كيف تعمل الخلايا الشمسية

من الطبيعي عزيزي القارئ انك تعاملت مع الخلايا الشمسية من خلال استخدامك للآلة حاسبة مزودة بخلية شمسية كمصدر للطاقة الكهربية تعمل بدون بطارية وتستمر في العمل دون توقف طالما توفرت كمية كافية من الضوء. كما ان هناك الواح شمسية كبيرة تستخدم في تطبيقات متعددة ومنها على سبيل المثال في الاقمار الصناعية حيث تعتبر المصدر الرئيسي للطاقة الكهربية.

إن الاعتماد على الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة الكهربية هو الحل الامثل للحصول على طاقة مجانية وغير ضارة للبيئة. إن كمية الطاقة التي تصل إلى الارض من الشمس في يوم مشرق تقدر بـــ 1000 وات لكل متر مربع وبالتالي لو تم تزويد اسطح منازلنا بمجموعة من الالواح الشمسية المتراصة يمكن ان نحصل على طاقة كهربية مجانية كافية لمتطلبات الحياة اليومية.

ومن الجدير ذكره ان أسبانيا بدأت في مارس 2007 بتطبيق قانون جديد يلزم من يقدم على بناء عقار أو تجديد مبنى بإنشاء وحدة لتحويل الطاقة الشمسية على سطحه. يأتي ذلك في إطار جهود الحكومة الأسبانية للحد من الطلب المتزايد على الطاقة، والحد من التلوث الناتج عنها. وطبقا لتقديرات حكومية، فإن لوحا للخلايا الشمسية بمساحة مترين مربعين موضوع على سطح أحد المنازل يمكن أن يوفر ما بين 30 إلى 70 % من الطاقة اللازمة لتسخين المياه على حسب موقع المبنى وكمية المياه المستخدمة.

ألواح من الخلايا الشمسية

خلايا الفوتوفولتيك: تحويل الفوتون إلى الكترون

الخلايا الشمسية المستخدمة في الالات الحاسبة وفي الاقمار الصناعية هي عبارة عن خلايا فوتوفولتيك cells photovoltaic وهي عبارة عن مجموعة من الخلايا الكهربية موصلة مع بعضها البعض في اطار واحد على شكل لوحة. وكلمة فوتوفولتيك هو اسم مشتق من طبيعة عمل الخلية فكلمة فوتو photo تعني ضوء وكلمة فولتيك voltaic تعني كهرباء، وهذا يعني تحويل ضوء الشمس إلى كهرباء. في البداية كانت خلايا الفوتوفولتيك تستخدم في الاقمار الصناعية ومحطات الفضاء للحصول على الكهرباء من اشعة الشمس مباشرة والان بدأت تدخل في العديد الأجهزة الالكترونية وفي السيارات قريباً سوف نستخدمها كمصدر للطاقة الكهربية في منازلنا. والسؤال الان كيف تعمل خلية الفوتوفولتيك؟

تصنع خلية الفوتوفولتيك من المواد اشباه الموصلات semiconductors مثل السيلكون وكل خلية فوتوفولتيك مكونة من بلورة واحدة من السيلكون وتشكل مجموعة كبيرة من خلايا الفوتوفولتيك الخلية الشمسية. وببساطة عندما تسقط اشعة

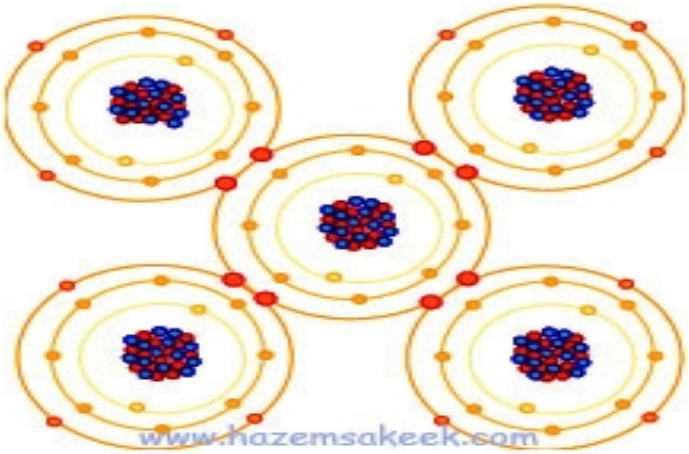
الضوء على الخلية فإن جزء من الضوء يتم امتصاصه من قبل ذرات السيلكون، اي ان طاقة الضوء قد امتصت من قبل مادة الخلية. تعمل هذه الطاقة على اثارة الالكترونات الغير مرتبطة في المادة وتجعلها تتحرك بحرية داخل المادة. وعندما تتعرض هذه الالكترونات الحرة لمجال كهربي فإنها سوف تتحرك كلها في اتجاه واحد وهذا يعني تيار كهربي وعند ربط طرفي خلية الفوتوفولتيك بنقطتي توصيل على السطح العلوي والسطح السفلي للخلية نحصل على تيار كهربي طالما استمر سقوط الضوء على خلية الفوتوفولتيك. وهذا التيار الكهربي هو الذي يشغل الالة الحاسبة وبمعلومية قيمة التيار الكهربي المار في الدائرة وفرق الجهد الكهربي المتولد على طرفي خلية الفوتوفولتيك يمكن ان نحصل على قيمة الطاقة الكهربية (الطاقة الكهربية (وات) = التيار الكهربي (امبير) x فرق الجهد الكهربي (فولت)) التي يمكن ان تولدها الخلية الشمسية.

