GRUPPO N.1

SCHEDA N.1

Preparazione della sospensione di Biossido di Titanio

Occorrente:

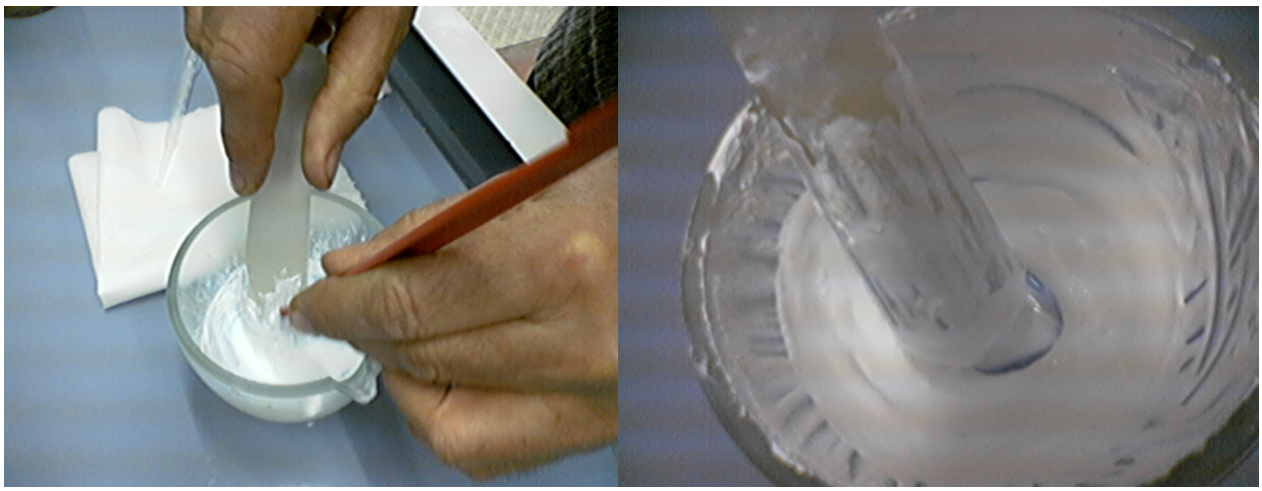
- 6 gr TiO_2
- 10 ml di una soluzione acida (pH 3-4) di acido acetico o acido nitrico
- un mortaio con pestello
- una spatola
- un contenitore per la conservazione della sospensione
- guanti

Procedimento: (tempo impiegato circa 30 minuti)

- mettere la polvere di TiO_2 nel mortaio
- aggiungere 1ml alla volta di soluzione acida e pestare con un pestello
- aggiungere il ml successivo solo dopo che il primo si è ben amalgamato
- aggiungere il ml fino alla fine della soluzione acida
- raccogliere il composto al centro del mortaio con la spatola
- conservare la sospensione in un contenitore chiuso e lasciare riposare 15 minuti prima dell'uso

Accorgimenti:

fare tutte queste operazioni con i guanti
la sospensioni deve avere la consistenza di una vernice, ne troppo liquida, né troppo solida e non deve presentare né bolle né aggregati.



N.B. alla fine di queste operazioni accendere la muffola regolando la temperatura a 450°C.

GRUPPON.1

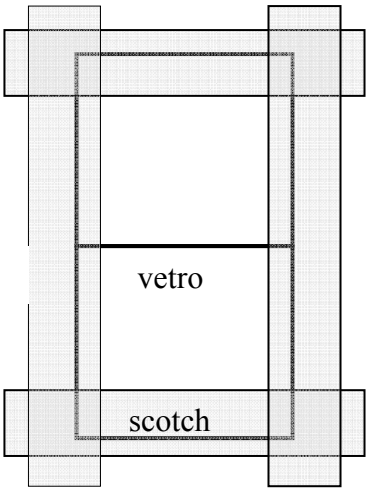
SCHEDA N.2

Deposito della sospensione di Biossido di Titanio sul vetrino

Occorrente:

- uno o più vetrini conduttivi (preparati con SnO_2)
- sospensione precedentemente preparata
- un multimetro
- una bacchetta di vetro
- etanolo
- 1 panno morbido o carta
- scotch (3M) di spessore 40-50 micron
- capsula di porcellana

