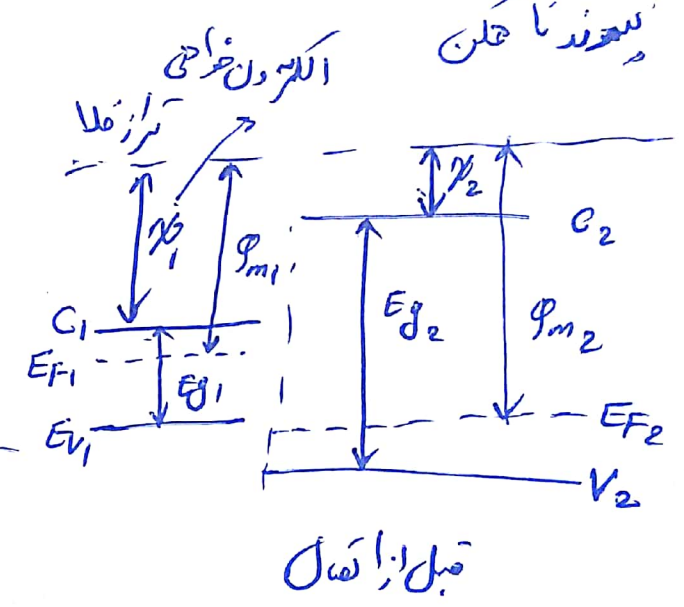


17) اثرات دما بر روی سلولهای خورشیدی لایه نازک

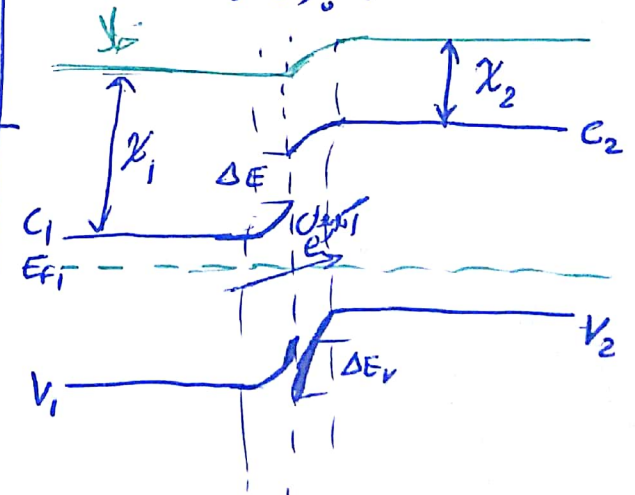
- مراحل:
- شرایط یوندر غیر همگن
 - انواع یوندر غیر همگن
 - انتقال فلز - نیم رسانا
 - تماس اچمی
 - انداز نوار

یوندر ناهمگن



قبل از اتصال

بعد از اتصال E_F را برابری کردند (توازن گوی)



انواع یوندر ناهمگن

میں از اتصال $E_F > E_{F2}$ (بالا تر) سے اکثر رخا ہے
 از $n \rightarrow p$ ٹرانزیشن مدعا ہے کہ منقسم قس
 ندر رویم بالا درست n و رویم وایس درست p
 می شود
 * ناهمگنی حائسی از تفاوت رسانایی کا درجه پنا

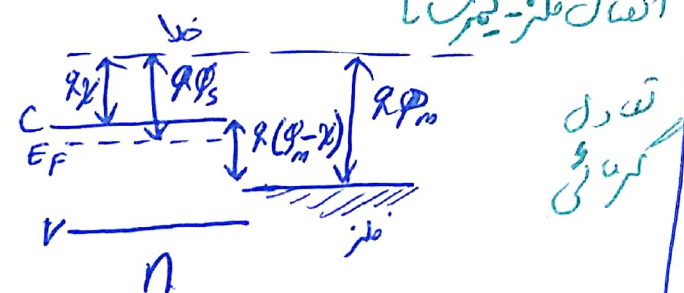
الکترن خواص یا الکترن اfinity
 electron affinity

مقدار انرژی که صرف می کنند و یا در جذب الکترن
 به یوندر نامی شود
 تابع کار فلز به ϕ مدعا که ϕ تر بود نیایی لازم برای
 جدا کردن یک الکترن از جامد به ϕ می باشد نزدیک
 سطح جامد در مدعی باشد

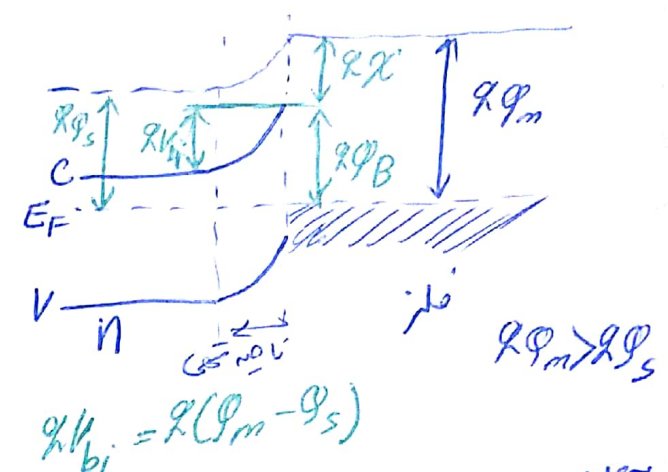
شرایط برای یوندر غیر همگن مناسب

- 1- ثابت کثرت حدود تقریباً یکسان باشد
- 2- الکترن خواص حدود باید هم باشد
- 3- فریب اینسا اگرمایی نزدیک به هم باشد

