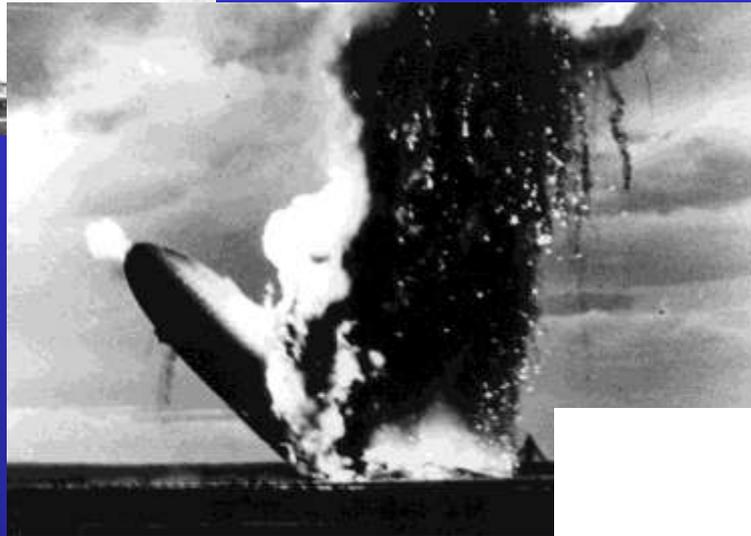
M. Murdoch^{1,2}, G. I. N. Waterhouse³, M. A. Nadeem^{1,2,3}, J. B. Metson³, M. A. Keane⁴, R. F. Howe⁵, J. Llorca³ and H. Idriss^{1,2,*}



És perillós l'hidrogen?



Hindenburg, 1937



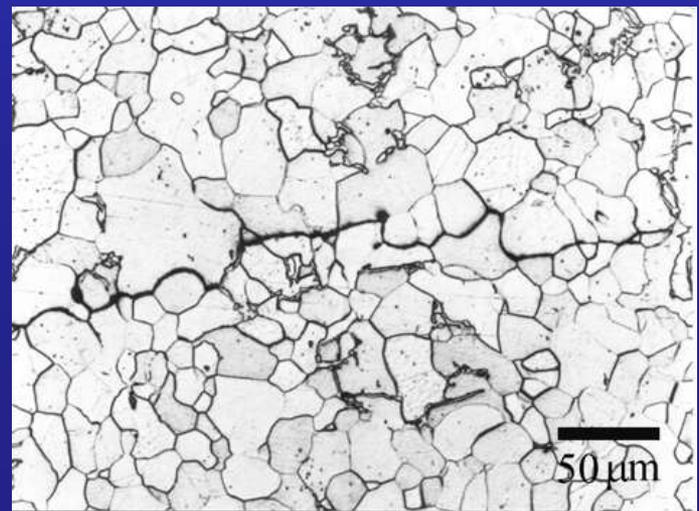
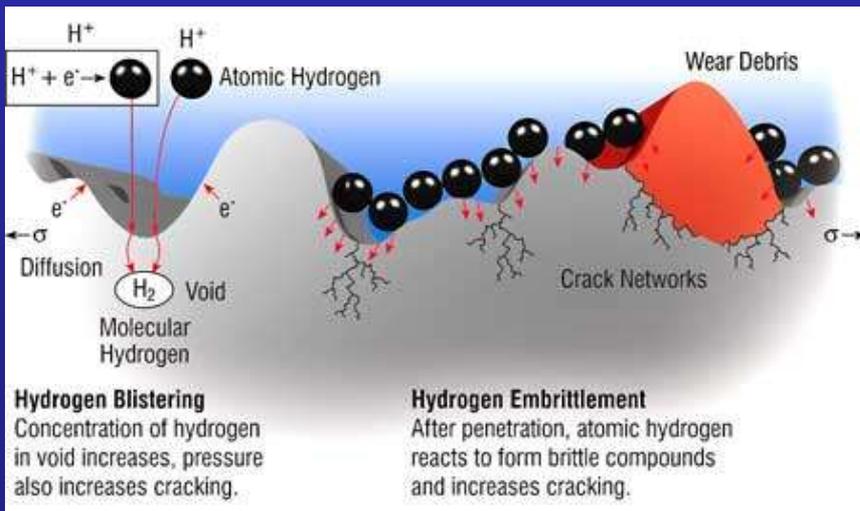
Mescles en aire	inflamable	explosiu
hidrogen	4 %	13 %
benzina	1 %	1,1 %
metà	5,3 %	6,3 %

índex de perillositat:

propà > benzina > hidrogen = gas natural

Exercici 15. Quina de les dues situacions d'incendi és més perillosa?









