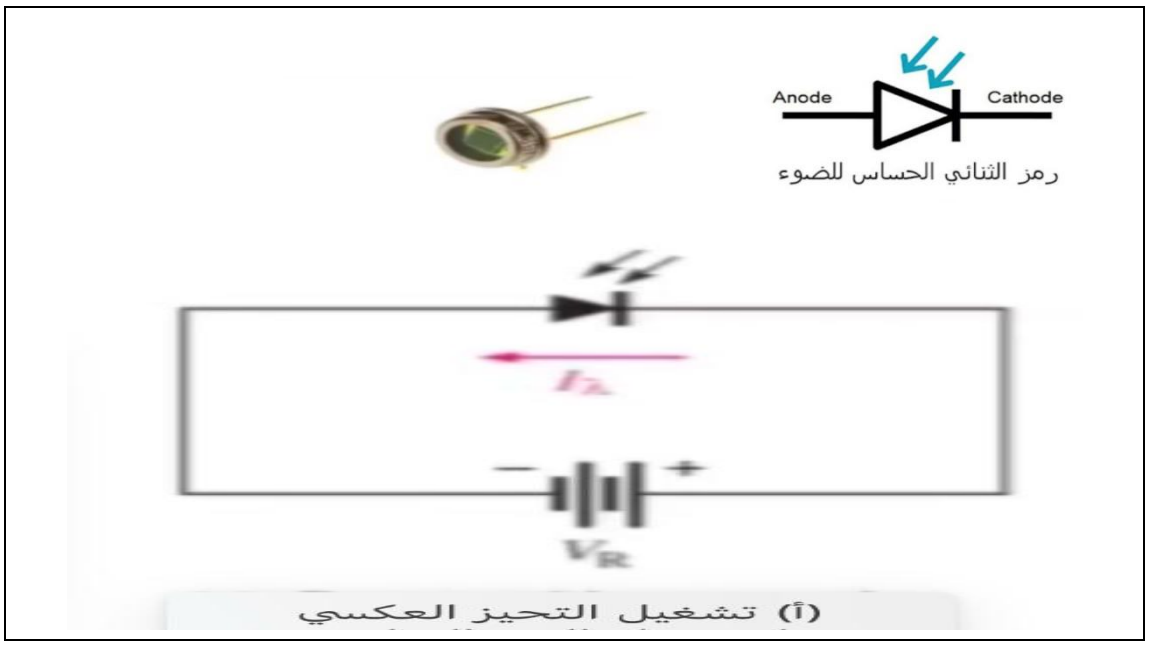
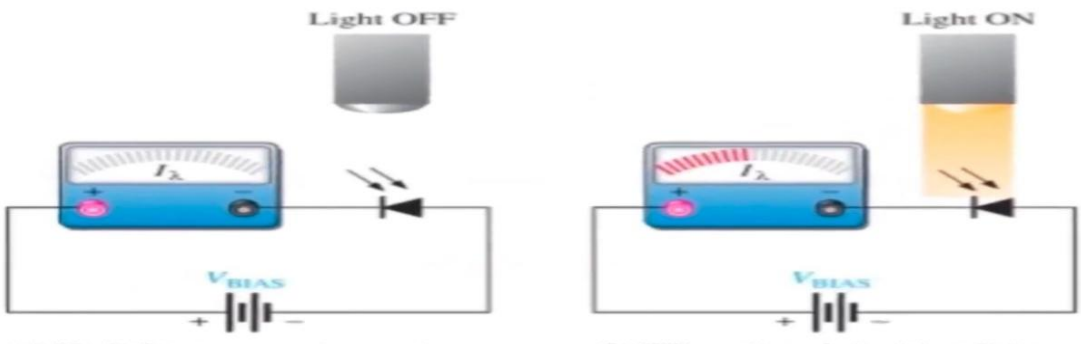
LECTURE NO.5

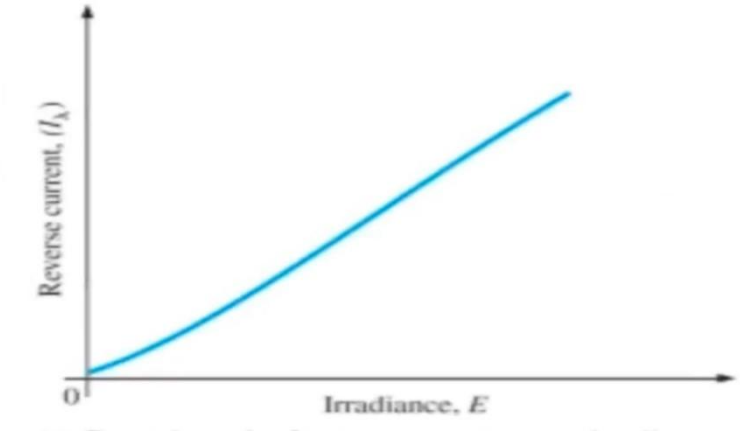
الثنائي الضوئي photodiodes

الصمام الثنائي الضوئي: هو جهاز الكتروني عند تعرضه الى الضوء يبدء التيار بالتدفق في الصمام الثنائي ويعمل فقط في حالة الانحياز العكسي يحول الطاقة الضوئية الى طاقة كهربائية .