انتقال فلز - نیم رسانا



حال بعد از اتصال E_F را برابری کردند
 الکترن خواص ϕ مدعا که ϕ تر بود نیایی لازم برای
 جدا کردن یک الکترن از جامد به ϕ می باشد نزدیک
 سطح جامد در مدعی باشد



در اینجا برعکس الکترونی فلز برآ در سطح به نیمه هار
 توپل می زند به جدار می تراکم جابجا (ع) را در مرکز داریم
 دست و نور به سمت پایین می میرد -
 بنابراین یک سیر هار درست می شود و تفاوت
 تفاوت جبهی داریم

TF-SC

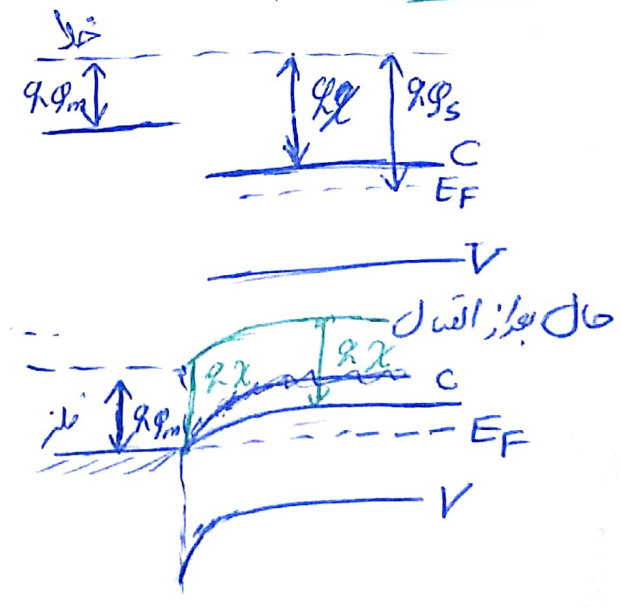
- از ترکیب آلی و غیر آلی لایه فعال استفاده می کنند
- * بهترین فاکتور جهت کاهش هزینه های حمل و نقل
- زیر لایه ها انعطاف پذیر یا صلب
- روشی جهت CVD و CBD
 Chemical Bath Deposition
- PVD physical Vapor Deposition

لایه نازک

- از چند نانومتر - دهی میکرومتر
- از نظر ویژگی با یکصد ها جبهی تفاوت دارند
- هتایا :
- 1- بارشهای متنوع قابل ساخت است
- 2- بصورت آکسید یا نانودایر قابل استفاده
- 3- انتخاب های متعدد شکل - اندازه - جبهی
- 4- قابلیت ایجاد دهی پودر آلی و غیر آلی و بیانی
- 5- قابلیت تنظیم گاف نوری

در اینجا دو حالت داریم
 در نوع 1 $\phi_m > \phi_s$ در جهت کلی
 در نوع 2 $\phi_m < \phi_s$ انتقال اچمی

- 1 حیدت کلی: چون $\phi_m > \phi_s$
 پس از اتصال الکترونی به انرژی بیشتر دارند
 به فلز توپل می زند و یک ناصیه تخلیه ایجاد می کنند
 و یک میدان V_b درست می کنند
 $\phi_B = \phi(\phi_m - \phi_s)$
 در کتب نور و حرارت
- 2 اتصال اچمی ($\phi_m < \phi_s$)



سلول خورشیدی لایه نازک بیلکون آسف
چندین دارنده
(a-Si:H)

هنر یا
 $\alpha \approx 10^5$
 $E_g \approx 1.06$

با آینه کردن باز دایم و کریست
 $E_g \approx 1.01 \sim 2 \text{ eV}$

$\eta \approx 12\% \Rightarrow \text{تجرب}$

عیب: کاهش تدریجی عملکرد هر زیر لایه به دلیل شکست
پوشنده مرکب باز ترکیب زیاد شده و η
کاهش یافته است
کاهش در جاهایی که شدت نور کم است

cdTe TFSC

$E_g \approx 1.45 \text{ eV}$
 $\alpha \approx 10^4 \text{ cm}^{-1}$

مزیت: تطابق باند
الکترون خواص بالایی با سولار پنل
از روشی معلوم تصعید در فضا نزدیک
close space sublimation
که بازدهی 16.5٪ شده است
+ بصورت نظری 29٪

* ویژگی تشکیل دانه ها بزرگ در لایه نازک
است و سطح پخش طیف بالا تر بوده η
عیب: ماده آبی است