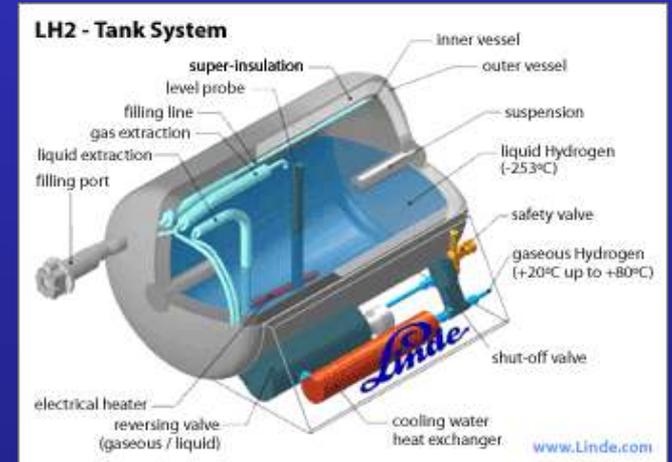
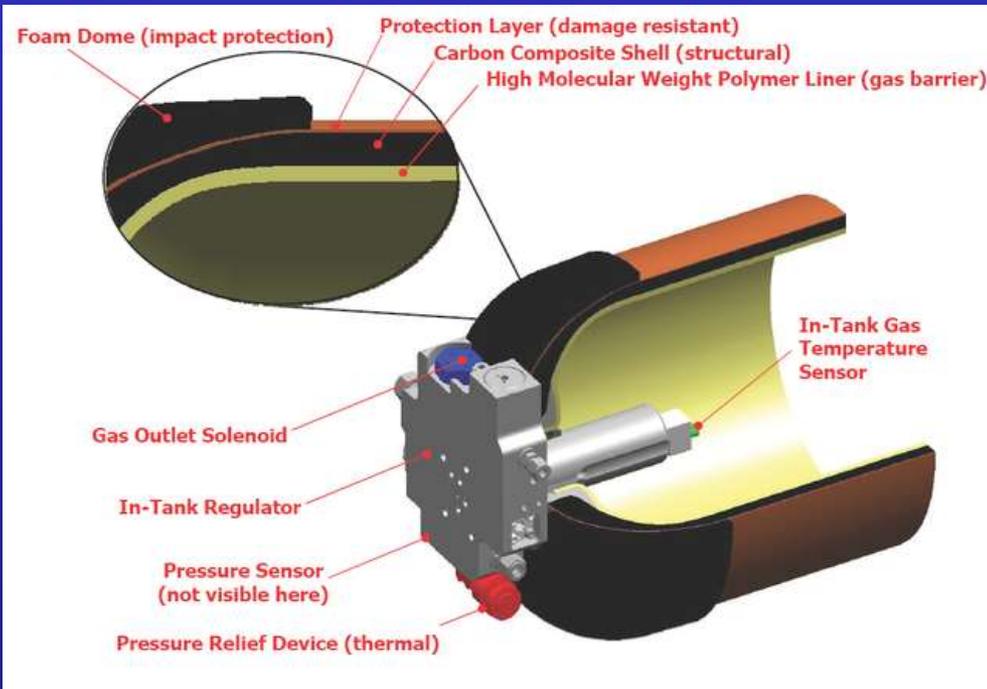
H₂ comprimit



