

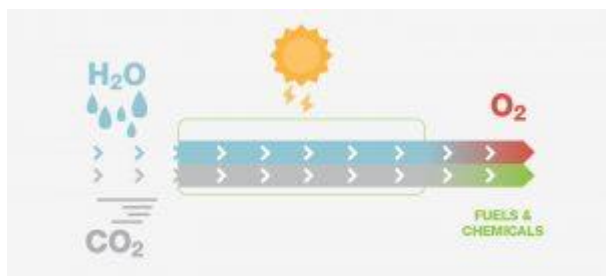
Attività PLS

Prof. Claudio AMPELLI, Dr. Francesco TAVELLA, Dr. Daniele GIUSI.

Esperimento: Verso la creazione della foglia artificiale...

L'esperimento si inserisce nelle attività di divulgazione del Progetto di Ricerca Europeo A-LEAF per la creazione della "foglia artificiale".

Mimare la funzione foto-sintetica delle piante è una delle principali sfide tecnologiche che gli scienziati hanno da sempre cercato di affrontare. In natura la fotosintesi permette di trasformare l'acqua (H_2O) e l'anidride carbonica (CO_2) in ossigeno e carboidrati che servono per il sostentamento delle piante, usando esclusivamente l'energia solare. Una fotosintesi artificiale dovrebbe funzionare in maniera analoga, assorbendo energia dal sole per combinare acqua e CO_2 e trasformarli in combustibili e in prodotti chimici a più alto valore aggiunto.



Schema di funzionamento della "foglia" artificiale

Ad oggi, i combustibili e i cosiddetti "fine chemicals" vengono prodotti essenzialmente a partire da riserve di tipo fossile. Purtroppo, la loro produzione e soprattutto il loro utilizzo hanno un impatto deleterio sull'ambiente. La combustione di carbone, petrolio e gas naturale porta infatti all'emissione in atmosfera di enormi quantità di "gas serra", che sono la causa principale del riscaldamento globale e stanno influenzando negativamente i cambiamenti climatici.

Nell'ottica di una ricerca sostenibile, il consorzio del Progetto Europeo "A-LEAF" ha come obiettivo principale quello di realizzare un sistema foto-sintetico artificiale, per la "cattura" e trasformazione dell'energia solare in energia chimica, in modo da sostituire una volta per tutte l'utilizzo di energia proveniente da riserve fossili. Allo scopo verranno utilizzati materiali e sistemi economici, evitando l'uso di metalli preziosi ed elementi rari. L'obiettivo finale, infatti, è quello di ottenere combustibili e prodotti chimici in maniera sostenibile e a basso costo, partendo da luce solare, acqua ed elementi abbondanti quali silicio, ferro e rame. Affinché il sogno diventi realtà, 13 diverse istituzioni e università scientifiche dislocate in 8 paesi dell'Unione Europea, stanno lavorando nell'ambito del Progetto A-LEAF per la realizzazione della foglia artificiale. Tra queste, l'Università di Messina (INSTM) è uno dei partner del progetto.

Esperimento

La “foglia artificiale” è un dispositivo a funzionamento tipicamente elettrochimico, che coinvolge quindi il movimento di elettroni per la produzione di energia chimica.

In generale, l’Elettrochimica studia le relazioni che intercorrono tra reazioni chimiche ed elettricità (movimento di elettroni). Alcune reazioni chimiche possono creare elettricità in maniera spontanea. Sono queste le reazioni che vengono sfruttate nelle “pile” o “celle galvaniche”. Al contrario, l’elettricità può far avvenire certe reazioni chimiche che altrimenti non avverrebbero spontaneamente. Queste reazioni vengono invece sfruttate nelle “celle elettrolitiche”.

L’esperimento consiste nella realizzazione in laboratorio di una cella galvanica Cu/Zn, con produzione di energia elettrica, e di una cella elettrolitica Pt/Cu (in acido solforico), con produzione di energia chimica sotto forma di idrogeno. Ciò per mostrare il funzionamento di base di una cella elettrochimica (*vedi pagina successiva per dettagli sull’esperimento*).

Nella seconda parte dell’esperimento si passerà invece alla costruzione di una cella elettrochimica più complessa, che è alla base della realizzazione della “foglia artificiale”. Due elettrodi (un foto-anodo a base di nanotubi di TiO_2 e un elettrocataldo a base di nanofibre di carbonio) verranno assemblati tra di loro insieme ad una membrana a trasporto protonico ed inseriti all’interno di un dispositivo foto-elettrochimico, per la produzione di energia chimica (sotto forma di idrogeno o idrocarburi), sfruttando esclusivamente energia solare.