کربن خا TFSC

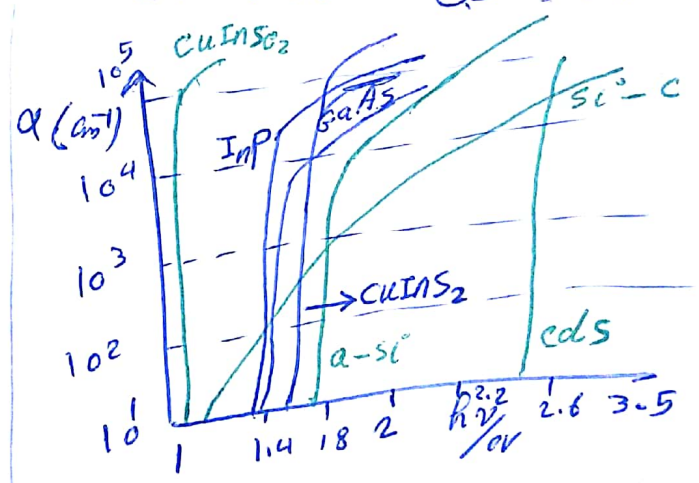
شیشه زیر لایه	
TCO	
Window layer	cds
Absorber layer	cdTe, CIGS
Back Contact	

محلی توان پیوند ناچگن است

- 1- ایجاد میدان الکتریکی مناسب جهت گرد آمدن حاملها η_{cc}
- 2- تنظیم گانجا و انتقال نور به سمت جاذب

انتخاب مواد

1- جاذب خوبی باشد (ضریب جذب بالا)



- 2- گاف مطلوب (1.06 eV ~ 1.55 eV)
- 3- گاف نوری مستقیم
- 4- تحمیل شده باشد
- 5- ارزان قیمت

(20) من ایندیم دی سولفید $CuInS_2$

بسیار مطلوب زیرا $E_g \approx 1.5 eV$

آمیخته با افزودن غیرسی

الکترون خاص و ثابت کجبه نزدیک به cds و $col ZnS$

روشهای سنتز: MBE, CVD, PVD, spray

* بالاترین بازده را دارد ۱۸ الی ۱۹٪

ایندیم فسفاید InP

$E_g \approx 1.35$

$\eta \approx 10$

در AMO

* نزدیک در تابش با توان بالا خورشیدی تحمل دارد در کاربرد کماکان در حال تحقیق

$GaAs$

$E_g \approx 1.42 eV$

مقاومت تابشی بالا کماکان در حال تحقیق

* رایجترین روش CVD

اکسید مس Cu_2O

$E_g \approx 2.17 eV$

سی وازان قیمت

- بطور ذاتی نوع p است

- من فلز - نیمه رسانا است

مانند Mg فسفریم و Mn فلز

Al و تالیوم Tl

با بایک نوع n مانند ZnO

(In_2O_3 اکسید ایندیم)

اکسید روی آلاینده با Al $ZnO:Al$

اکسید ایندیم آلاینده با قلع $In_2O_3:Sn$

اکسید کادمیوم CdO

AM1 با $\eta \approx 20$

حبیب ایم آبی بالایی نلر من با الیدس
تیم مطیع شترن ایجاد می کند و $\eta \approx 10$ می شود

من سولفید Cu_2S

* بیش کاراست

امروزه ترین و بدترین مدل

با فریب کج و تفاوت Cu_2S

$Cu_{1.98}S$ و $Cu_{1.8}S$

* دلیل خفیه ها و ناخالصی نیم رسانای p است

$E_g \approx 1.2 eV$

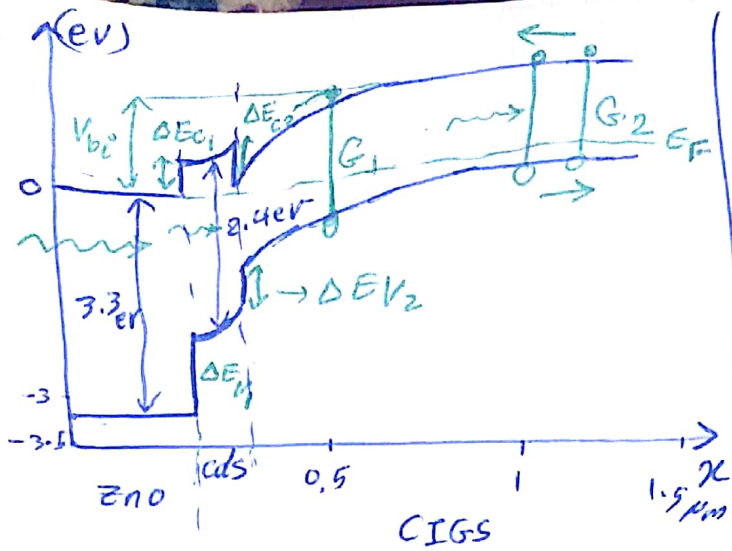
$\alpha \approx 10^4 cm^{-1}$

- cds بفران با فر

- بازده تقریبی ۱۶٪

بالاترین حالت تجربی $\eta \approx 10.4$

دست لایه من سولفید با فرآیند شست و
لایه کادمیوم سولفید با تیتر مراری



CuInSe2 (CIS) (21)

مناسب
 $\alpha \approx 3 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$
 مناسب لایه نازک نیاز است
 موادی که قیمت کم

عیب $E_g \approx 1 \text{ eV}$

- چون دو نوع n و p دارد
- لذا گاهلن و غیر گاهلن رفتی شود
- اکلاترون خواج نزدیک به CdS
- تلف بقربند خوبی با CdS و (CdZnS)