هذا الشرح المبسط في الحقيقة يخفي تفاصيل اكثر واعمق ولكن كان بهدف اعلامك عزيزي القارئ المبدأ الرئيسي لفكرة عمل الخلية الشمسية، والان سوف نقوم بتفصيل الموضوع اكثر من خلال تكبير خلية الفوتوفولتيك والتي هي كما ذكرنا خلية من بلورة واحدة من السليكون.

كيف يعمل السيلكون كخلية شمسية

يمتلك السيلكون بعض الخواص الكيميائية في تركيبه البلوري. فذرة السيليكون تحتوي على 14 الكترون موزعة على ثلاث مستويات طاقة. مستويين الطاقة الاول والثاني الاقرب للنواة يكونان ممتلأن تماماً بالالكترونات والمستوى الثالث أو المستوى الخارجي يحتوي على 4 الكتورنات فقط اي يكون نصفه ممتلئ والنصف الاخر فارغ حيث ان المدار يكتمل بـــ 8 الكترونات. وتسعى ذرة السيليكون لان

تكمل النقص في عدد الالكترونات في المستوى الخارجي ولتفعل ذلك فإنها تشارك اربع الكترونات من ذرات سيليكون مجاورة وبهذا ترتبط ذرات السيليكون بعضها البعض في شكل تركيب بلوري وهذا التركيب البلوري له فائدة كبيرة في خلية الفوتوفولتيك كما سنوضح ذلك في الشرح.

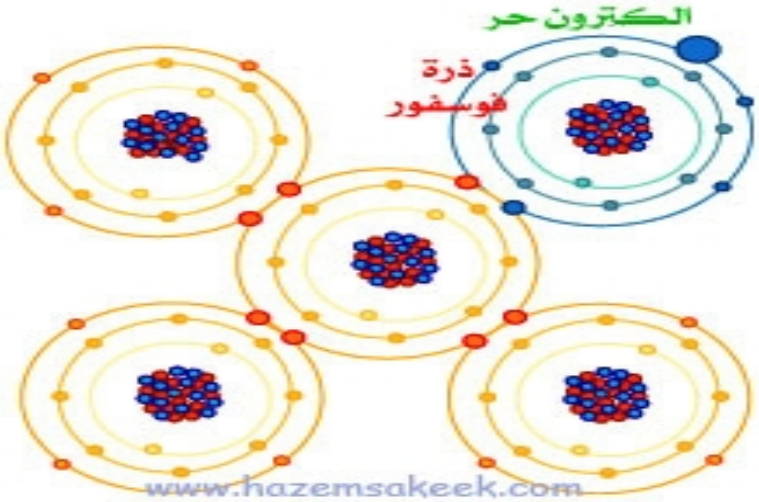


ذرات السليكون مرتبطة مع بعضها البعض مشكلة تركيب بلوري منتظم لا يوجد فيه الكترونات حرة

لقد قمنا بوصف بلورة سيلكون نقية وللعلم بلورة السليكون النقية لا توصل التيار الكهربي بكفاءة لأنه لا يوجد الكترونات حرة لتنقل التيار الكهربي حيث ان كل الالكترونات قد قيدت في التركيب البلوري. ولهذا ولكي يتم استخدام السليكون في الخلية الشمسية فإننا بحاجة إلى إجراء تعديل بسيط في التركيب البلوري.

التعديل البسيط هذا هو عبارة عن اضافة ذرات عناصر اخرى (تسمى عملية تطعيم doping) وهذه الذرات الاضافية نسميها شوائب impurities وهي ضرورية لعمل الخلية الشمسية بغض النظر عن اسمها شوائب وقد يفهمها البعض انها ذرات غير مرغوب فيها وسوف نكتشف ذلك من خلال الشرح.