Fig.1

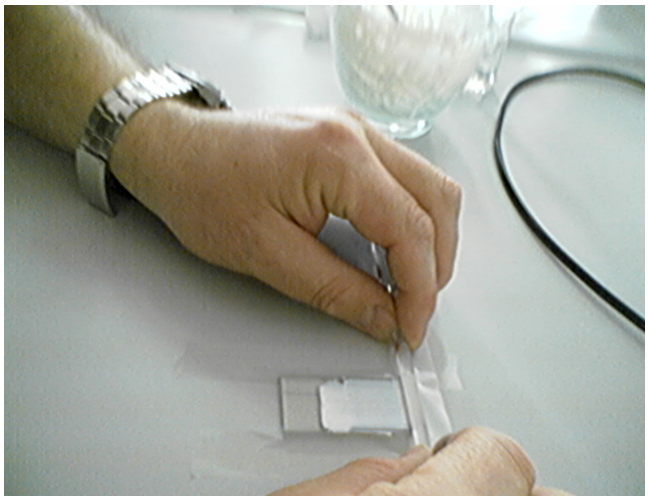


Procedimento:

- pulire i vetrini con etanolo, asciugare poi con delicatezza con il panno, usare la tecnica usata per pulire gli occhiali
- controllare quale delle due superfici è conduttiva con il multimetro
- disporre i due vetrini con la faccia conduttiva in su come in figura 1
- assicurare con lo scotch i due vetrini al tavolo coprendo sul top 4-5mm e lateralmente 1mm; questo creerà un solco da riempire con lo strato di sospensione
- disporre una piccola quantità di sospensione per tutta la larghezza e con una bacchetta di vetro spalmarla su tutta la superficie libera dei vetrini con la faccia conduttiva in su, con dei movimenti rapidi avanti e indietro della bacchetta di vetro (lo strato della sospensione dovrebbe essere dello stesso spessore dello scotch, che praticamente fa da maschera)
- dopo un minuto togliere lo scotch, mettere i vetrini preparati in una capsula di porcellana.

Accorgimenti:

- *lo strato deve essere sottile*
- *non bisogna sollevare la bacchetta durante la distribuzione della sospensione*



GRUPPO N.1

SCHEDA N.3

Cottura del vetrino

Occorrente:

- *muffola*
- *vetrini già preparati*
- *capsula di porcellana*

Procedimento:

La muffola, accesa prima, a questo punto avrà raggiunto la temperatura di 450°C e sarà pronta per cuocere i vetrini.

- *nel caso si usi una muffola*: appoggiare i vetrini in una capsula di porcellana e cuocere in muffola a 450 °C per 30 minuti

Accorgimenti:

far raffreddare i vetrini gradualmente (aprire lo sportello della muffola e lasciare raffreddare)

GRUPPO N.2

SCHEDA N.4

Preparazione della tintura (antocianina)

Occorrente:

- Alcuni frutti di bosco, lamponi o mirtilli o more
- Acqua deionizzata
- Filtro di carta, asta di sostegno, capsula di petri, becher
- Una garza non troppo sottile
- Etanolo
- Vetrino da orologio

Procedimento:

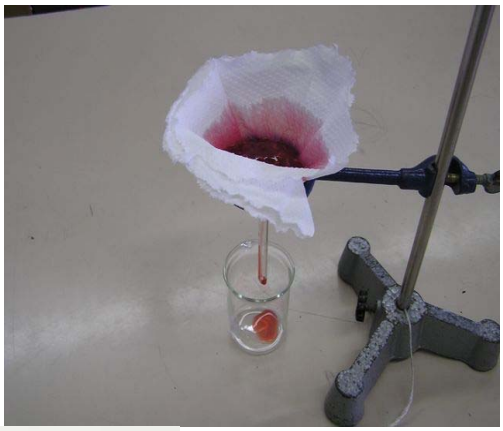
- Strizzare i frutti di bosco con la garza
- filtrare il liquido aggiungendo un po' di acqua deionizzata (tintura antocianina)
- raccoglierlo in un vetrino da orologio

nell'attesa passare alla scheda n.5

- immergere per circa 10 minuti il vetrino trattato con la faccia ricoperta di TiO_2 in giù
- risciacquare il vetrino con acqua
- asciugarlo con cura e attenzione
- risciacquare con etanolo e tamponare, in questo modo si è sicuri che la superficie porosa è asciutta
- appoggiare il vetrino con la superficie macchiata in su