مقاومت تابشی کا بردقشانی

$$\eta = \frac{1}{1.7} \rightarrow 5.88\%$$

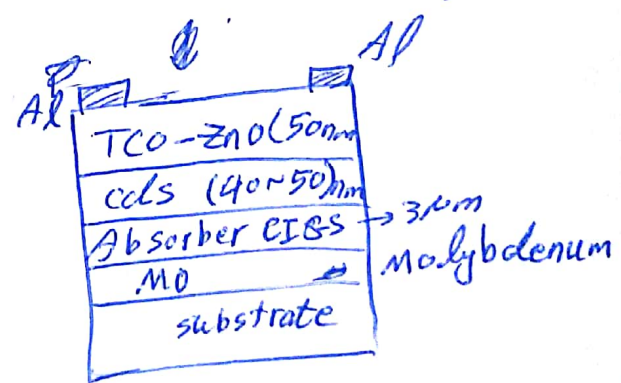
* پایدار خوبی دارند

* مناسب لایه یونی و پذیر یونی

* با آلایه Ga و Al و S می توان

$$\eta = 9.2\%$$

* هزینه خت بالا است



موتونی با $h\nu \approx 3.3 \text{ eV}$ از لایه ZnO عبور می کند

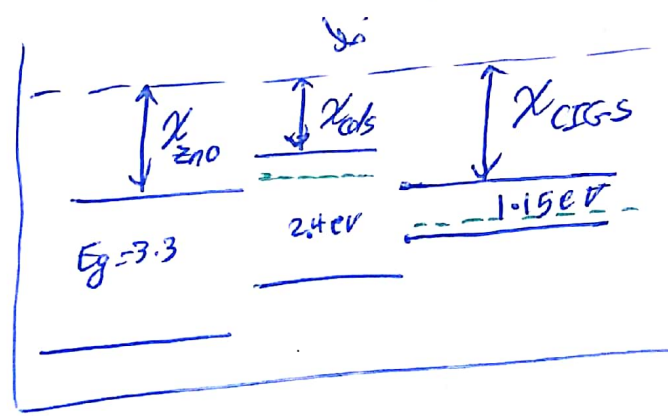
- $2.4 < h\nu < 3.3$ در CdS جذب می شوند

* G1 به دلیل drift در ناحیه تخلیه

* G2 به دلیل بدلیل G که لایه ها تجزیه می شود

باز ترکیب و در جریان نور شرکت نمی کند

قبل از اتصال

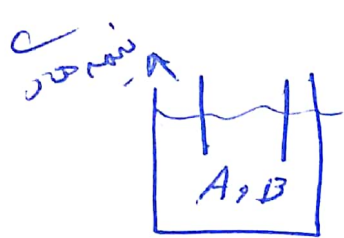


$$\chi = E_{\text{vacuum}} - E_c$$

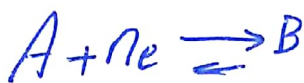
تفاوت انرژی از C به فلا

پس از اتصال جریان شروع تا نور خفای برآورد
 معین کا ریب فیس می گردد

در یون بدون اینکه در فرآیند شیمیایی شرکت
کند در انتقال الکترون شرکت کند

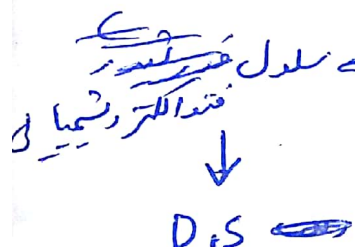


درش کار:
A و B دو نوع یون

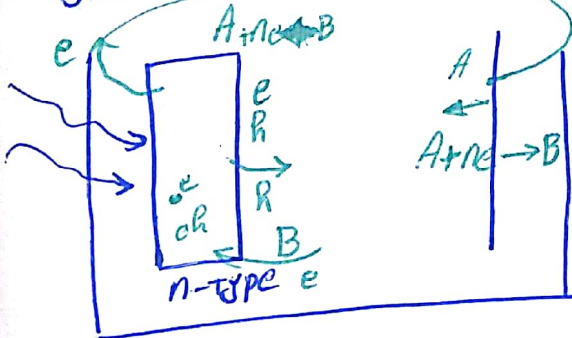


بر روی سطح دو الکترود (یک نوع دالین آلتر و شیمیایی
با تبادل الکترون یک نوع یون به نوع دیگر تبدیل می شود

