Métodos Electroquímicos y catalíticos para la producción y almacenamiento de hidrógeno verde

Francisco Fabregat Santiago
Institute of Advanced Materials (INAM)
Universitat Jaume I
Fran.Fabregat@uji.es

INNOTRANSFER

Desafíos de la descarbonización en el sector cerámico

16 junio 2022

UNIVERSITAT JAUME I
Fundació General · FUGEN
espaitec Parc Científic i Tecnològic
GENERALITAT VALENCIANA
AVI ACÈNCIA VALENCIANA DE LA INNOVACIÓ
UNIÓ EUROPEA
Fons Europeu de Desenvolupament Regional
Una manera de fer Europa
Actuació cofinançada per la Unió Europea a través del Programa Operatiu del Fons Europeu de Desenvolupament Regional (FEDER) de la Comunitat Valenciana 2014-2020
repcv XARXA DE PARCS CIENTÍFICS VALENCIANS

Institut de Materials Avançats

Centro de excelencia en la Universitat Jaume I

www.inam.uji.es

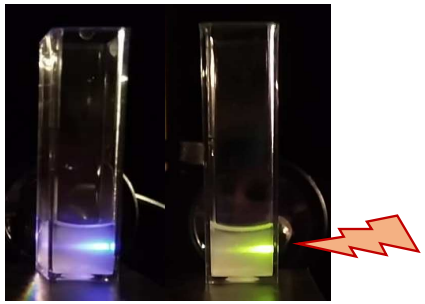
Institut de Materials Avançats

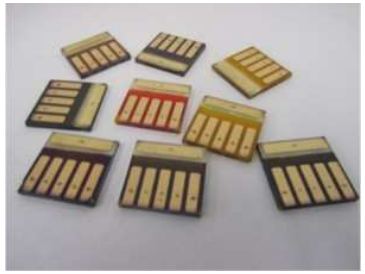
www.inam.uji.es

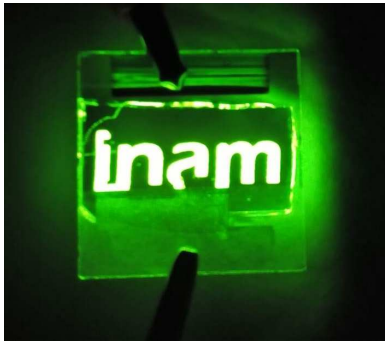
Líneas de investigación:

- Nuevas tecnologías para células solares
- Diodos emisores de luz (LEDs)
- Química organometálica y catálisis homogénea
- Foto y electrocatálisis para la síntesis de combustibles y compuestos de valor añadido
- Almacenamiento de hidrógeno (LOHC).
- Materiales multifuncionales
- Producción sostenible
- Química supramolecular
- Bioquímica computacional
- Neurobiotecnología

- Unidad Científica de Innovación Empresarial UCIE-INAM (AVI)







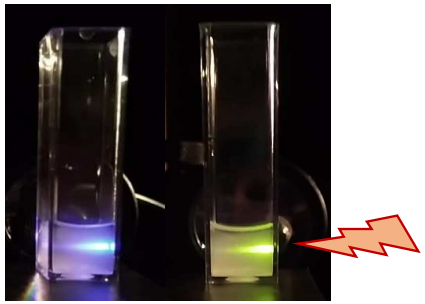
Institut de Materials Avançats

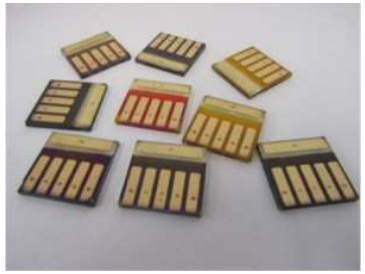
www.inam.uji.es

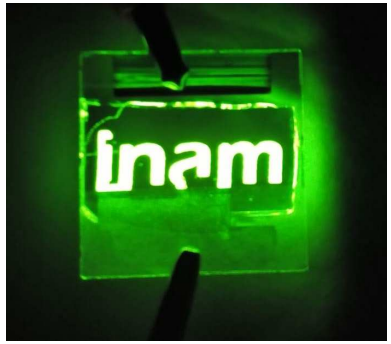
Líneas de investigación:

- Nuevas tecnologías para células solares
- Diodos emisores de luz (LEDs)
- Química organometálica y catálisis homogénea
- **Foto y electrocatálisis para la síntesis de combustibles** y compuestos de valor añadido
- **Almacenamiento de hidrógeno (LOHC).**
- Materiales multifuncionales
- Producción sostenible
- Química supramolecular
- Bioquímica computacional
- Neurobiotecnología

- Unidad Científica de Innovación Empresarial UCIE-INAM (AVI)



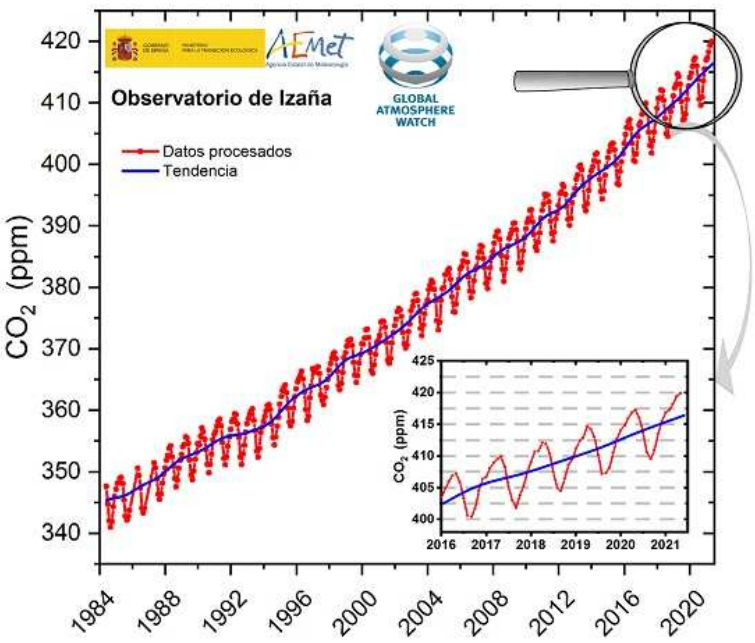




Situación actual

El problema del cambio climático

Concentración CO_2 atmosférico



Temperatura media del planeta (NASA y otros)