Quantum, 350 bar



GM, 700 bar



Linde

Quantum



H₂ líquid



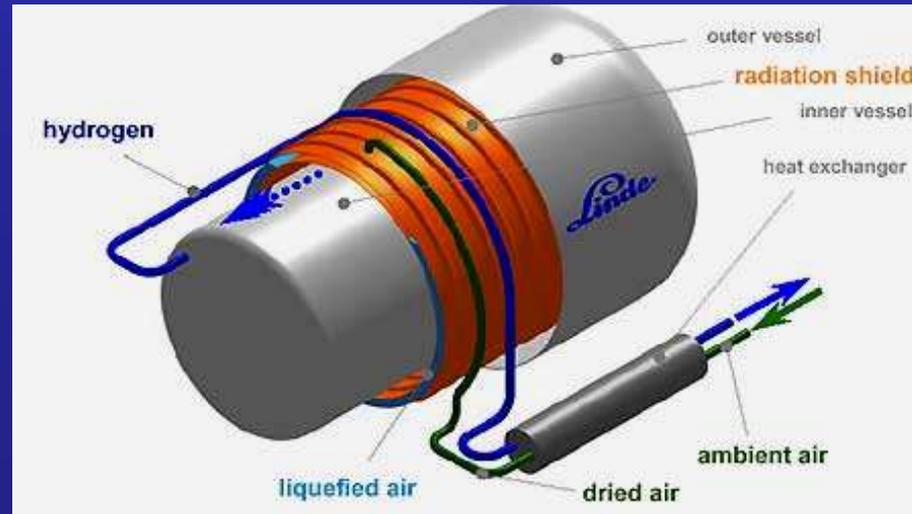
H₂ líquid



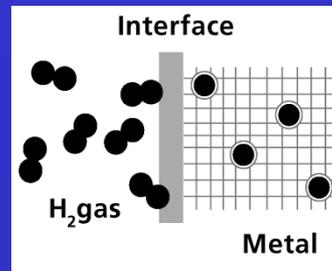
BMW, -235°C



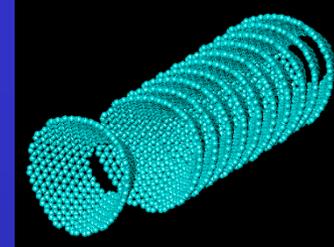
Munich



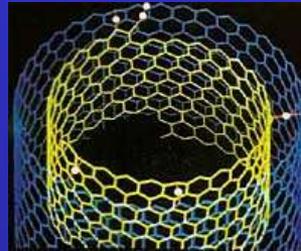
- aliatges metàl·lics



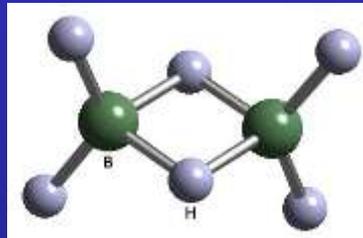
- materials amorfs (C, BAMs)



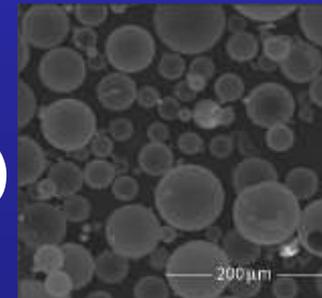
- nanotubs (C, BN)