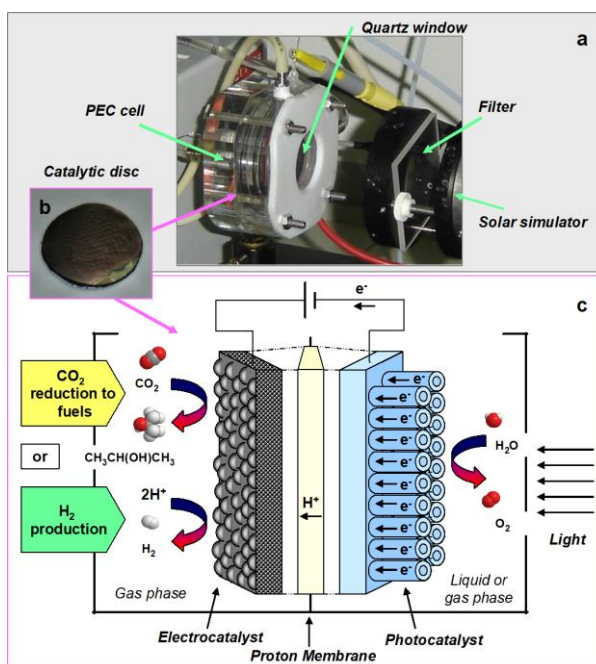
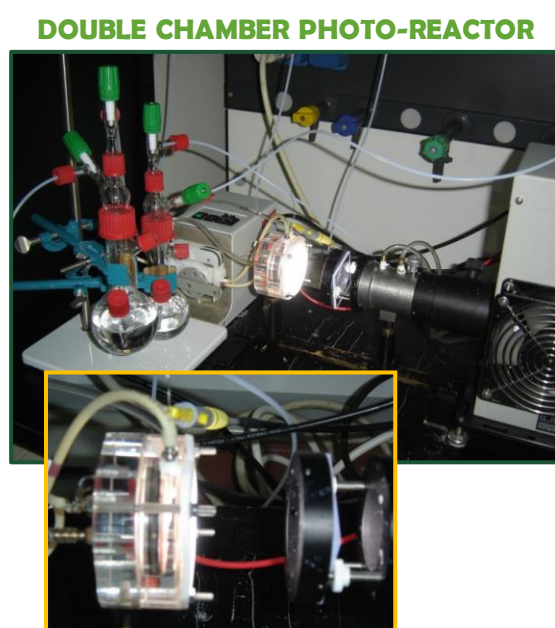


Immagine del sistema foto-elettrochimico per la realizzazione della foglia artificiale.

Dettagli esperimento

CELLA GALVANICA:

Obiettivo: Misura della resistenza ohmica di una cella galvanica a due elettrodi e due semi-celle collegate con un ponte salino.

Catodo:

Elettrodo: rame (Cu)

Elettrolita: soluzione acquosa di nitrato di rame $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ (0.5 M)

Semi-reazione $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$

Potenziale di riduzione standard coppia Cu^{2+}/Cu : $E^0=+0.34$ V

Anodo:

Elettrodo: zinco (Zn)

Elettrolita: soluzione acquosa di nitrato di zinco $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ (0.5 M)

Semi-reazione $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$

Potenziale di riduzione standard coppia Zn^{2+}/Zn : $E^0=-0.76$ V

CELLA ELETTROLITICA:

Obiettivo: Misura del voltaggio minimo (forza elettromotrice + sovrapotenziale) per produrre idrogeno in una cella elettrochimica a due elettrodi immersi nella stessa soluzione elettrolitica.

Catodo:

Elettrodo: platino (Pt)

Elettrolita: soluzione acquosa di acido solforico H_2SO_4 (0.5 M)

Semi-reazione $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$

Potenziale di riduzione standard coppia H^+/H_2 : $E^0=0$ V

Anodo:

Elettrodo: rame (Cu)

Elettrolita: soluzione acquosa di acido solforico H_2SO_4 (0.5 M)

Semi-reazione $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$

Potenziale di riduzione standard coppia Cu^{2+}/Cu : $E^0=+0.34$ V