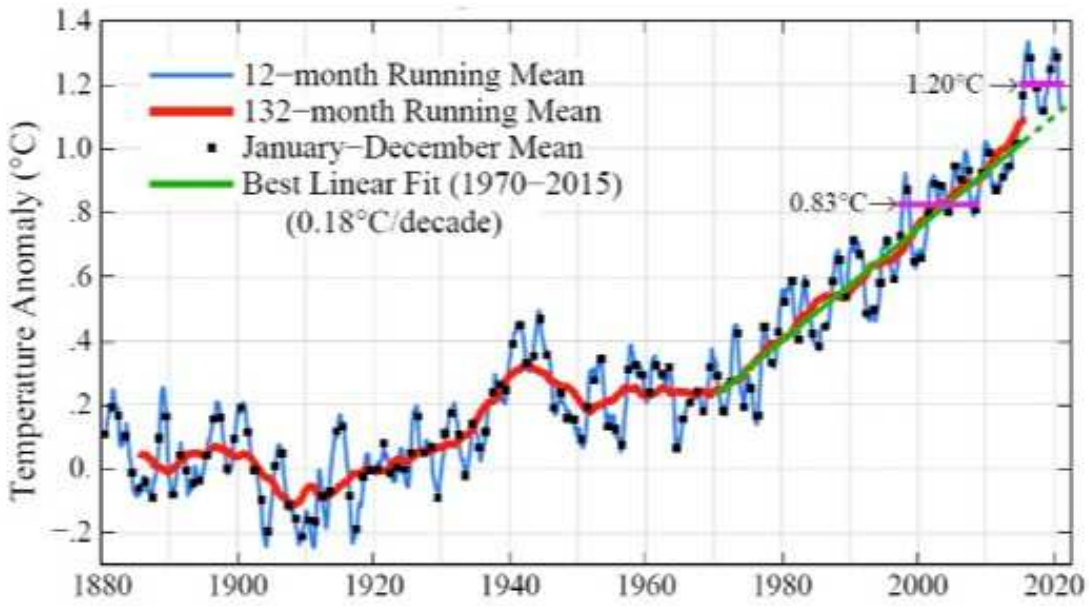
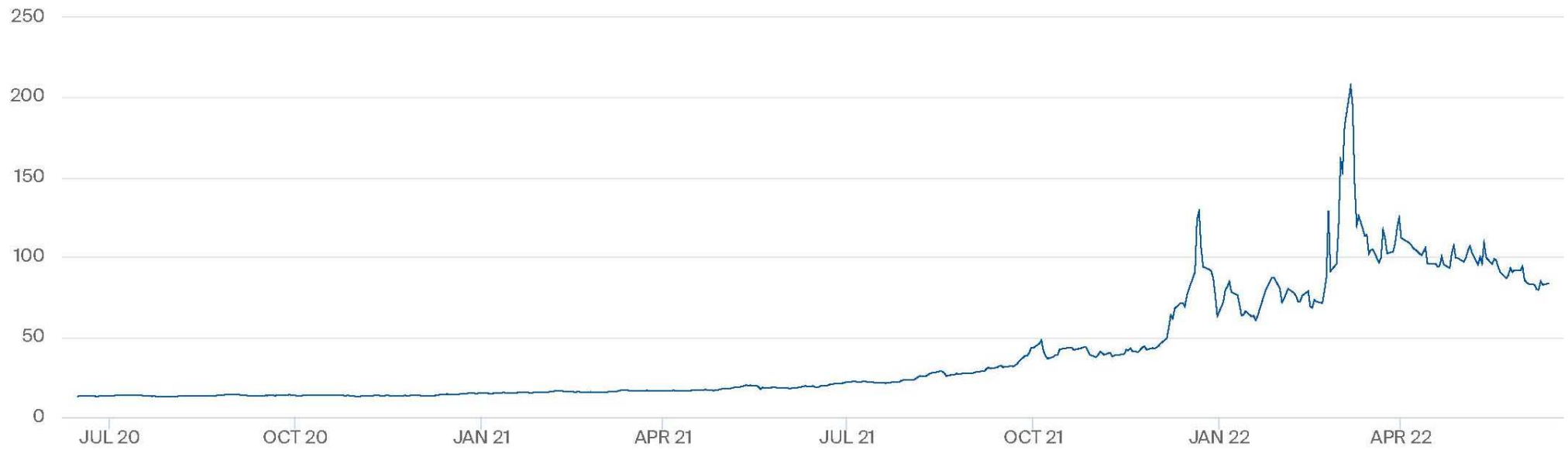


Fig. 5. Global surface temperature relative to 1880-1920 average. The two "hiatus" periods (purple bars) are taken as 1997-2008 and 2015-2021 (June).

Situación actual

El problema de la energía

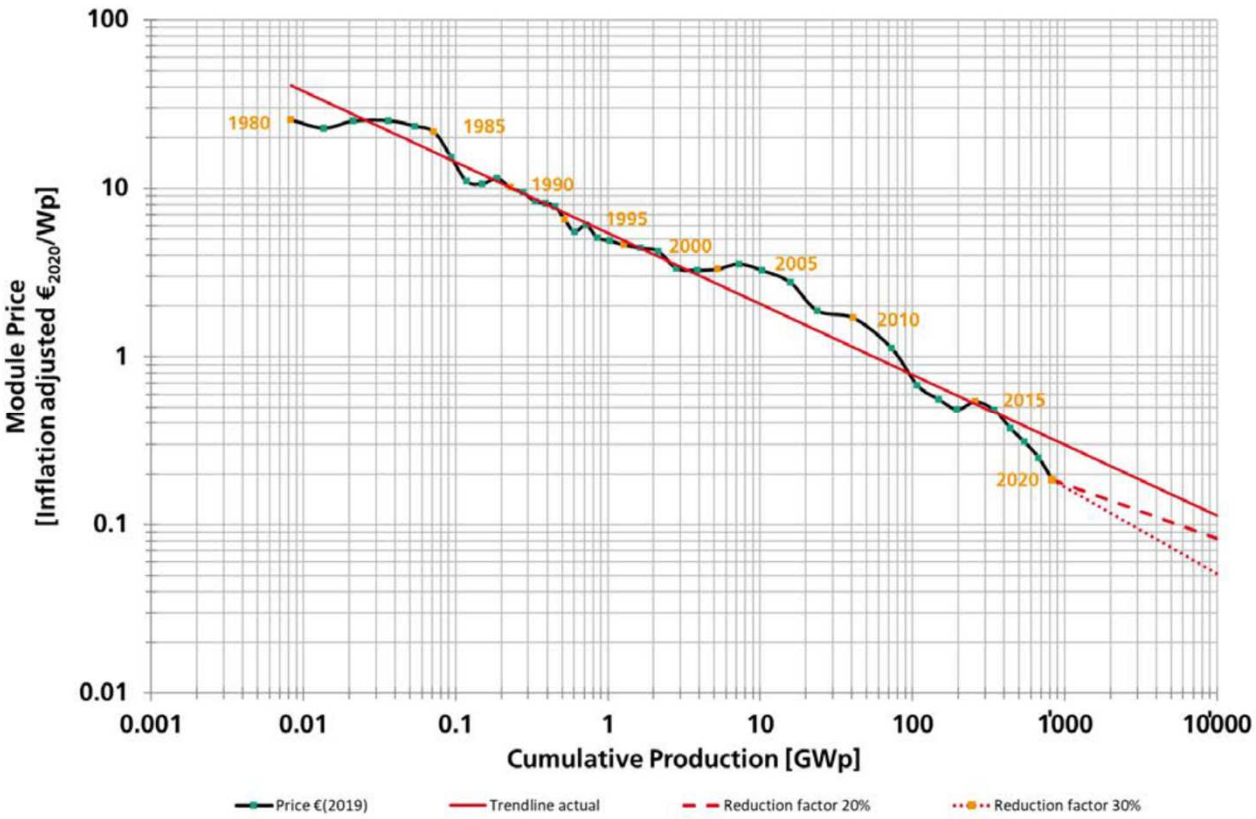


Fuente: Banco de España (BdE)