- hidrurs

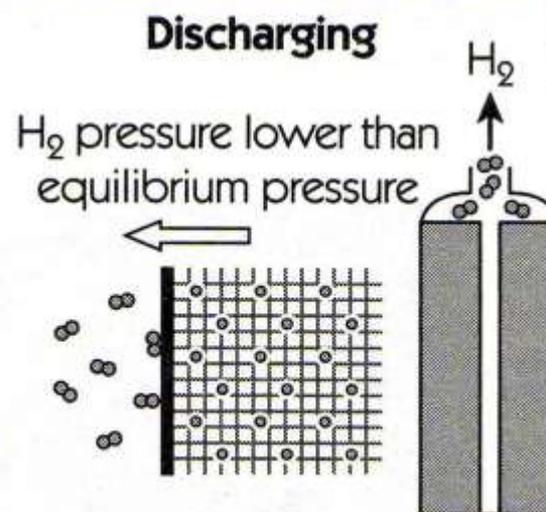
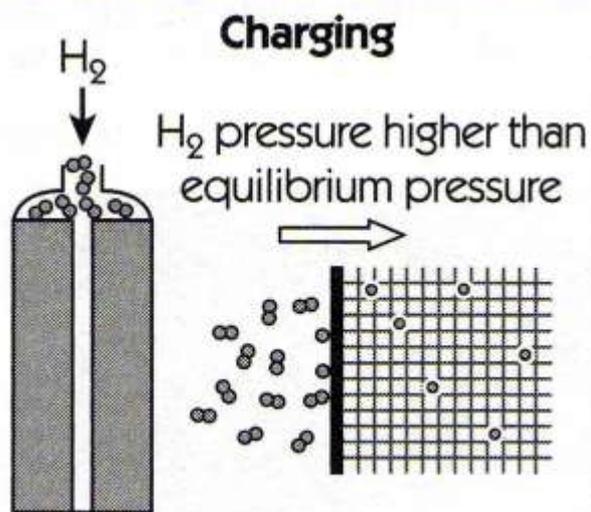
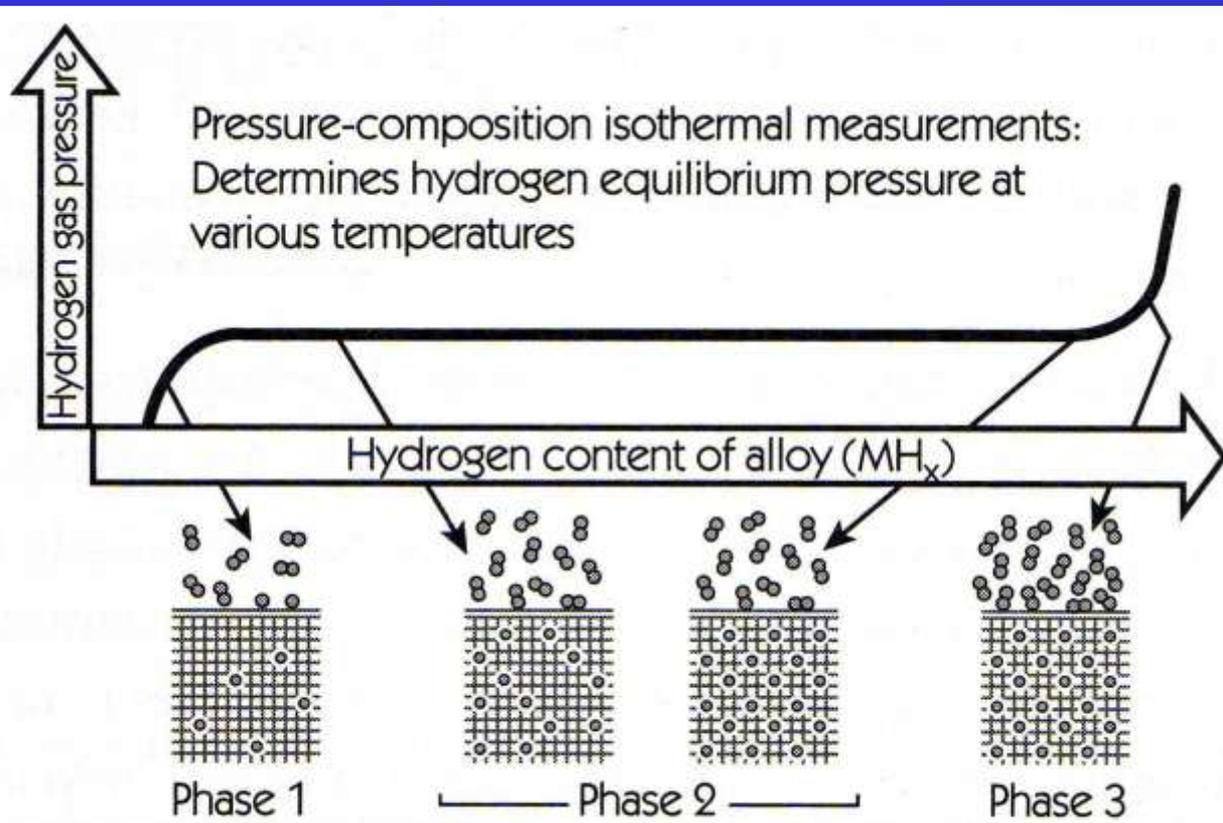