يتم اضافة (تطعيم) ذرات الفوسفور بنسبة بسيطة جداً تصل إلى 1:1,000,000 وذرة الفسفور تحتوي على 5 الكترونات في مدارها الخارجي ولهذا عندما تدخل الشبكة البلورية بين ذرات السليكون ستشارك بـــ 4 الكترونات ويبقى الكترون حر.



تطعيم ذرات السيليكون بذرات فوسفور

الان تتضح فكرة عمل الشوائب في ذرات السليكون فلو تم تزويد السليكون النقي بالطاقة ولتكن طاقة حرارية مثلاً لوجدنا ان بعض الالكترونات تتحرر وتترك مكانها شاغر نسميه فجوة hole. تعمل هذه الفجوة على السماح لإلكترون في الجوار بالانتقال اليها تاركاً فجوة اخرى وهكذا تستمر حركة الالكترونات في اتجاه وحركة الفجوات في الاتجاه المعاكس وهذه الحركة هي تيار كهربي. ولكن في حالة ذرات السليكون المطعمة بذرات الفسفور يصبح الامر مختلف من ناحية ان الطاقة اللازمة لبدأ تحريك الالكترونات اقل بكثير من حالة السليكون النقي. وتسمى اشباه الموصلات التي تطعم بذرات تحتوي على الكترونات اضافية بالنوع N-type اي النوع السالب لأنه اضاف الكترون للتركيب البلوري للذرات. ولهذا يعتبر السيلكون المطعم بالفسفور موصل افضل من السيلكون النقي.

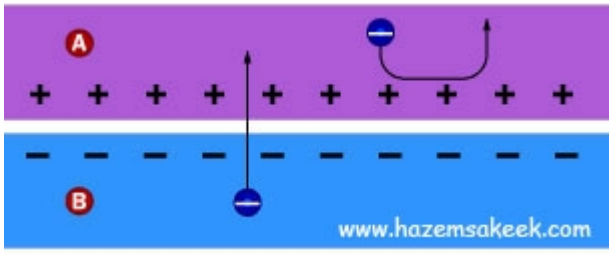
كما انه يوجد تطعيم بذرات توفر الكترونات اضافية هناك تطعيم آخر بذرات لها عدد اقل من الالكترونات وتسمى المواد الناتجة عن هذا التطعيم بالنوع P-type اي النوع الموجب.

وفي الحقيقة الخلية الشمسية تحتوي على كلا النوعين النوع الموجب والنوع السالب. والامر الاهم هو ما يحدث عن توصيل النوعين معاً حيث تنتقل الالكترونات الحرة في النوع السالب إلى الفجوات في النوع الموجب.

تذكر ان الالكترونات المتحررة من الخلية الفوتوفولتيك تحتاج الى مجال كهربي ليحركها، ولعلك تساءلت من اين يأتي هذا المجال الكهربي؟

تركيب الخلية الشمسية

كما ذكرنا منذ قليل ان الالكترونات تنتقل الى الفجوات وتتحد معها ولكن لا تستمر عملية الانتقال هذه إلى ان تتحد كل الالكترونات مع كل الفجوات وتتوقف العملية لان ما يحدث هو ان بعد ان تنتقل المجموعة الأولى من الالكترونات وتتحد مع الفجوات يشكل حاجز عند المنطقة التي تصل النوع الموجب عن النوع السالب ويمنع هذا الحاجز المزيد من الالكترونات الاخرى في النوع السالب الاتحاد مع فجوات في النوع الموجب ويتكون عن المنطقة بين النوعين مجال كهربي.