Fuente; bloomberg

Situación actual

El problema de la energía… tiene solución



Photovoltaics report, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE). Feb 2022

Las cosas pueden cambiar más rápido de lo que pensamos

5ª avenida de Nueva York, Mañana de Pascua

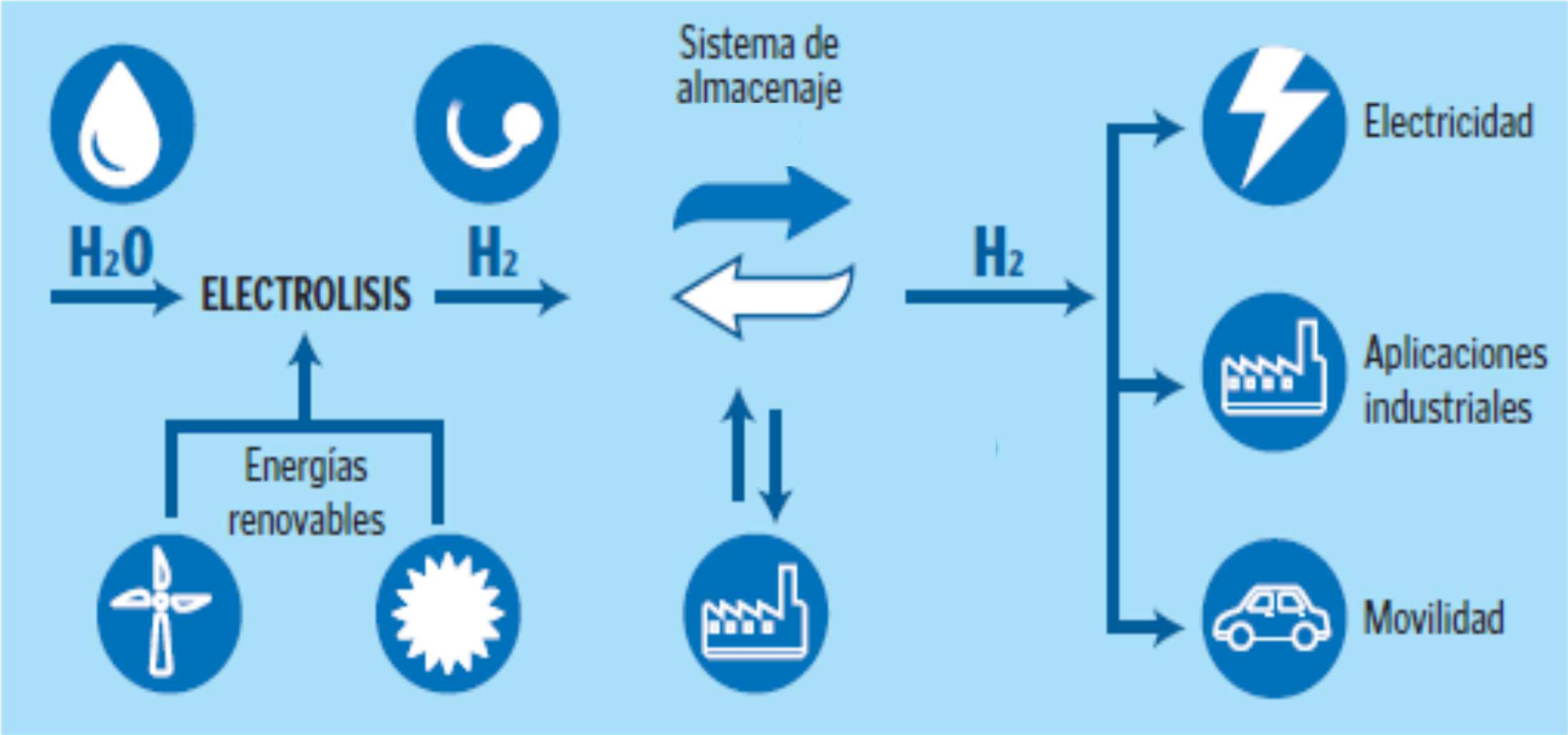
1900: busquen el automóvil

Source: US National Archives.

1913: busquen el caballo

Source: George Grantham Bain Collection.