* در شیمی ترکیب ولتاژ



چنین الکترود باید نیمه رسانا باشد
n-type
p-type



n-type - metal
p-type - metal
n-type - p-type

↓
Photo electrode
فتو الکترود

سلول خورشیدی رنگدانه
Dye sensitize solar cells

اصول کلی عملکرد

فتو الکترود - الکترودیت - رنگدانه

روشنی ششخصه یابی

آرژند کار بعد از سیکلونی

- آنجا قرن گذشته از بانک به سمت نانوتقویر

- ادوات فتو و لایه مولکولی می شود

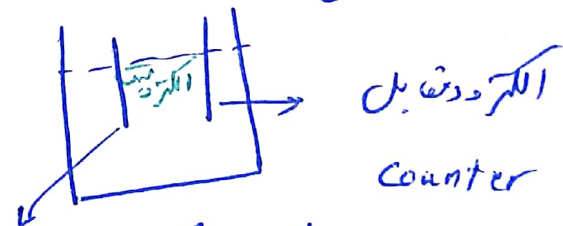
← نانوتقویر

← مولکولی

← D.S ترکیب نانوتقویر
مولکولی

D.S زیر بر روی فتو الکترود شیمیایی
است

سلول فتو الکترود شیمی



working electrode

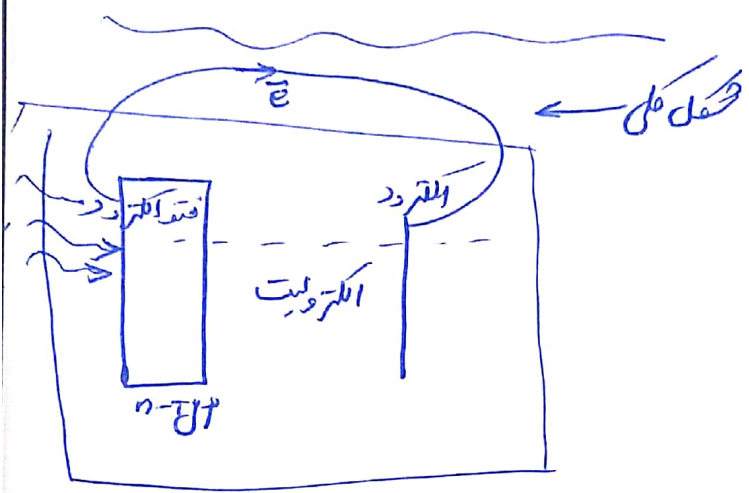
الکترود کار

الکترودیت مانع ملامت است که یون حتمه

مردان زوج Redox

{ Reduction احیا
Oxidation اکسایش

کاربرد این واکنش { سلول خورشیدی (الکترونی)
 تولید می کند اگر دافعت با ندر
 محصل می شود که تولید می شود و این را به دنبال دارد



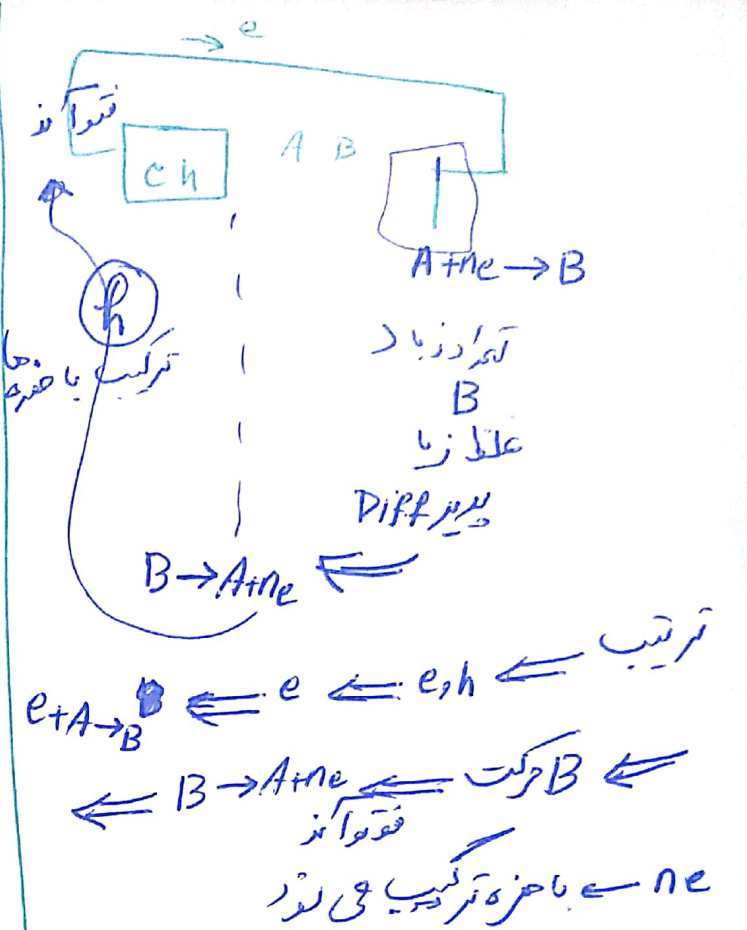
محدود خورشیدی $0.5 \text{ eV} \sim 3.5 \text{ eV}$
 جهت رانندگی بالار با max ماندگ و دانسته می شود
 $1 \text{ eV} < E_g < 1.5 \text{ eV}$ محدود بسیار عالی است

در نیمه رسانا ها که گاه انرژی کمی دارند استفاده می شود
 - مشکل: مسئله خوردگی در نیمه رسانا ها رخ می دهد (و گاهی)
 که هنوز حل نشده

نیمه رسانا که باید از چند

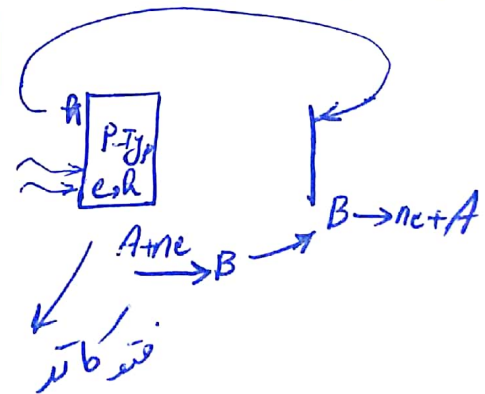
- TiO_2
- ZnO
- SnO_2
- BaTiO_3 با ریم تیتانا
- SrTiO_3 استرانتیم تیتانا
- $E_g > 3 \text{ eV}$

