

بسم الله الرحمن الرحيم

پیش گزارش آزمایشگاه فیزیک عالی – دکتر ایرجی زاد

گروه اول – سه شنبه از ساعت ۱۳:۳۰ الی ۱۷:۳۰

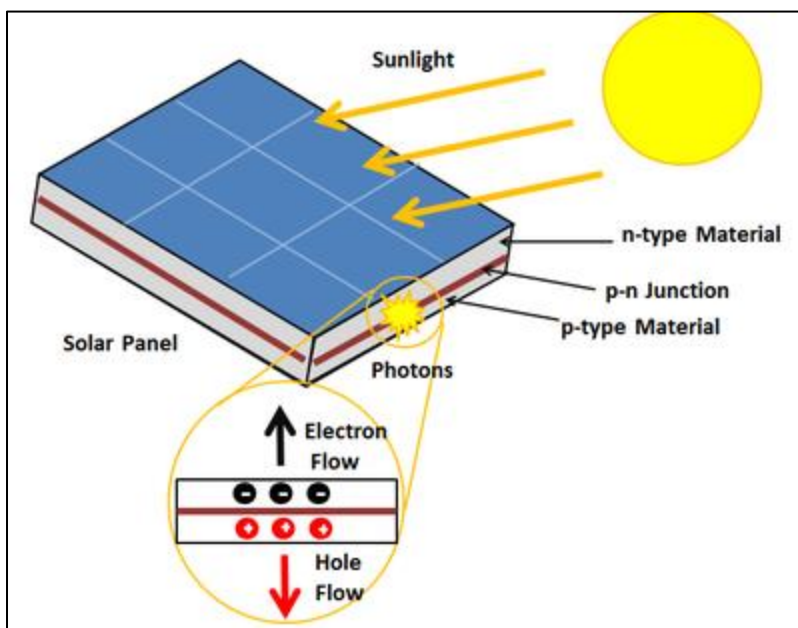
آزمایش اول

آزمایش آشنایی با سلول های خورشیدی

حسین محمدی

۴۰۱۲۰۸۷۲۹

۱- ساختار سلول خورشیدی سیلیکونی و مکانیزم تولید ولتاژ در اثر تابش نور خورشید را تشریح کنید.



شکل ۱: ساختار یک سلول خورشیدی سیلیکونی

اتم Si سیلیسیم، دو لایه اولش پر شده و در لایه ظرفیت ۴ الکترون دارد و برای تکمیل لایه آخرش یا باید ۴ الکترون بگیرد (که کار مشکلی است) یا چهار الکترون لایه آخر را از دست بدهد. از این رو در ساختار بلوری سیلیسیم، هر اتم با ۴ اتم مجاورش پیوند تشکیل داده است.

این ساختار بلوری نارساناست، چرا که الکترون های لایه ی ظرفیت به طور کامل در ساختار بلور زندانی شده اند و هیچ الکترونی امکان حرکت و رسانش را ندارد. اما برای این که رسانای خوبی از یک ساختار بلوری سیلیکون بدست آید، از ناخالصی ها استفاده می کنیم، معمولاً فسفر که ۵ الکترون در لایه آخرش دارد و اتم هایی که سه الکترون در لایه آخر دارند، ناخالصی های خوبی برای افزودن هستند.

ناخالصی حاصل از افزودن اتم با الکترون بیشتر (فسفر) را ، ناخالصی نوع N و نمونه ی آلاینده شده را نوع N می نامیم و همینطور نمونه ای را که با اتمی دارای الکترون های کمتر آلاینده شده باشد، نمونه نوع P می نامیم. این ناخالصی های افزوده شده باعث می شوند که یک الکترون اضافی یا یک الکترون کمتر (یا حفره بیشتر) در ساختار بلوری ایجاد شود که به رسانش کمک می کند.