Situación actual

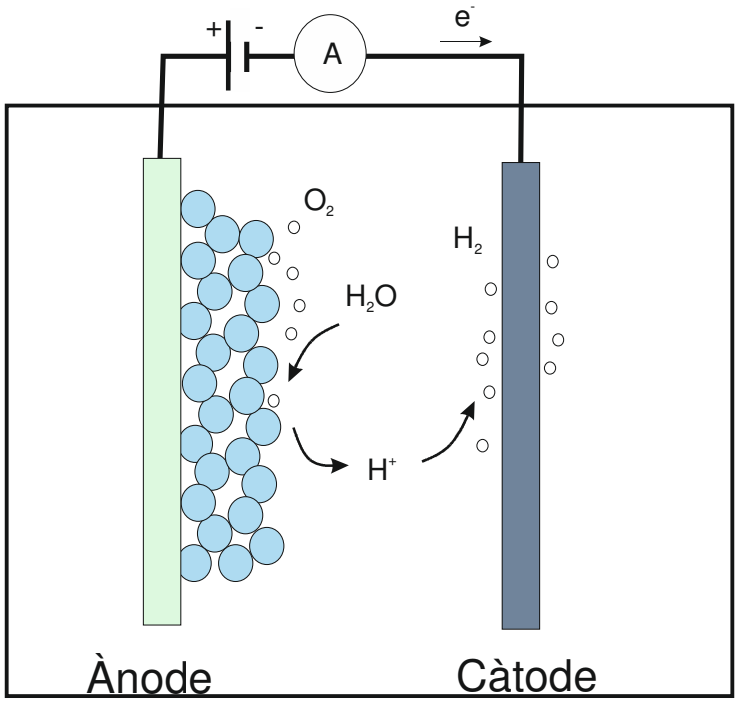


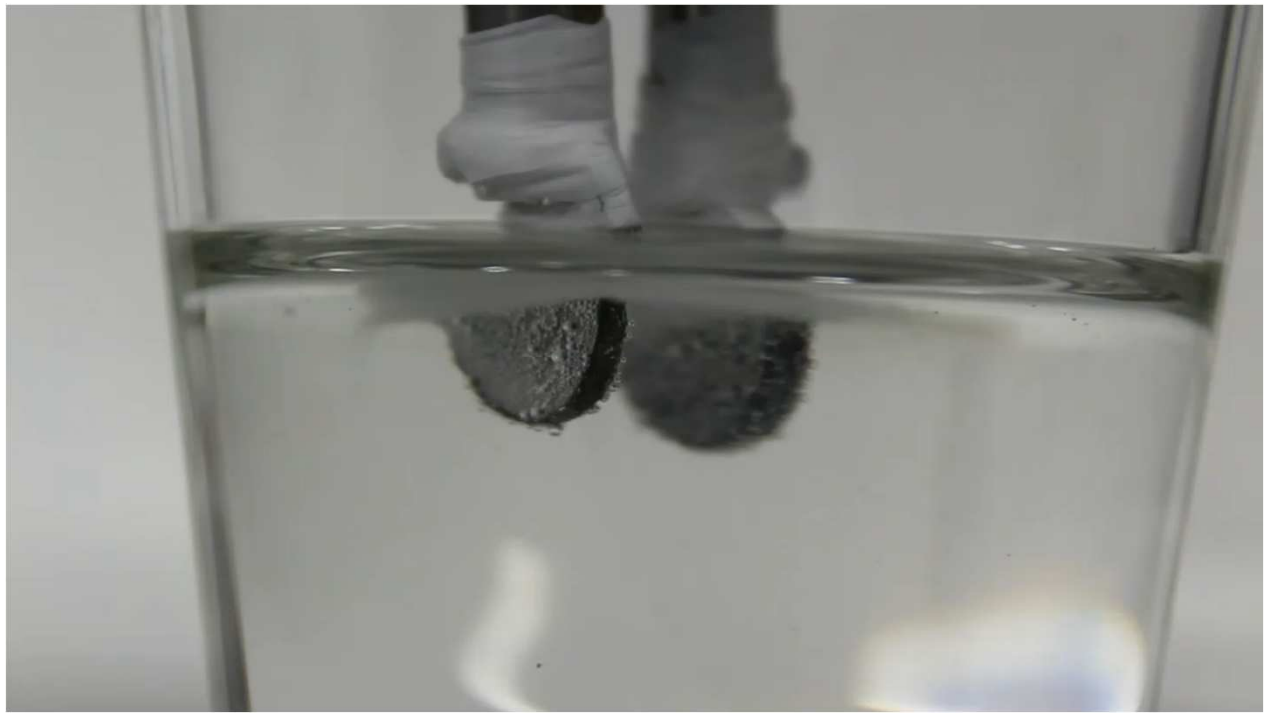
Producción de hidrógeno

Electrocatálisis de H_2

$H_2O + 2\ h^+ \rightarrow ½\ O_2 + 2H^+$ (oxidación de agua)

$2H^+ + 2\ e^- \rightarrow H_2$ (reducción de protones)

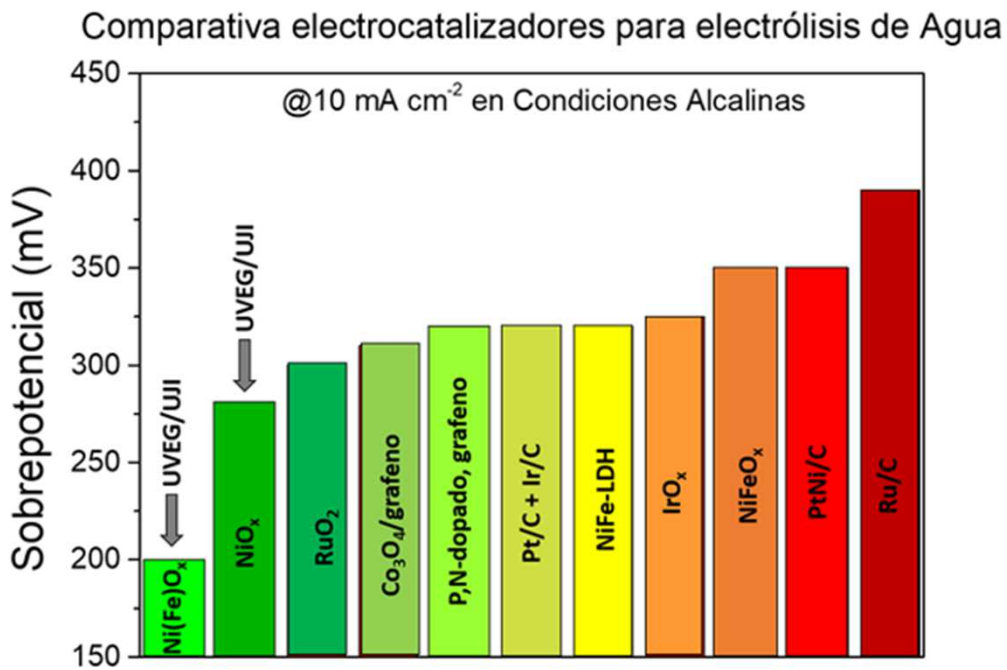


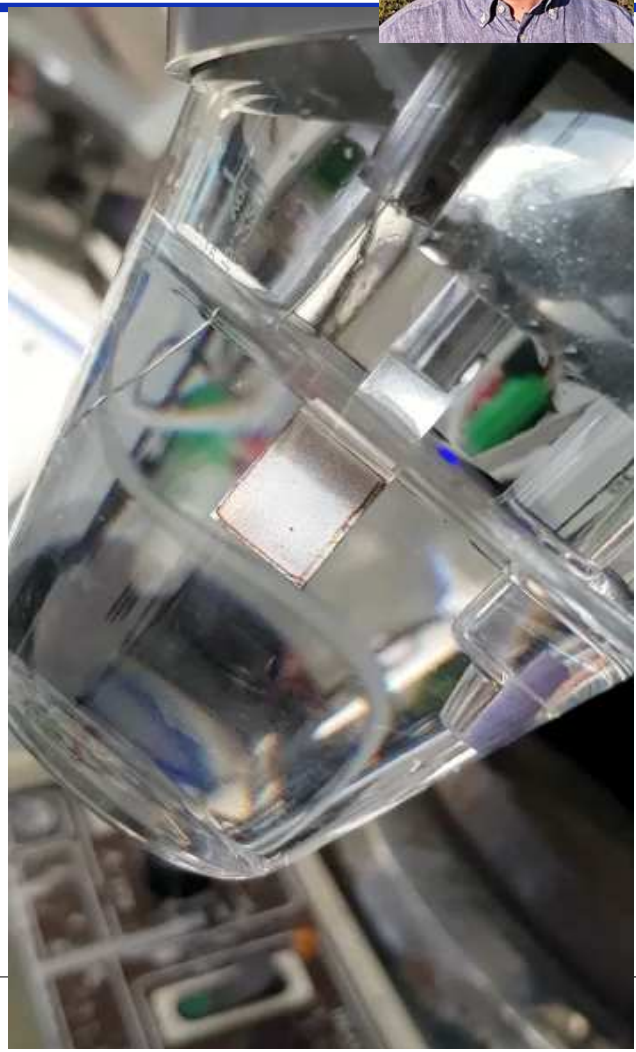


Producción de hidrógeno

Desarrollo de materiales y dispositivos para la industria

Electrodos de Ni y Ni-Fe para hidrólisis alcalina



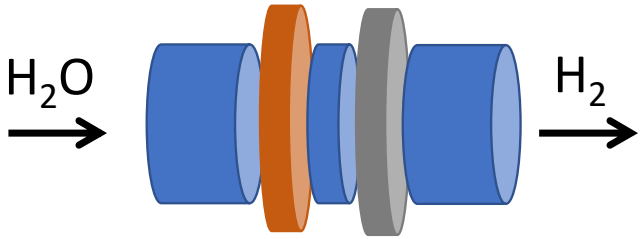


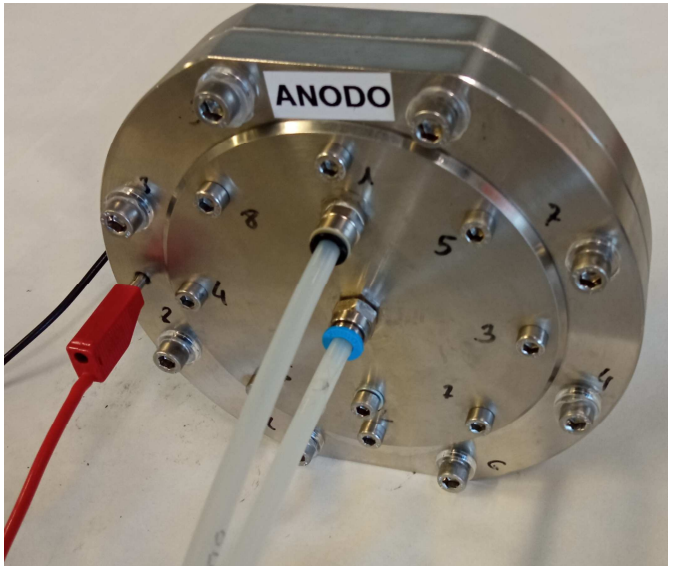
J. Noguera et al., ACS Appl. Energy Mater. 2021, 4, 5, 5255–5264