بسیار از این مقدار 0.5 eV قابل جذب است



واکنش A و B باید برکت پذیر باشد تا
 این روند ادامه یابد
 $A + ne \xrightarrow{\text{Reduction}} B \rightarrow \text{reduced}$
 $\xleftarrow{\text{oxidation}}$

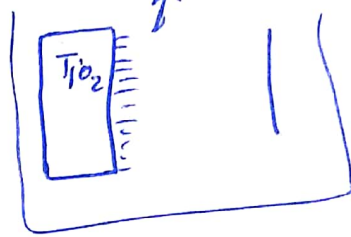
حال اگر P-Type باشد



n-Type فتداند
 p-Type فتداند

یعنی جاذبه را جذب می کند
 بین قطب مثبت

رفع شکل: ایدر استند یا رنگدانه یا dye

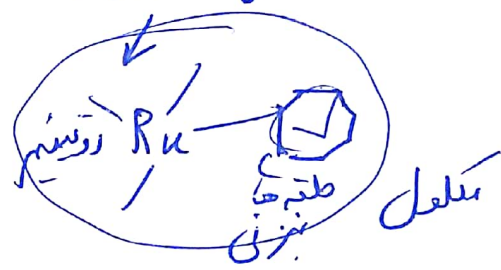


رنگدانه به عنوان جذب نور خورشید

- امکان انتقال فایلی بار به پرتو خورشید
- یا ایدر با ندر در برابر Oxidation Reduction

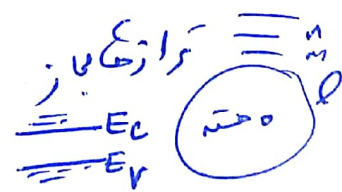
ملکوک (رنگدانه) آلی

organic metal organic

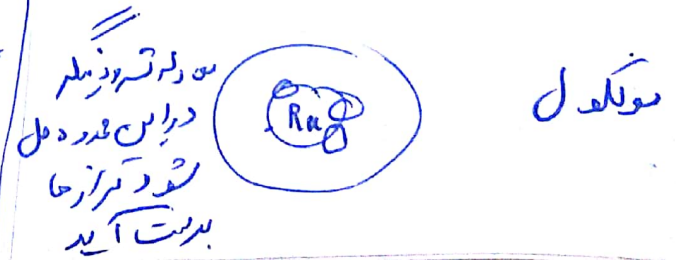


نستری (دختنی)

در طبیعت مانند پیوسته رنگ پرده ها و گل و گیاهان
 در طبیعت



مکاتم



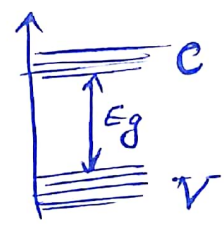
Lowest occupied molecular orbit (تراکم فایلی)

Highest occupied molecular orbit

الکترونیک مکمل این تراکم را می توان تغییر کند
 (نرم افزار DFT) یا حل عدد

از این تراکم تراکم انرژی تراکم به پرتو الکترون

در طبیعت solid با تابع بلایه
 تراکم در حال تراکم



HOMO LUMO

هنگامی که dye یعنی تغییر فایلی HOMO و LUMO
 تا طول موج جذب تغییر کند

رنگدانه اگر رنگدانه بلند داریم نور جذب کند
 وجود لایه نیمه هادی فروتنی دارد



فلز-اکسید (FTO) لایه
 برداریم در آن رنگدانه کرب لایه بیشتر بلند داریم می نیاز به لایه نیمه هادی است

جواب: اگر یک لایه باشد جذب بسیار کم خواهد بود پس باید چندین لایه Dye داشته باشیم تا جذب زیاد شود

حال چه order باشد (یعنی چقدر)

در یک ناحیه فعال فضایی حدود $100 \mu m$ لایه جذب ثابت شده $\alpha_{Dye} = 2 A^\circ$



چند مکمل Dye در سطح $1 cm^2$ ؟

$1 cm^2 =$ روی هر سطح 10^{15} اتم زی داریم تعداد کل :

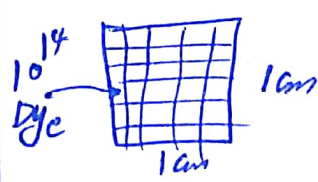
$$\frac{100 \mu m}{2 A^\circ} \times 10^{15} \approx 10^{21} \text{ اتم بیلینون}$$

Dye با ذرات سیستم است $\left\{ \begin{array}{l} \text{معم Dye کمتر} \\ \text{غیر سیستم} \end{array} \right.$ نیاز است

هر رندانه $1.5 nm^2$ هر رندانه جای گیر د

$$\frac{1 cm^2}{1.5 nm^2} \approx 10^{14} \text{ مکمل Dye}$$

روی یک زیر لایه با ابعاد $1 cm^2$ می کشند



* فضا هر لایه $1 nm$ باشد
پس 10^{14} لایه استاده شود

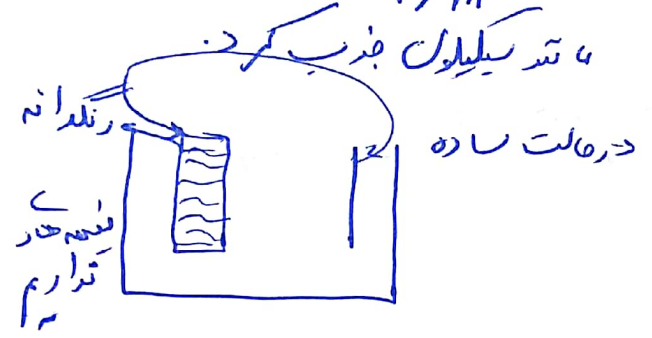
$$10^4 \times 10^3 \mu m = 10^7 \mu m$$

فاصله بین حفره ها $1 nm$

کل عدد نیاز 10^{18} مکمل نیاز است

$$\frac{10^{18}}{10^{14}} = 10^4 \text{ لایه}$$

فضا $10 \mu m$ نیاز است تا بتوان



ایراد: به محض تولید الکترود حفره سریع باز ترکیب رخ می دهد و دیگر اتصال نخواهیم داشت