- microesferes (vidre, polímers)



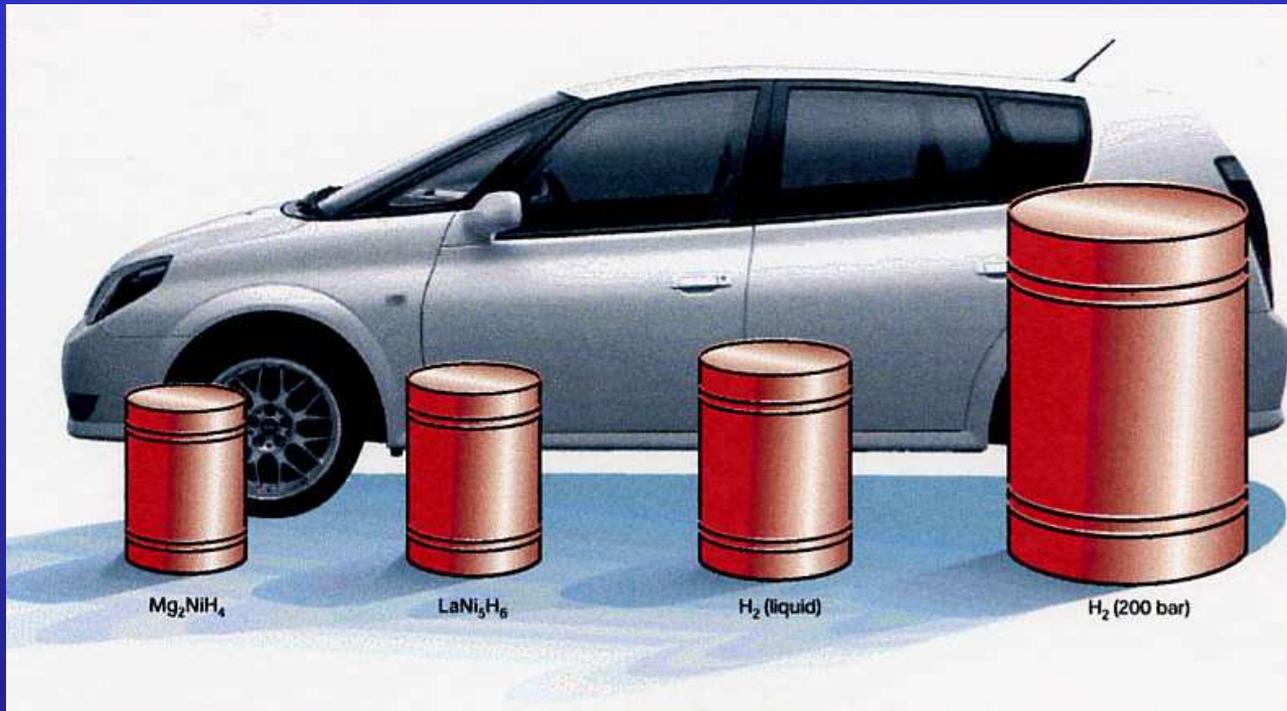
- híbrids orgànics-inorgànics (MOFs)