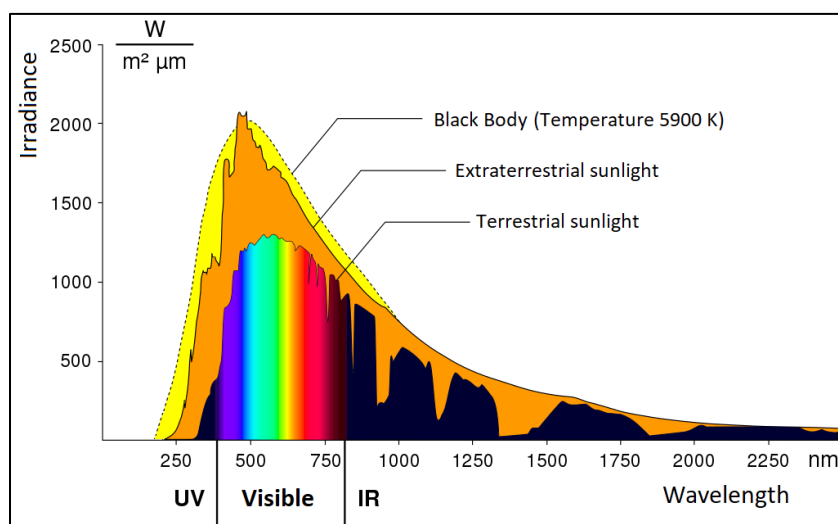
حال اگر دو نمونه آلاینده نوع N و P را در کنار هم قرار دهیم، تعدادی از الکترون ها، حفره ها را خنثی می کنند و مطابق آنچه در درس حالت جامد دیده ایم، در ناحیه پیوندگاه یک میدان الکتریکی برقرار می شود. این میدان الکتریکی باعث می شود که الکترون ها از قطعه منفی به سمت قطعه مثبت سرازیر شوند، و حفره ها به

شکل معکوس جریان يابند. اين تبادل تا وقتي صورت مي گيرد كه جريان در پيوندگاه برابر شود. (توجه كنيد كه ناخالصي در دو نمونه آلاييده شده بايد متفاوت باشد تا ميدان صفر نشود).

حال مكنيسم توليد ولتاژ به اين شكل است: اگر يك فوتون به ناحيه ي پيوندگاه بتابد كه انرژي كافي داشته باشد (مثلا فوتون هاي نور خورشيد) در اين صورت يك الكترون و يك حفره را به وجود مي آورد؛ حال اگر فوتون در نواحي خاصي از پيوندگاه بتابد، الكترون آزاد شده به سمت نمونه آلاييده P و حفره در جهت برعكس حركت مي كند، حركت اين الكترون و حفره ها يك مدار بسته اي را به وجود مي آورد كه در آن جريان وجود دارد و ميدان الكتريكي اين جفت، يك ولتاژ در مدار ايجاد مي كند.

در شكل ۱ مي توانيد به صورت شماتيك شيوه كار سلول خورشيدي را و ساختار آن را ملاحظه كنيد.

۲- طيف تابشي خورشيد و طيف جذبي سيليكون را با هم مقايسه كنيد.

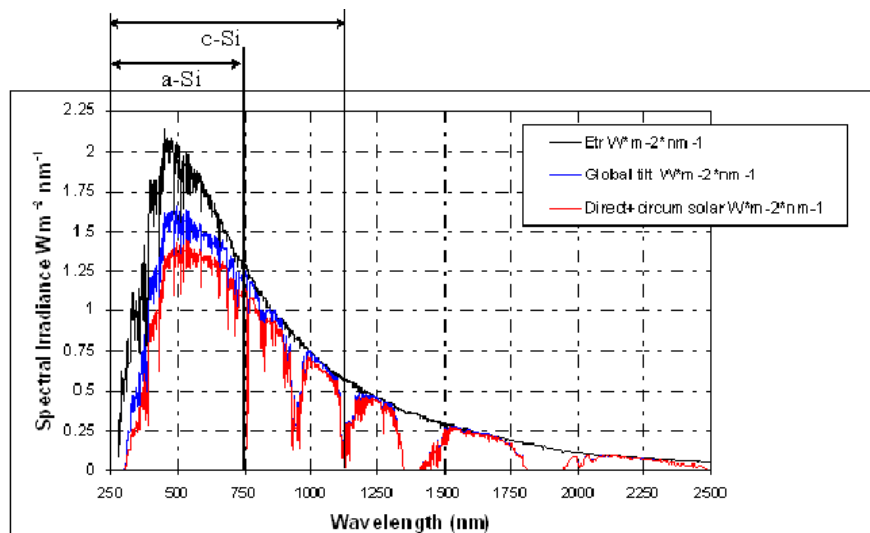


شكل ۲: طيف جذبي خورشيد.

طيف خورشيد محدوده ي ۲۵۰ تا ۲۲۰۰ نانومتر را در بر مي گيرد كه پيك آن روي محدوده ي نور مرئي است كه در شكل ۲ مي بينيد.

در شكل ۳ هم مي توانيد مشاهده كنيد كه طيف جذبي سيليكون تقريباً همين محدوده طول موج را در بر مي گيرد و پيك آن روي محدوده ي مرئي و نور با طول موج زرد است.