به عبارتی چند لایه نمی توانیم داشته باشیم

یعنی Dye از یک لایه به دو لایه تبدیل شود انتقال الکترودن نخواهیم داشت

(کم)

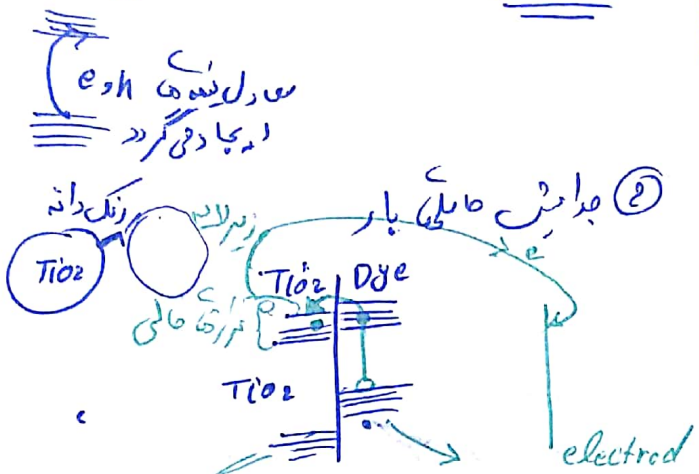
و تا بحال گفته شده است

در این حالت می توان از فائوس مقدار نیمه هار

است که هنوز مشکل حل نشده است

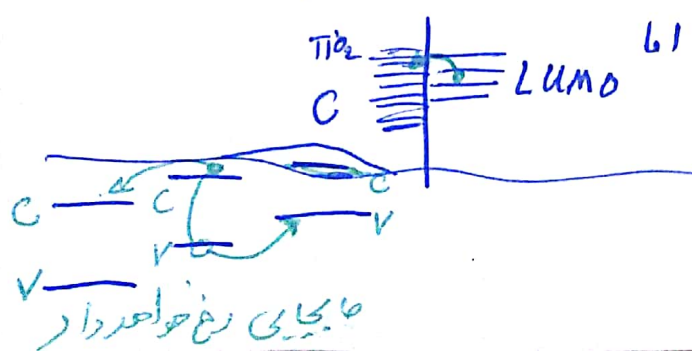
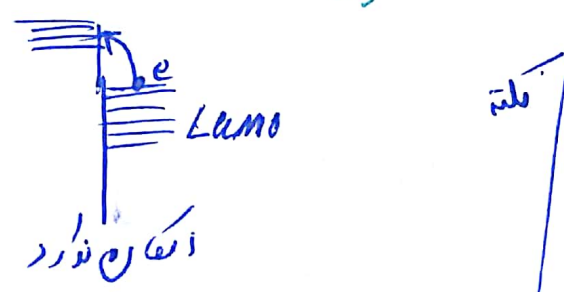
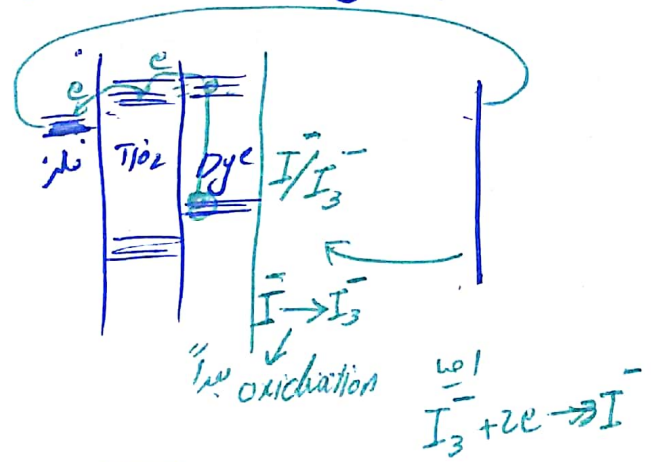
علاوه بر زوج Redox زوج دیگری مانند I^-/I_3^- نیز درست می کنند

با تابش نور ① توسط رنگ دانه جذب می شود



تیف HOMO باید درون باندهای باندهای تابشی رخ دهد

③ درون الکترولیت نیز قاتیل دارد که به یونهای مثبت و منفی Redox Potomil می گویند



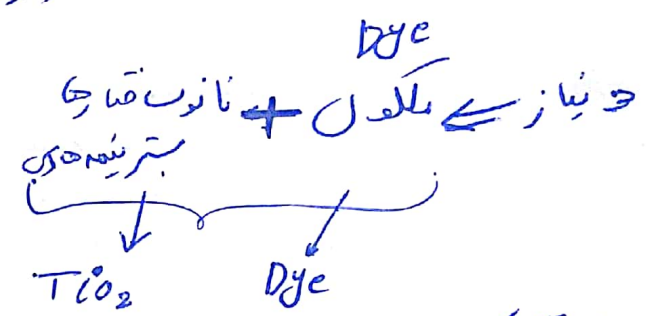
سین دیکل لایه یی که نمی تواند باشد
تنها Dye هم نمی تواند باشد