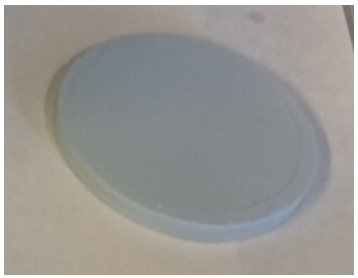
Producción de hidrógeno

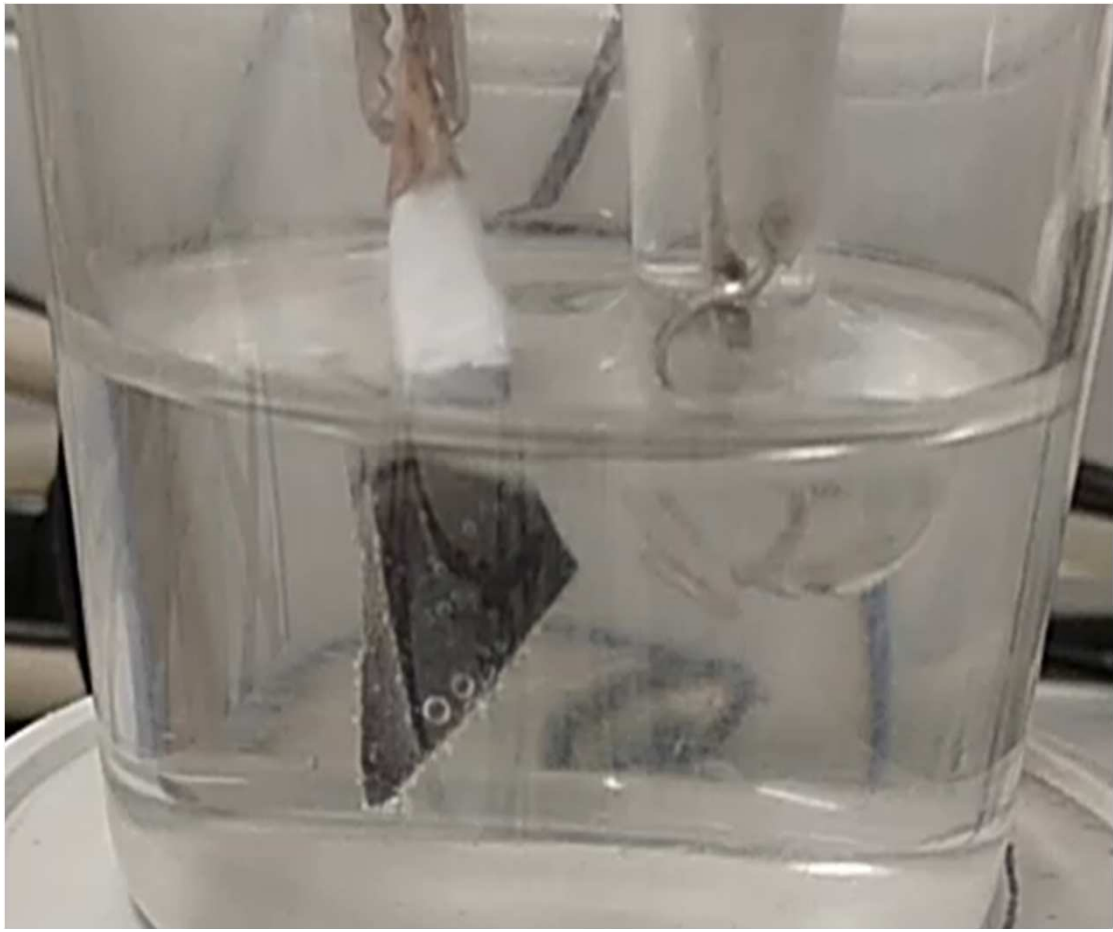
Desarrollo de materiales y dispositivos para la industria