Accorgimenti:

filtrare molto bene il colorante
asciugare bene il vetrino



GRUPPO N.2

SCHEDA N.5

Preparazione del controelettrodo

Occorrente:

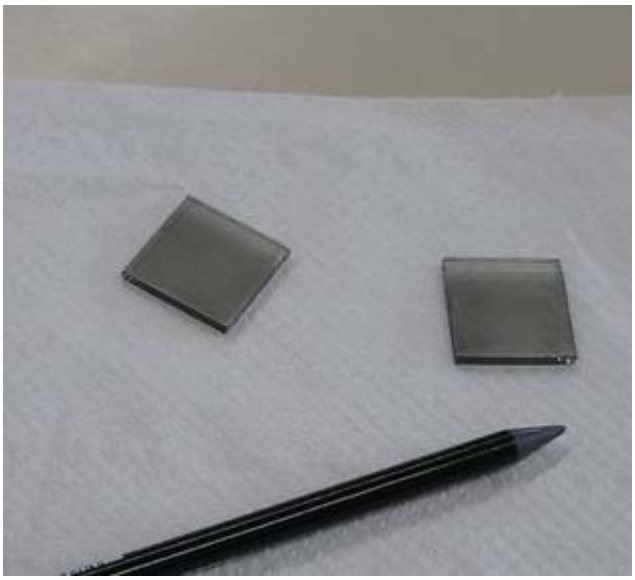
- Un vetrino conduttivo (per preparare una cella)
- Una barretta di grafite
- Etanolo
- Un panno morbido di carta

Procedimento:

- pulire il vetrino con etanolo, asciugare poi con delicatezza con il panno, usare la tecnica usata per pulire gli occhiali
- Tenere il vetrino per i margini e, usando una barretta di grafite, applicare un leggero strato di carbonio sull'intera faccia del vetro conduttivo
- Appoggiare il vetrino con lo strato di grafite in sù

Accorgimenti:

fare i modo che l'intera superficie sia coperta uniformemente

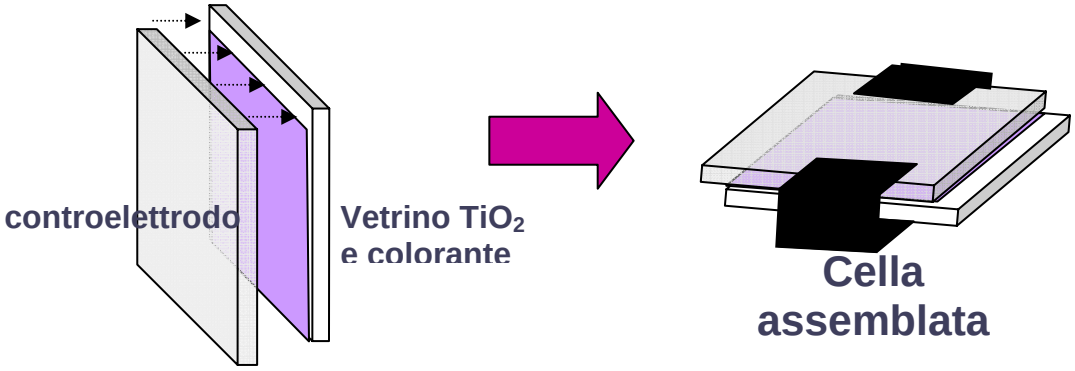


GRUPPO N.1 e N.2 insieme

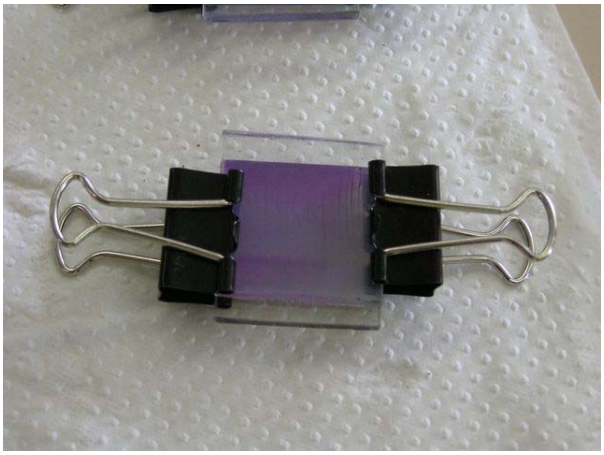
SCHEDA N.6

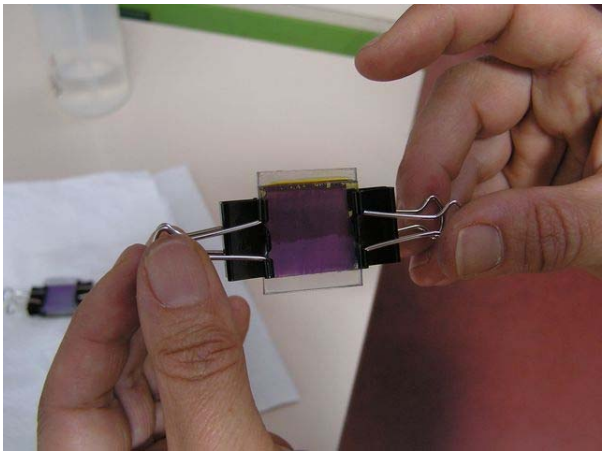
Assemblaggio della cella.

Appaiare i due vetrini (uno coperto di TiO_2 , l'altro coperto di grafite) con le superfici trattate e conduttive rivolte verso l'interno, lievemente sfalsati in modo da lasciare esposti i bordi scoperti (come in figura): le due estremità libere, di 4-5 mm serviranno come contatti elettrici.
Bloccare insieme i due vetrini con due piccole clips.



Depositare 2 o 3 gocce di soluzione elettrolitica sul bordo del dispositivo, che per azione capillare bagnerà completamente lo strato di biossido di titanio tra i due vetrini
Rimuovere l'eccesso di elettrolita usando un bastoncino di cotone bagnato con acetone.
La cella è pronta per il funzionamento.