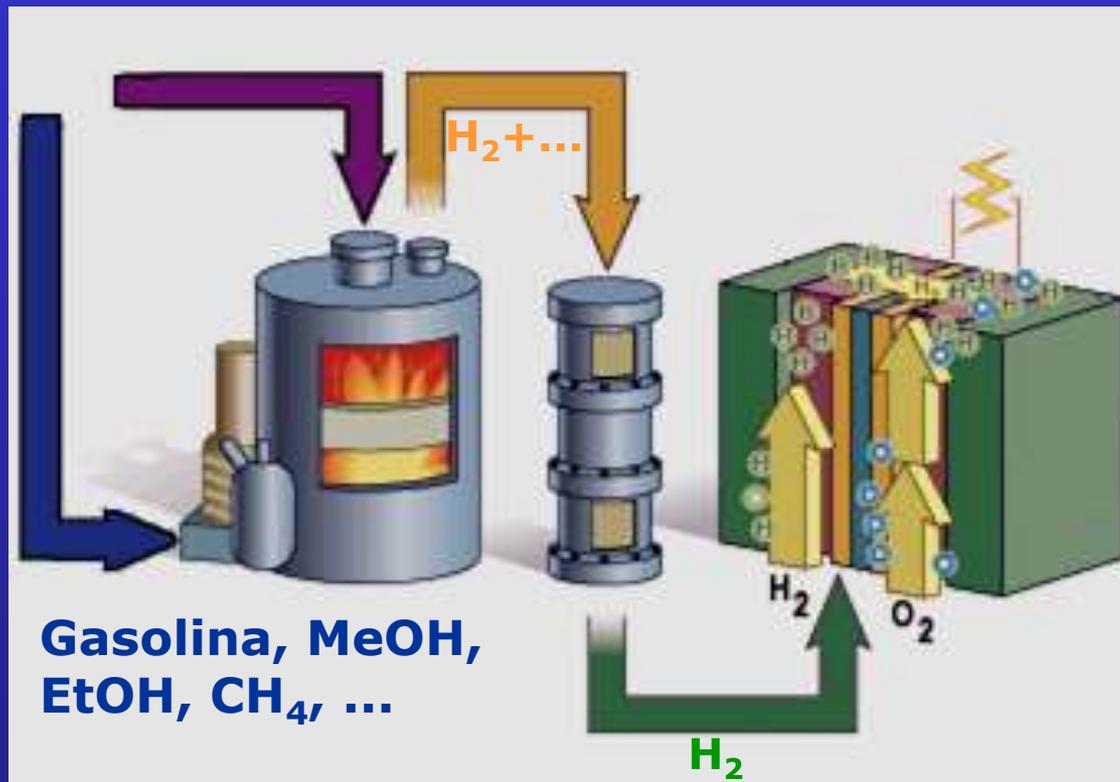
Dipòsit necessari per a emmagatzemar 4 kg d'H₂:
(~350 km amb un cotxe amb pila de combustible)



Producció d'H₂ *in situ*: No cal emmagatzematge!

Producció d'hidrogen

Pila de combustible



Amb gas natural o biogàs:

1. Fuel Processor (Reformer)

The Fuel Processor reforms the fuel (natural gas or anaerobic digester gas) to a hydrogen rich gas to feed the fuel cell stack.

2. Fuel Cell Stack

Hydrogen rich gas and oxygen from the air are combined in an electro-chemical process that produces Direct Current (DC) power, pure water and heat. The byproduct water is utilized in the operation of the power plant. The waste heat is available through an integral hot water heat exchanger for use in meeting other facility thermal energy requirements.

3. Power Conditioner

The DC power provided by the Fuel Cell Stack is conditioned to provide high quality Alternating Current (AC) output power.

4. Electronics and Controls

Each PureCell™ system can be remotely controlled and monitored.