Electrodos cerámicos + reacción en flujo







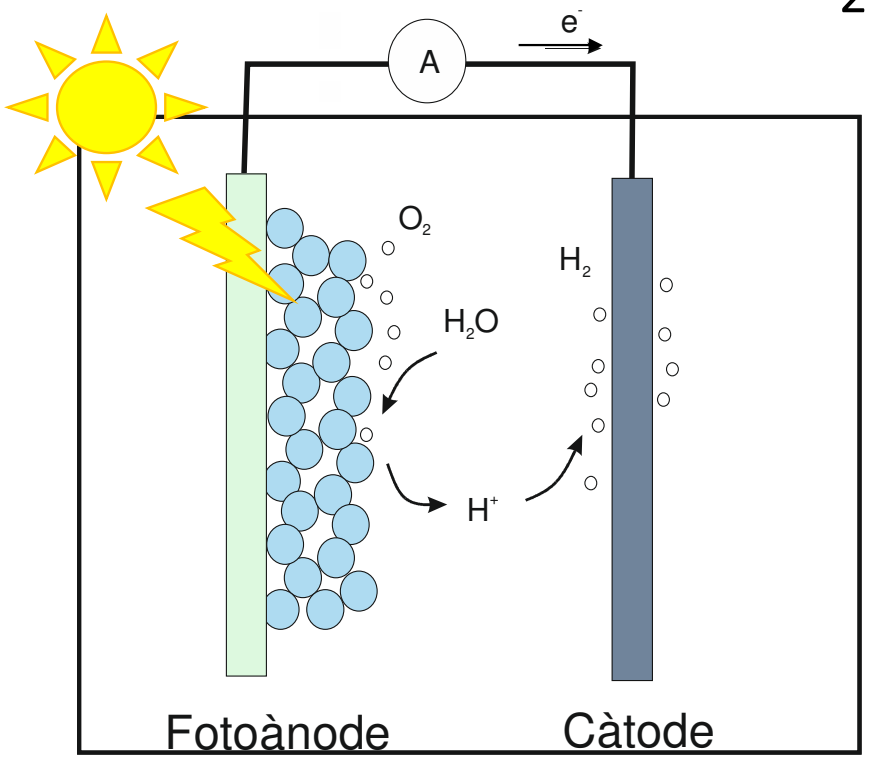


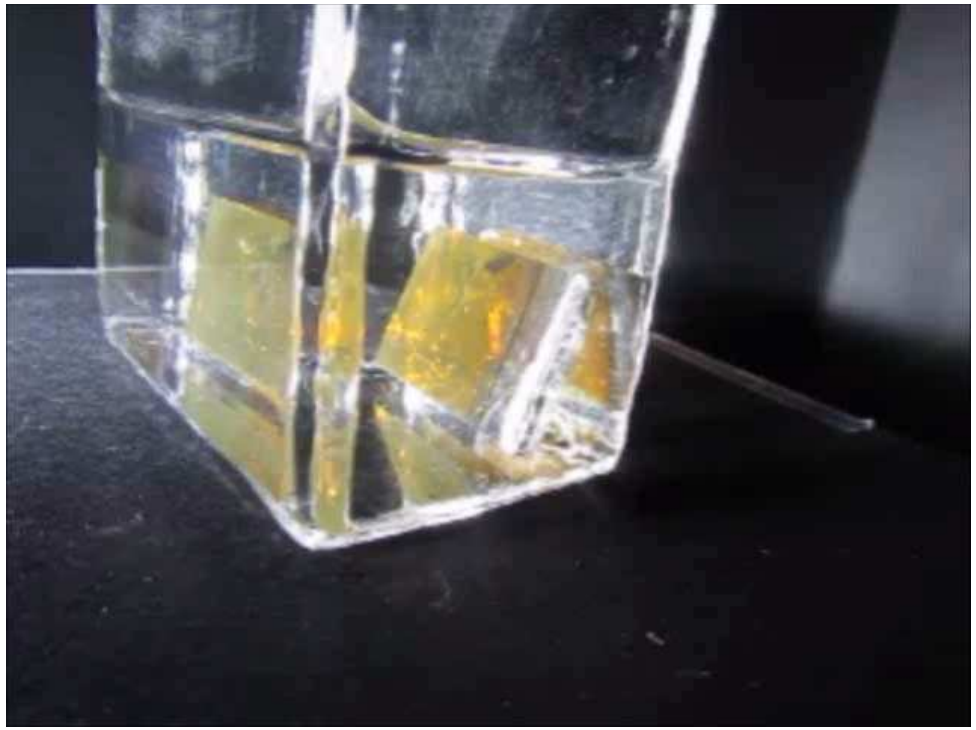
Producción de hidrógeno

Fotoelectrocatálisis de H_2

$H_2O + 2\ h^+ \rightarrow ½\ O_2 + 2H^+$ (oxidación de agua)

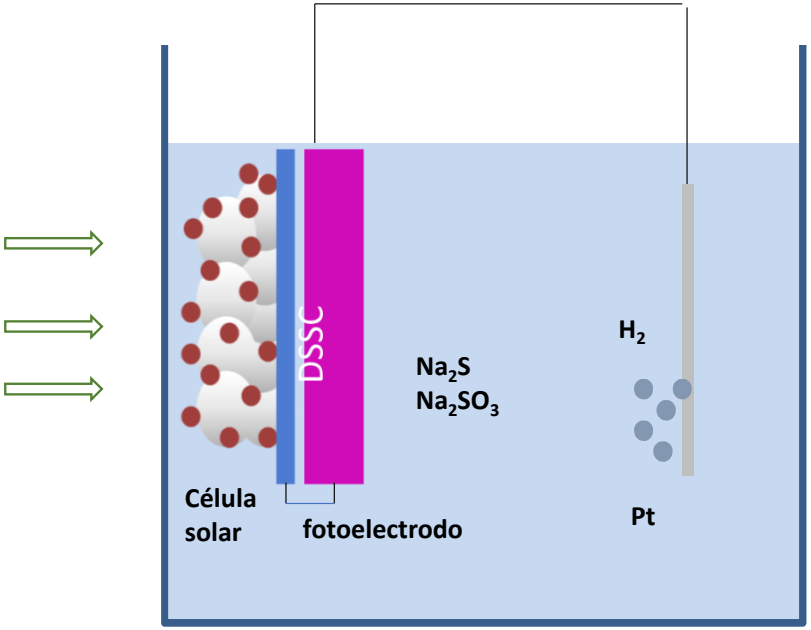
$2H^+ + 2\ e^- \rightarrow H_2$ (reducción de protones)