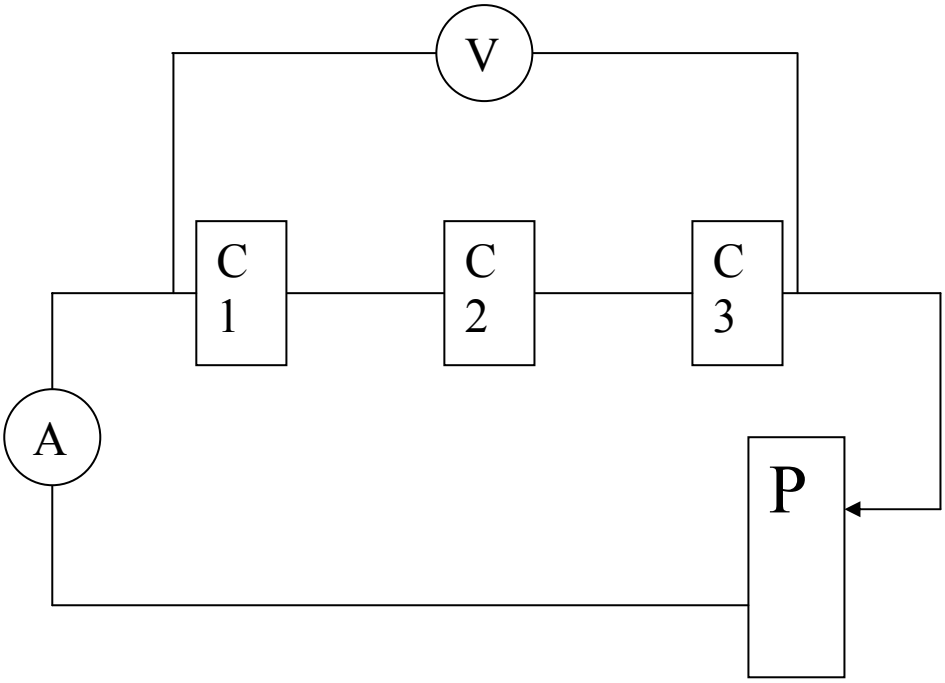


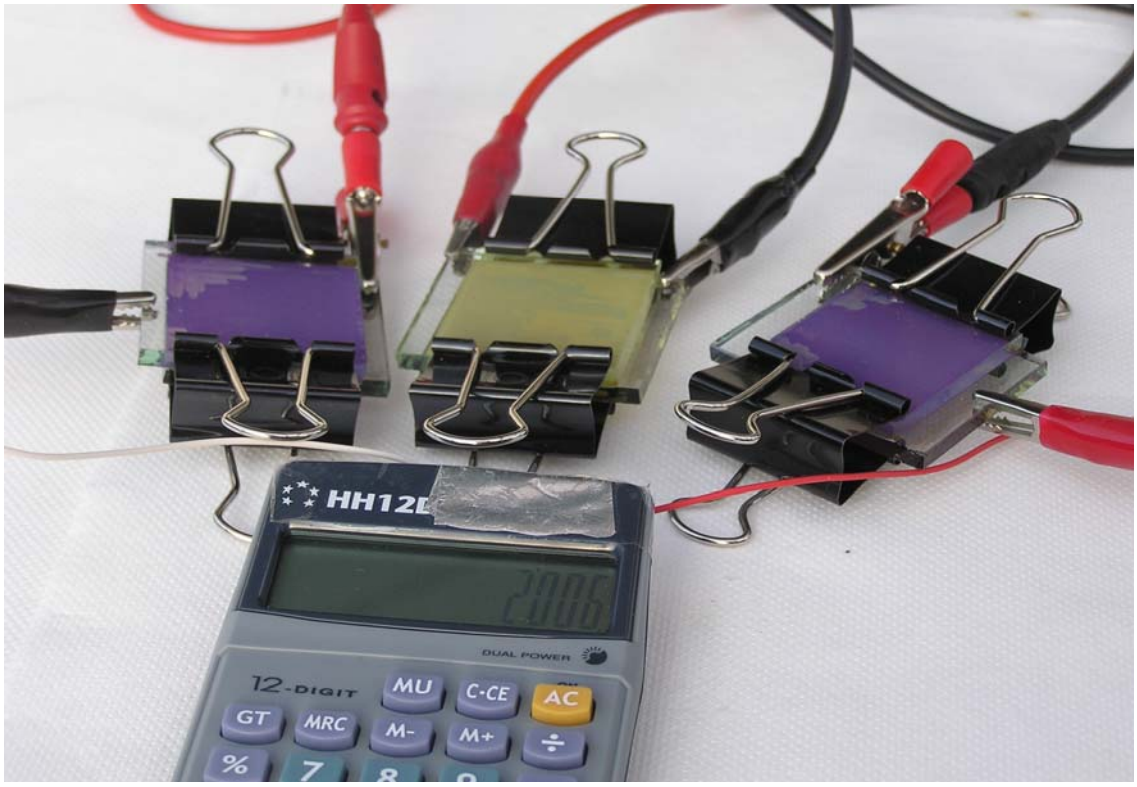


GRUPPO N.1 e N.2 insieme

SCHEDA N.7

Costruzione circuito e verifica





Ricostruiamo il percorso

1° gruppo:

-cosa abbiamo fatto e perché:

……

……

……

……

- cosa abbiamo prodotto:

……

……

- accorgimenti e difficoltà:

……

……

……

2° gruppo:

-cosa abbiamo fatto e perché:

……

……

……

……

- cosa abbiamo prodotto:

……

……

- accorgimenti e difficoltà:

……

……

……

1° e 2° gruppo:

-cosa abbiamo fatto e perché:

……

……

……

- cosa abbiamo prodotto:

……

……

- accorgimenti e difficoltà:

……

……

Spunti per la riflessione e l'approfondimento

A. Analogie e differenze con le celle a semiconduttore classiche al silicio

B. Analogie e differenze con le celle elettrolitiche

C. Analogie e differenze nel processo con quello della fotosintesi clorofilliana

D. Vantaggi e svantaggi di un tale dispositivo

E. Costruzione del circuito per misure di V e I

F. Comportamento della V-I delle celle e potenza di picco

G. Dovendo costruire un pannello quali possibili collegamenti tra le celle per aumentarne la potenza

H. Stato dell'arte della ricerca e della tecnica

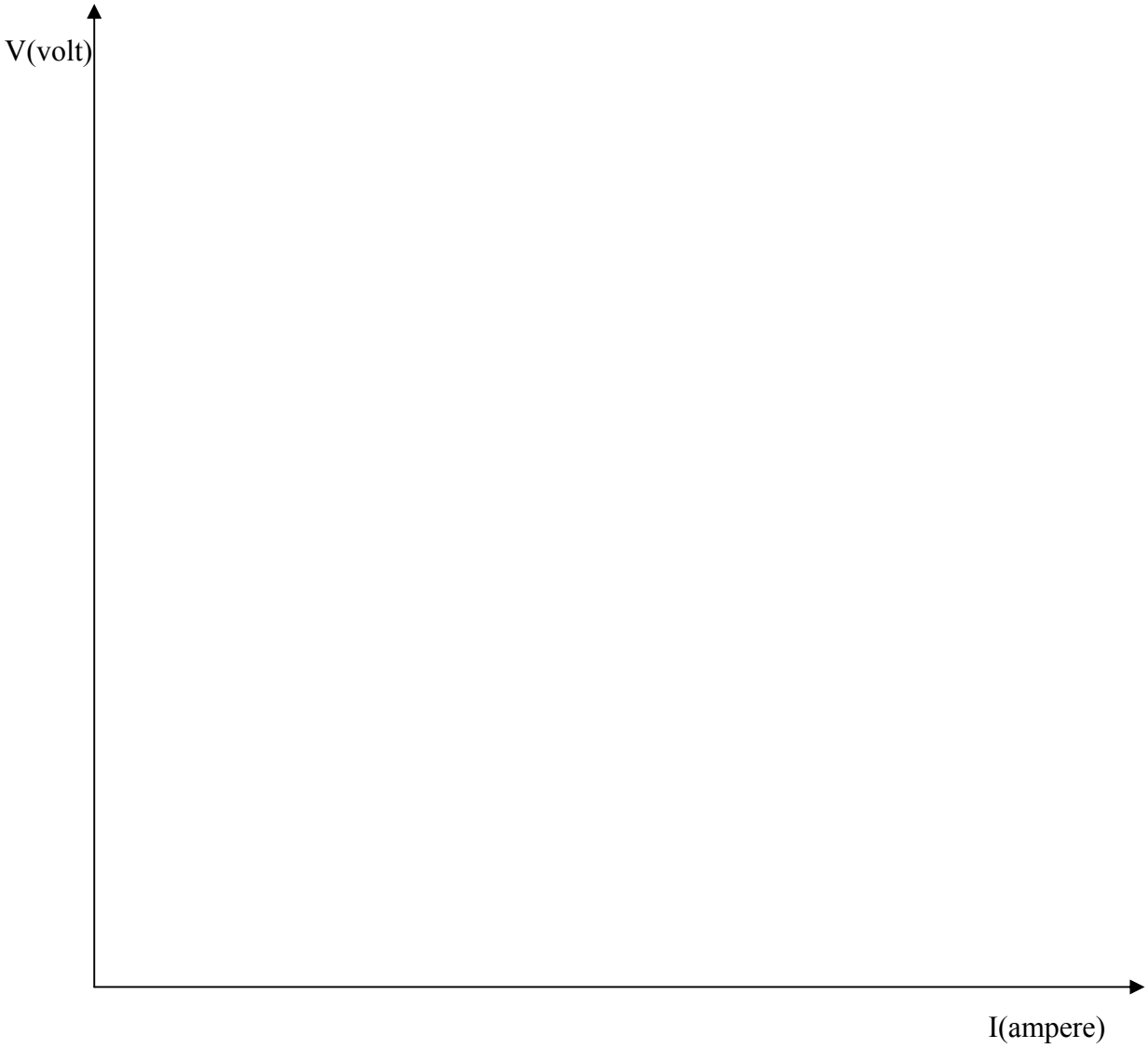
Alcuni siti

- www.energoclub.it
- www.freenergy.uniroma2.it
- www.solideas.com
- www.konarka.com
- www.eifer.uni-karlsruhe.de
- www.nanosolar.com
- www.dyesol.com
- www.sciencenews.org
- www.newscientist.com