- ویژگیها فتوالکترود

تعداد مناسب Dye

- جذب ایستکی مناسب } الکترون دهنده را حامل زیاد

- بهتر مناسب برای جذب Dye جذب انتقال انتال حامل نه زیر لایه

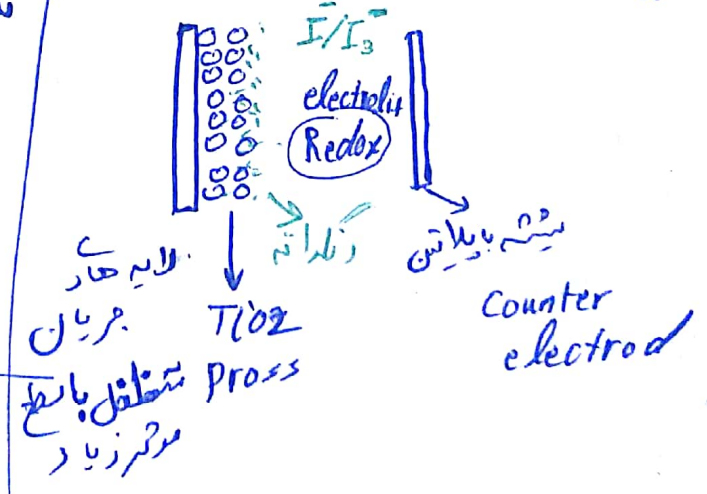


با این روش که سطح زیاد باشد

④ از الکترود Flat به سمت متخلخل حرکت کردند

Photoelectrochemical cell (PEC)

Dye sensitive cell (DSC)



۱۴ ما اگر ندرت با هم ندرت حاصلی اختلاف و تباين
اينجا دي كنند

بجائے TiO_2 کی جگہ ZnO استعمال ہوتا ہے
↓
شیشائی یا پائپر
↓
ضلعی یا پائپر
↓
مٹی اتھال الکٹرون بکٹر

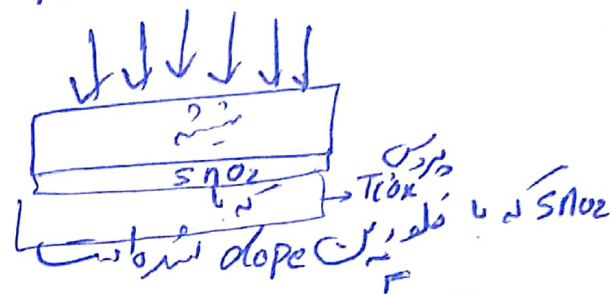
SnO_2 سے تیار کیا جاوے گا۔ اس کے لیے اسے SnO سے تیار کیا جائے گا۔
 لہذا باید زنجیری جبریدہ ہو۔ استفادہ نمود
 است
 بن بر این می کار بردن در محل حاضر SnO_2 است

۱۰/ عبود می دهد
بعبود آنتی وکلن استفاده می کنند

FTO - کاتدوم است (کاتالیز)

به حرف می باشد
 کارایی می باشد
 دایره را می باشد

محترمين زير لايہ شفاف ہمارے

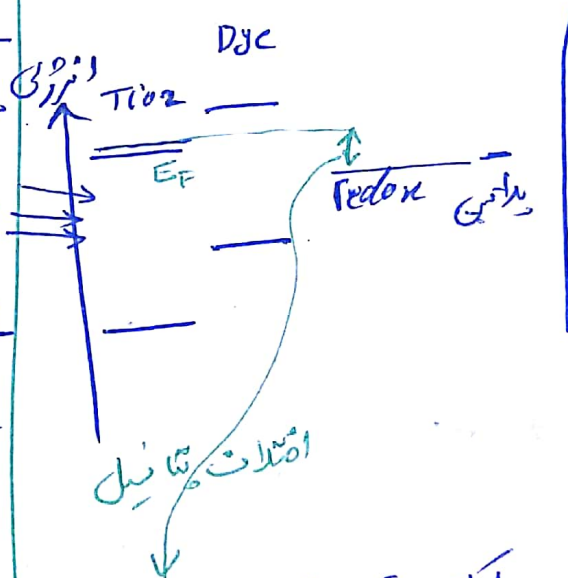


FTO Fluorine Doped ~~Thin~~ Thin oxide

* حکایت خوبی دارد
لا هر دو صفات است ↑ شفا نیست مگر ولی حدیث بشر

در محبت دیگر یک شریعت است نه یک ملائمت
(کلمه) در آستان محبت می شود

بہ کاٹ ستر اچھا اندر دی؟ مگر با زیا
مگر کہنا



صحت میں آئے اکثری تندرستی کی تعداد (نورانی تائید)
تندرستی بہ بالا اکثری تردد میں جرمین درم

* در تارکیتی آنقدر قیاس با دایره داریم که تارضا
لیک ن می توانند و (E_F لیکن)