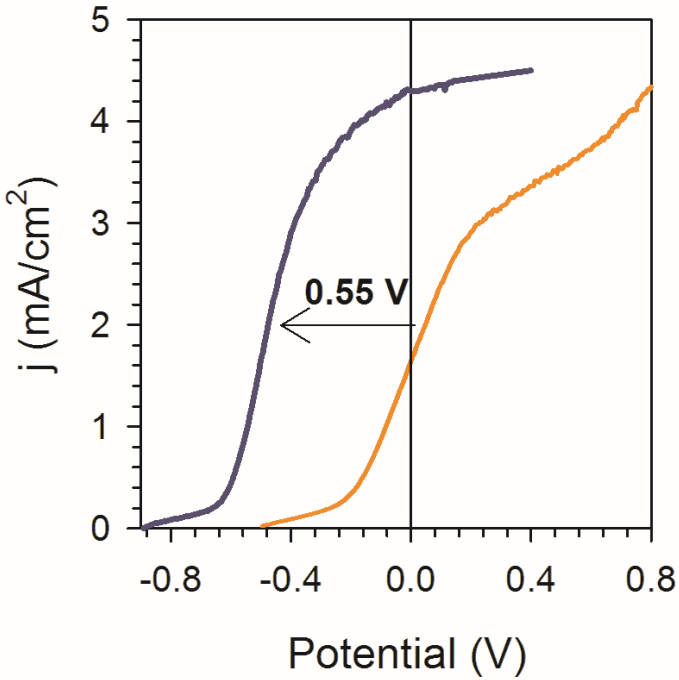




Producción de hidrógeno

Tandem cèl·lula solar + fotoelectrocatálisis

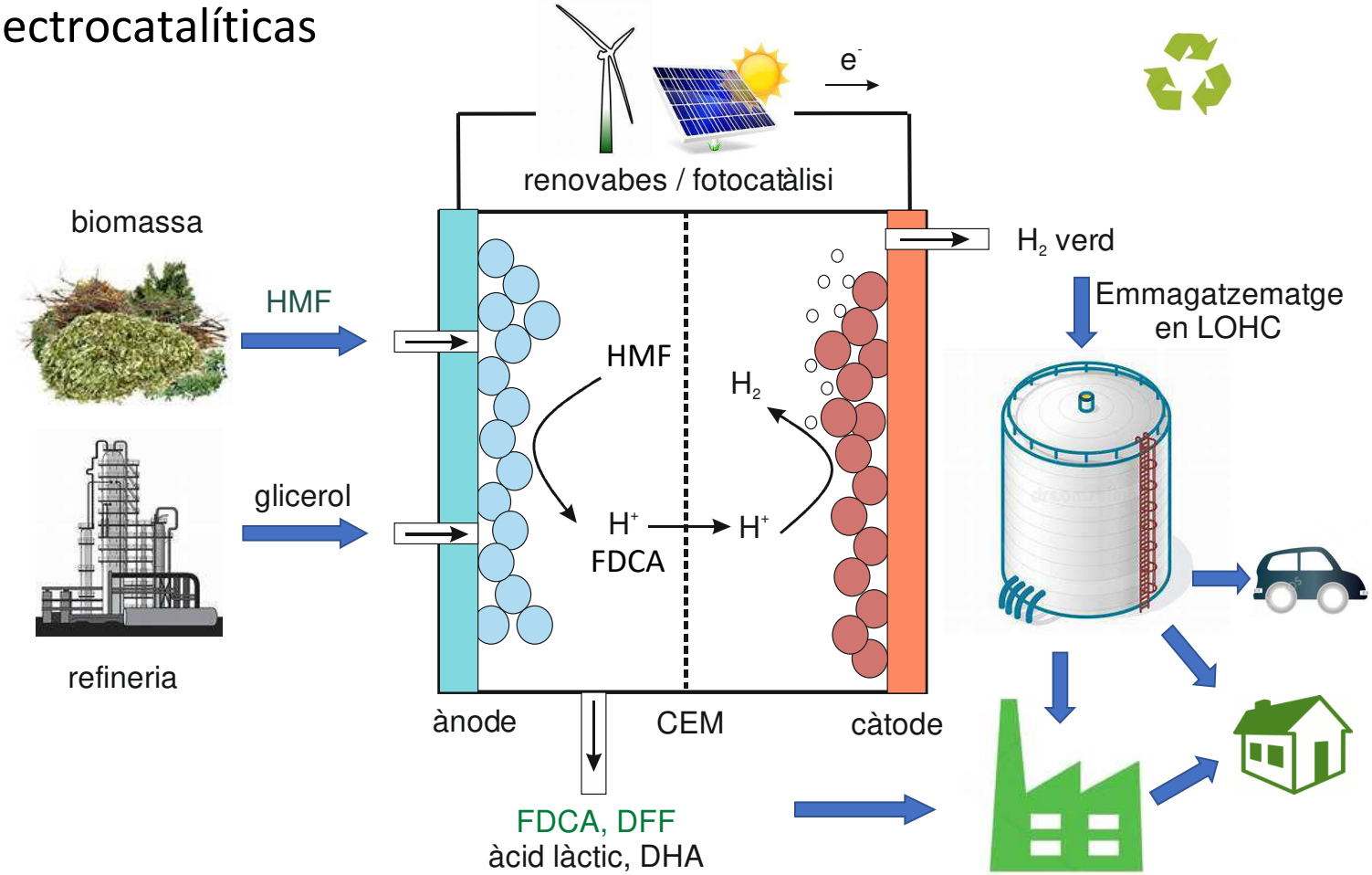




V. González-Pedro et al., J. Phys. Chem. C (2014) 118, 891−895

Producción de hidrógeno

Nuevas rutas electrocatalíticas



Almacenamiento de hidrógeno

Físico

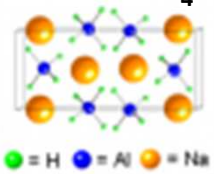
- Gas Comprimido
- Cryo-Compresión
- H_2 Liquido

Químico

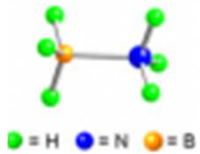
- Adsorción
- Hydruros metálico
- Portadores líquidos inorgánicos
- Portadores líquidos orgánicos

Ex. MOF-5

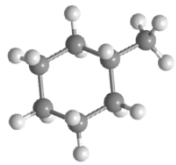
Ex. $NaAlH_4$



Ex. NH_3BH_3



Ex. Me-cyclohexane



Ventajas LOHCs

gas

Liquido

Infrastructura

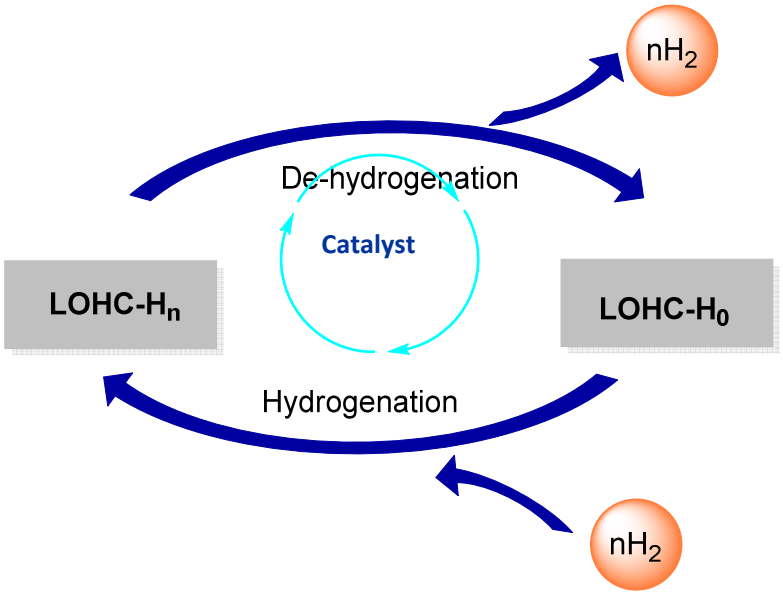
Sin pérdidas

seguridad

Almacenamiento a coste cero

Almacenamiento de hidrógeno

Líquidos orgánicos portadores de hidrógeno
Liquid Organic Hydrogen Carriers (LOHC)



P. Wasserscheid et at. Acc. Chem. Research 2017, 50 (1), pp 74–85

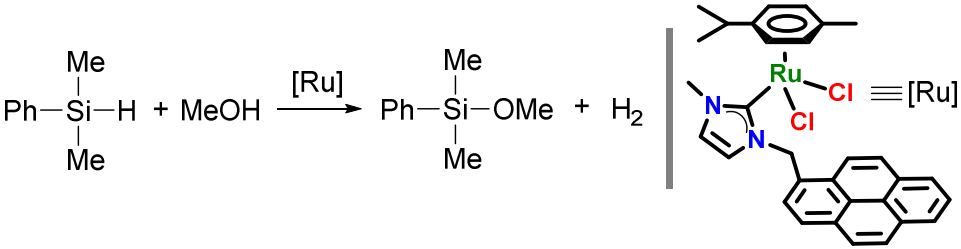
Technologia actual está basada en alkanos