……

le nostre misure:

V(volt)												
I(ampere)												
W(watt)												



Le nostre impressioni

……

……

……

……

……

Cella di Grätzel

Qualche nota biografica

Michael Grätzel, originario del cantone Svizzero di lingua tedesca, ha studiato chimica all'Università di Berlino. Professore dal 1977 di chimica fisica al politecnico federale di Losanna, insegna termodinamica, cinetica, e chimica fisica avanzata. Suoi campi di ricerca sono la fotosintesi artificiale, la bioelettronica, la caratterizzazione delle membrane... Nel 1991 ha inventato una pila fotovoltaica, basata sul processo che imita la fotosintesi delle piante: essa è nota come cella di Grätzel o Dye Sensitized Solar Cell

Struttura

La cella di Grätzel è una cella fotovoltaica che trasforma energia solare in energia elettrica; è costituita da due vetrini, con una faccia conduttiva e disposti a sandwich, che costituiscono gli elettrodi. Su uno dei vetrini è stato posto uno strato molto sottile di biossido di titano (TiO_2) che sinterizzato (cotto) diventa poroso, successivamente viene immerso in un colorante naturale estratto da frutti o da foglie, contenente o antocianine o clorofillide, così che il colorante si lega alle particelle di biossido di titanio. Possono essere usati molti coloranti, ma devono possedere gruppi chimici capaci di formare legami con la struttura del TiO_2. Il secondo vetrino coperto da uno strato sottile di carbonio funge da controelettrodo. All'interno del sandwich infine viene immessa una soluzione [ioduro di potassio KI (0,5M) insieme a una soluzione di iodio I_2 (0,05M), disciolti in un solvente organico, per esempio alcool] che per capillarità si distribuisce all'interno della cella.

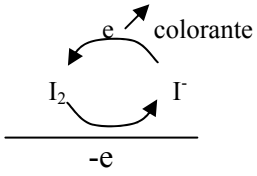
Funzionamento

Gli elettroni del colorante, legati alla struttura nanocristallina del TiO_2, eccitati dalla luce solare ricevono l'energia sufficiente (il gap di energia del biossido di titanio varia da 3,0 eV a 3,2 eV) per passare dalla banda di valenza alla banda di conduzione[1]. Il TiO_2 si comporta da semiconduttore e trasporta gli elettroni fino alla superficie dell'elettrodo che si carica negativamente. Gli elettroni abbandonano l'elettrodo e fluiscono in un circuito esterno fino al controelettrodo. La funzione dell'elettrolita è quella di trasferire l'elettrone del controelettrodo al colorante attraverso una reazione di ossido riduzione (I_2/I^-) [2] , il ciclo può così continuare e la cella solare fornisce energia elettrica con continuità.
Le particelle dello strato di biossido di titanio agiscono da accettori di elettroni, lo iodio agisce da donatore di elettroni e il colorante funziona come una "pompa" fotochimica[3]: nella fotosintesi, questi tre ruoli sono svolti rispettivamente dal biossido di carbonio, dall'acqua e dalla clorofilla[4].

NOTE di approfondimento:

[1] $E = h\cdot\nu = h\cdot c/\lambda$ ($\lambda = 410$ nm ; $c = 3 \cdot 10^8$ m/s; $h = 6{,}62 \cdot 10^{-34}$ J·s)
[2] $V_{redox} = 0{,}475$V dato dalla legge di Nerst alla temperatura di 25°C ($E = E_0 + RT/nF \cdot \ln[OXE/RED]$)

$2\,I^- - 2e \rightarrow I_2$ ossidazione
$I_2 + 2e \rightarrow 2\,I^-$ riduzione



[3] Le reazioni coinvolte nel processo complessivo sono le seguenti:
1. colorante + luce → colorante eccitato
2. colorante eccitato + TiO2 → e-(TiO2) + colorante ossidato
3. e-(TiO2) + C.E. → (TiO2) + e-C.E. + energia elettrica
4. colorante ossidato + 3/2 I^- → colorante + ½ I_3^-
5. ½ I_3^- + e-C.E. → 3/2 I^- + C.E.

[4] processo di fotosintesi
$6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

biossido di Carbonio	biossido di Titanio
H_2O	iodio
clorofilla	colorante