وقتي طيف نشري خورشيد با طيف جذبي سيليكون برابر است، يعني سيليكون مي تواند انرژي خورشيد را تمام جذب كند و يا منبعي مناسب براي توليد انرژي پاك باشد.

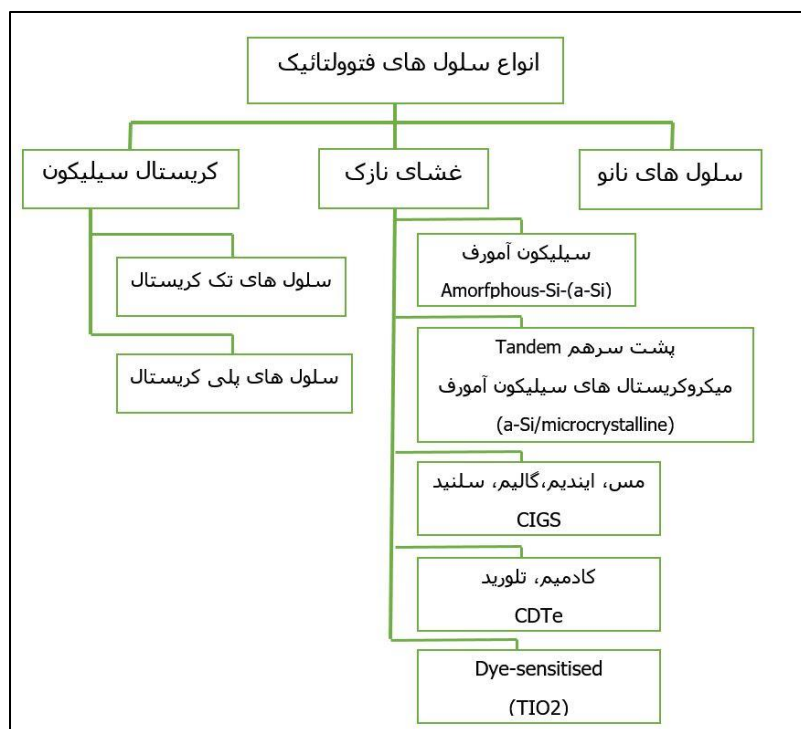


شکل ۳: طیف جذبی سیلیکون

۳- راندمان سلول چیست و چگونه اندازه گیری می شود و به چه عواملی بستگی دارد؟

عددی است بی بعد، بین صفر و یک که کارایی یک سلول خورشیدی را نشان می دهد، این عدد از نسبت توان مصرفی به توان دریافتی (ورودی) حاصل می شود. توان ورودی را به کمک ترموپیل و توان مصرفی را به کمک رابطه $P = IV$ بدست می آوریم (یعنی زمانی که ضرب این دو بیشینه است توان مصرفی حاصل می شود). راندمان یک سلول به ویژگی های ساختمانی آن، موانع در مسیر تابش نور و به خصوص دما وابسته است (راندمان با دما نسبت معکوس دارد).

۴- امروزه سلول های خورشیدی از چه موادی و با چه راندمانی در بازار وجود دارد و قیمت برق تولید شده آنها چقدر است؟



شکل ۴: انواع سلول های خورشیدی.

در شکل بالا انواع ساختارها برای یک سلول خورشیدی را مشاهده می کنید.

راندمان سلول های خورشیدی به طور معمول بین ۱۵ تا ۲۰ درصد است و محققان در تلاشند این راندمان را بیشتر کنند، البته خبری که در جستجوی اینترنتی به آن برخورد جالب بود:

سلول های خورشیدی جدید رکورد قبلی همین آزمایشگاه را با ۳۹.۲ درصد راندمان در سال ۲۰۲۰ شکسته است. در مقام مقایسه، باید گفت سلول های خورشیدی سیلیکونی معمولی و سلول های خورشیدی پروسکایتی نوظهور تقریباً ۲۵ درصد راندمان دارند، در حالی که سلول های خورشیدی ترکیبی که حاوی هر دو ماده هستند به بازدهی ۳۰ درصدی نزدیک می شوند.

و در مورد قیمت برق خریداری شده هم به این نتیجه رسیدم:

ردیف	ظرفیت سامانه	نرخ پایه قرارداد (ریال/کیلووات ساعت)
۱	مساوی یا کمتر از ۲۰ کیلووات	۱۷۵۰۰
۲	بیشتر از ۲۰ کیلووات تا سقف ۲۰۰ کیلووات	۱۶۵۰۰

جدول ۱: قیمت برق خریداری شده، تولیدی توسط سلول های خورشیدی.