Deshydrogenación **T = 300 ºC**

Almacenamiento de hidrógeno

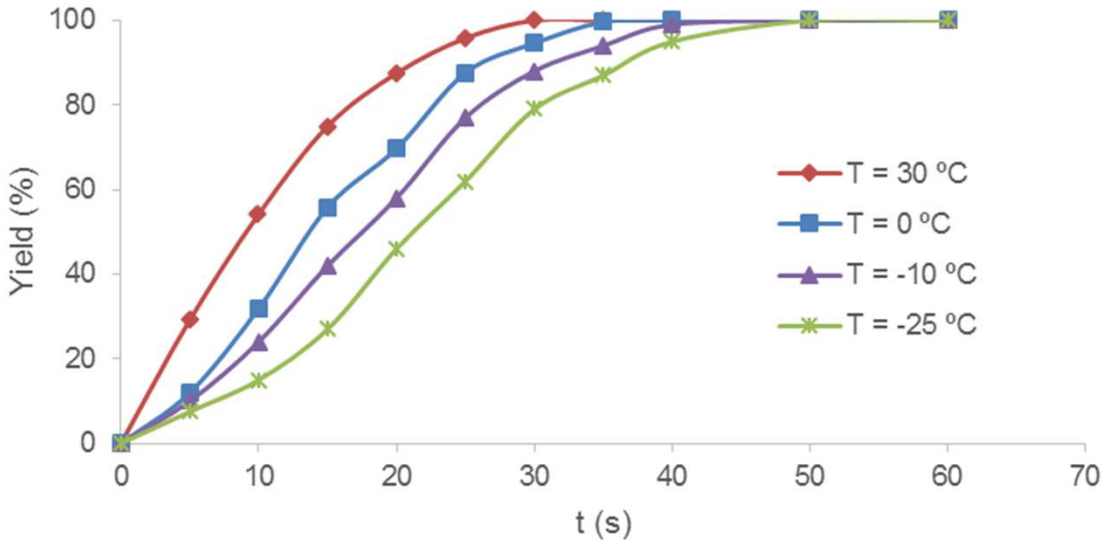
Patente 1: uso de Silanos

Reacción de deshidrogenación



Poca cantidad de catalizador

Temperatura de deshidrogenación

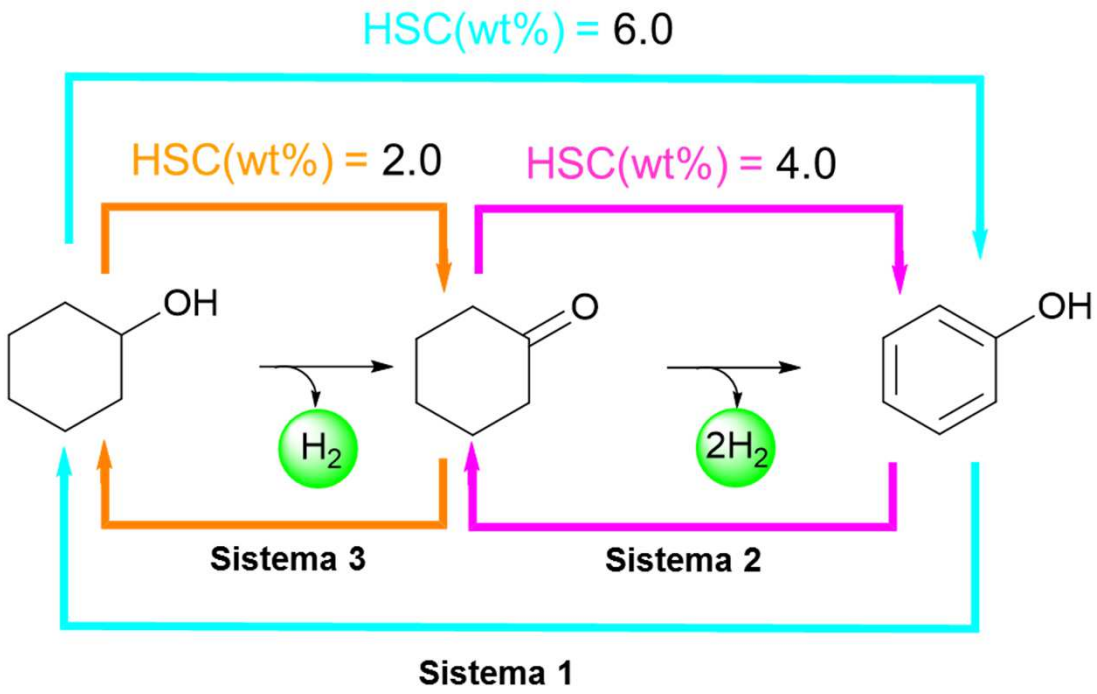


Reación rápida

baja Temp (ºC)

Almacenamiento de hidrógeno

Patente 2: ciclohexanol-ciclohexanona-fenol



Ventajas

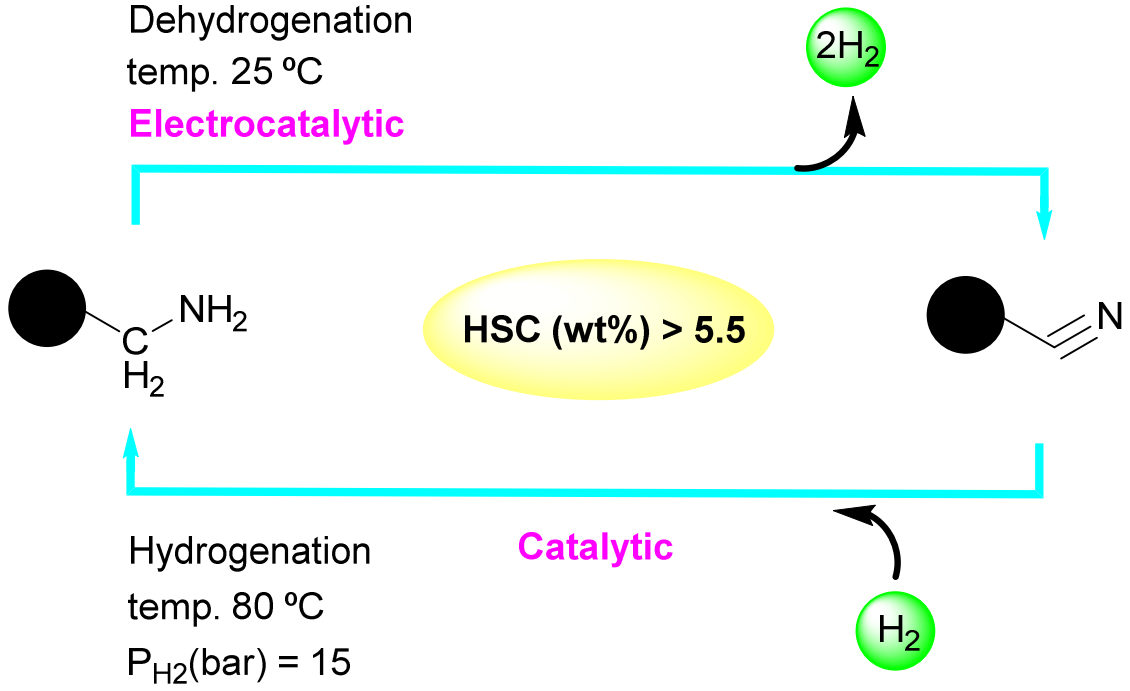
- ^{eff}HSC = 6.0 wt%
- T_{max} = 150 ºC
- Catalizador Commercial
- Portador económico (1000 €/Tonelada)
- Producción annual: > millones Ton/año

Inconvenientes

GHS05,GHS06,GHS08,GHS09

Almacenamiento de hidrógeno

Patente 3: uso de grupos amino



- $^{eff}HSC = 6.5$ wt%
- $T_{max} = 25ºC - 80ºC$
- Catalizador Commercial
- Portador económico

Gràcies

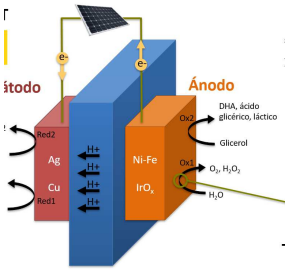
Sixto Giménez

Antonio Guerrero

Sergio Mestre

Elena Mas

Jose Mata



ECOCAT