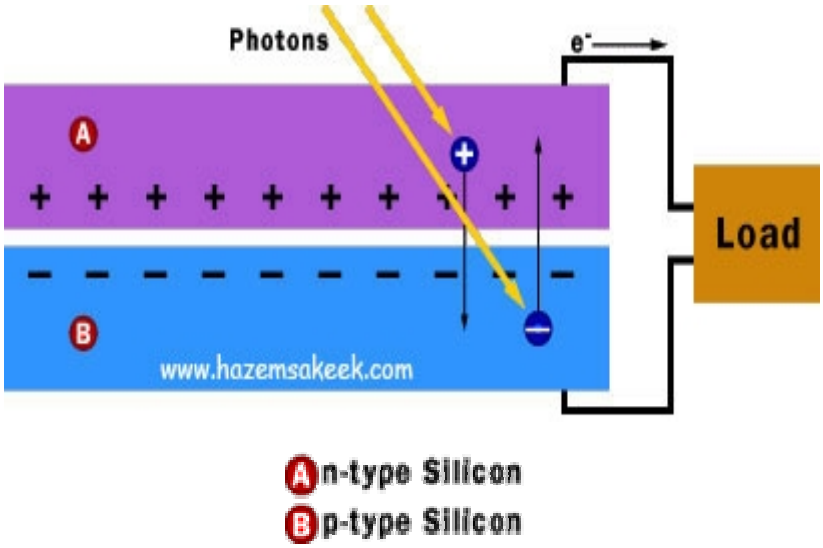


A n-type Silicon
B p-type Silicon

المجال الكهربي المتولد في كل خلية فوتوفولتيك

هذا المجال الكهربي يعمل عمل الديود diode حيث يسمح بمرور الالكترونات من الجزء الموجب إلى الجزء السالب ولكن ليس العكس. وبهذا يكون لدينا في كل خلية فوتوفولتيك مجال كهربي يحدد اتجاه حركة الالكترونات.

عندما يسقط الضوء المكون من فوتونات عند طاقة معينة على الخلية الفوتوفولتيك فإنه يعمل على تحرير الكترون وفجوة بالقرب من الحاجز حيث المجال الكهربي فيتم تمرير هذا الالكترون في اتجاه الجزء السالب تحت تأثير المجال في حين تنتقل الفجوة إلى الجزء الموجب تحت تأثير المجال. وعندما يتم توصيل طرفي الخلية (النوع السالب طرف والنوع الموجب طرف) بدائرة خارجية فإن هذه الالكترونات سوف تتحرك لتعود إلى موضعها الاصلي وكذلك الفجوات وهذه الحركة هي التيار الكهربي الذي نريده.

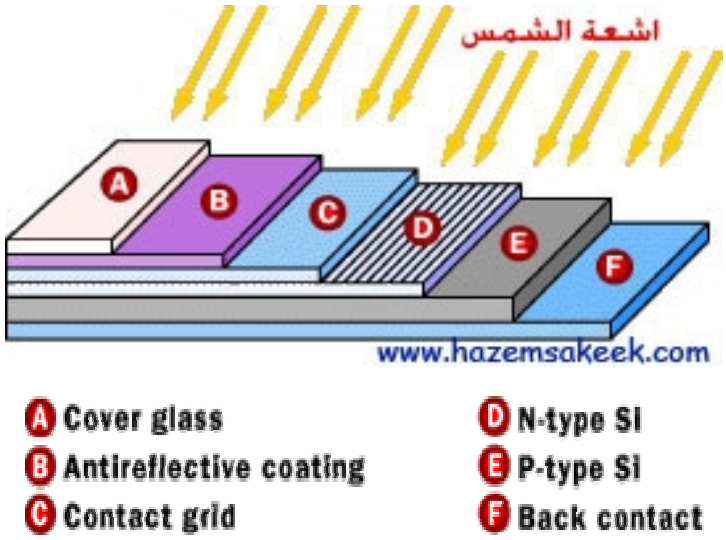


فكرة عمل الخلية فوتوفولتيك عند سقوط فوتون الضوء على الخلية تتحرر الكترونات وفجوات تنتقل الالكترونات تحت تأثير قوة المجال الكهربي في الخلية إلى الجزء السالب وتنتقل الفجوات إلى الجزء الموجب ولكن تعود مرة أخرى الى موضعها الاساسي عند توصيلها بدائرة خارجية.

ملاحظة: يتم طلي الخلية الشمسية بمواد تمنع انعكاس الفوتونات الضوئية عند سقوطها على الخلية لان السليكون يشكل طبقة لامعة تعكس الضوء وهذا ما لا نريده ان يحدث.

يتم توضع طبقة رقيقة جداً على سطح شريحة السليكون لتمنع انعكاس الضوء وبعدها يتم وضع شريحة زجاجية لحماية الخلية. وعمليا يتم دمج ما يقارب 36 خلية

فوتوفولتيك على التوالي والتوازي لنحصل على مستوى فرق الجهد والتيار الكهربي المطلوب وتوضع هذه الخلايا في اطار من الزجاج لحمايته مع وضع نقطتي توصيل موجبة على السطح الامامي وسالبة على السطح الخلفي.



تركيب خلية شمسية من خلايا الفوتوفولتيك

من تجميع و تنسيق محرم عبد الكريم.

mohrem_abdelkrim@yahoo.fr