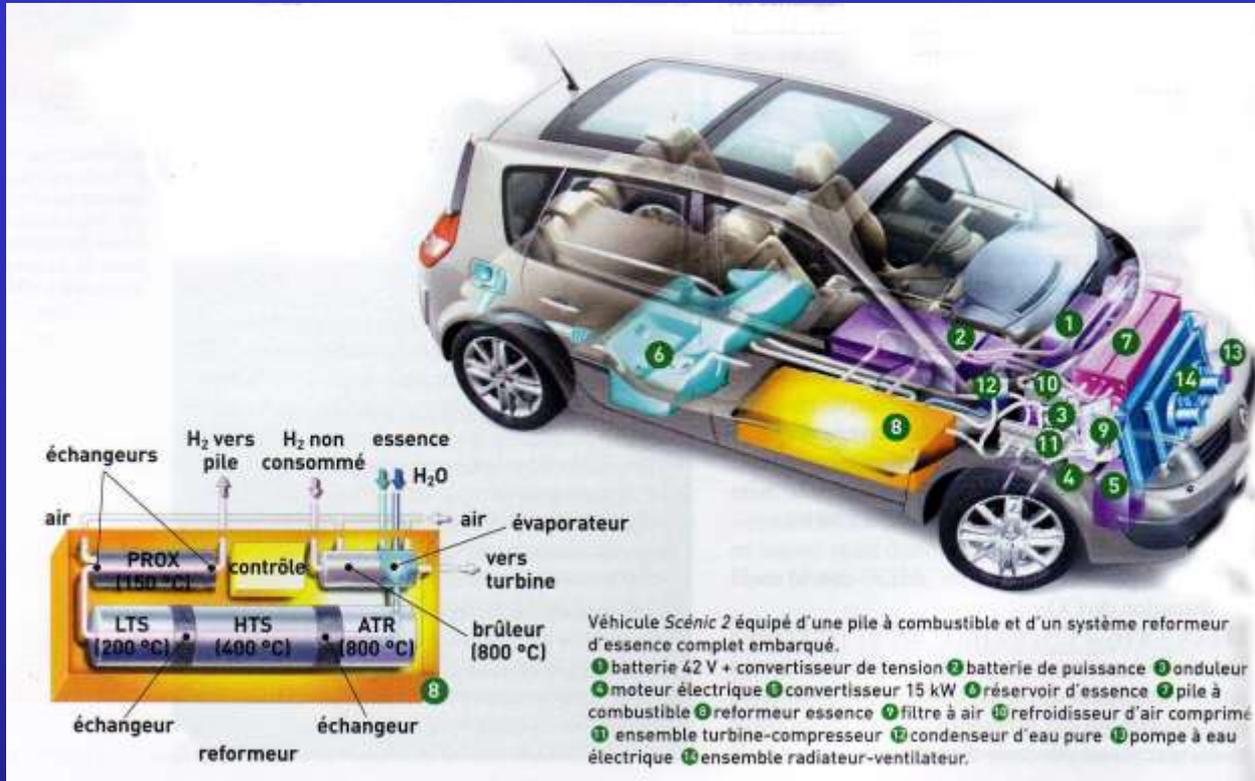


UTC 200 kW

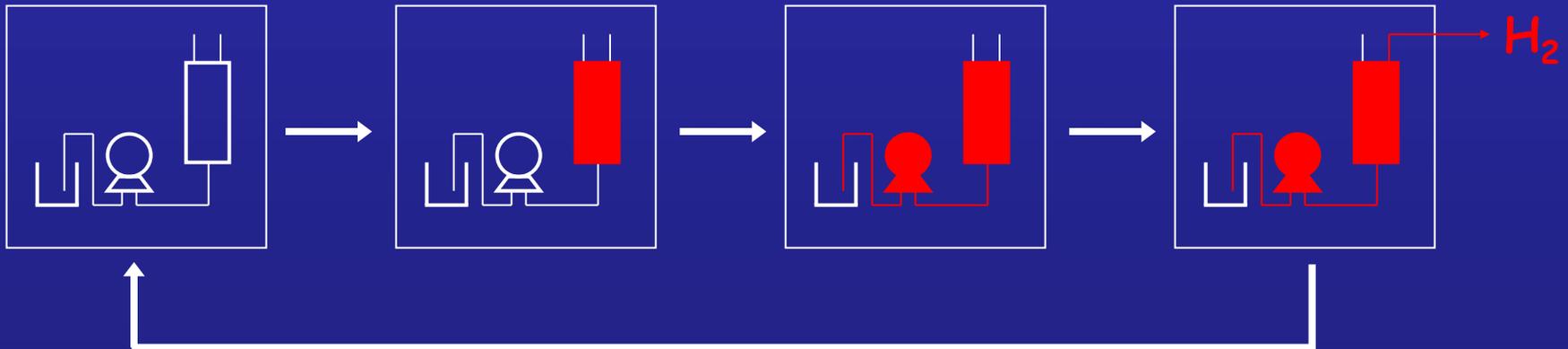


Ballard 250 kW

Amb combustibles líquids (hidrocarburs, alcohols,...):



Reformador



Thank you!

jordi.llorca@upc.edu



Technical University of Catalonia
BarcelonaTECH