- في الانحياز العكسي يحتوي على نافذه شفافة صغيرة تتحسس للضوء حيث يزداد التيار العكسي المار مع مقدار شدة الضوء.
- حيث ينتج الضوء الساقط الكترونات وفجوات حرة .
- وعندما لايكون هناك ضوء ساقط على الثنائي يكون التيار العكسي مهمله ويسمى بتيار المظلم (dark current)





EX1: $I_\lambda = 1.4\mu A$ at $V_R = 10V$ with an irradiance 0.5 mW/cm^2

$$R_R = \frac{V_R}{I_\lambda} = \frac{10}{1.4} = 7.14M\Omega$$

EX2: $I_\lambda = 55\mu A$ at $V_R = 10V$ with an irradiance 20 mW/cm^2

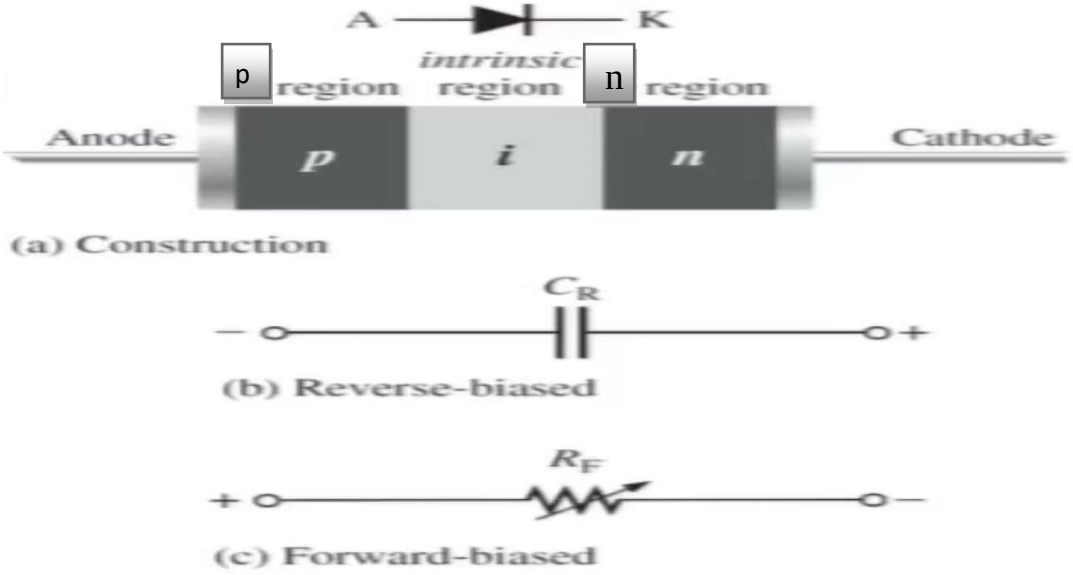
$$R_R = \frac{V_R}{I_\lambda} = \frac{10}{55} = 182K\Omega$$

❖ ومن الامثله السابقة يوضح لنا ان الصمام الثنائي الضوئي photodiode انه يمكن استخدامه كمقاومة متغيرة يمكن سيطرة عليها من خلال التجكم بشدة الضوء .

PIN diodes

في هذا النوع من الثنائي يتكون من ثلاثة طبقات رئيسيه من اشباه الموصلات هي

- شبه موصل من نوع *p-type*
- شبه الموصل النقية (*intrinsic*)
- شبه موصل من نوع *n-type*
- في هذا الثنائي عندما يكون في حالة انحياز امامي يعمل كمكثف
- اما عندما يكون في حالة انحياز عكسي يعمل كمقاومة متغيرة يمكن التحكم بها.



- يستخدم انواع خاصة من هذا الثنائي ككاشفات ضوئية في انظمة الالياف البصرية ,وتستخدم على نطاق واسع في تطبيقات الترددات اللاسلكية والميكروويف.

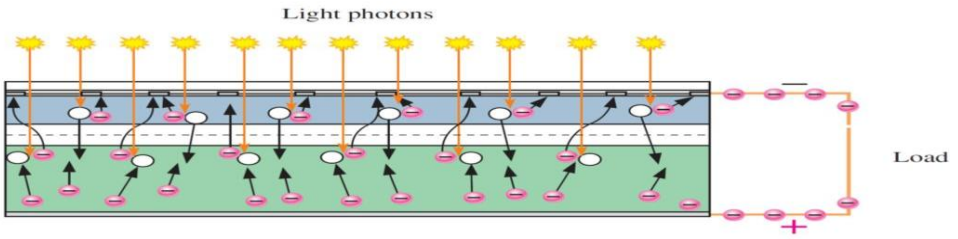
الخلايا الشمسية *solar cell*

توليد الطاقة الكهروضوئية : وهي طريقة لانتاج الكهرباء باستخدام الخلايا الشمسية.

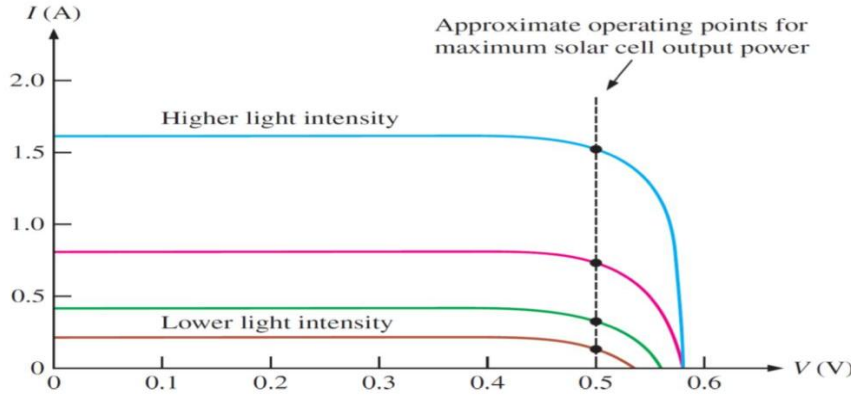
- خلية الشمسية : هي من الخلايا التي من خلالها يتم تحويل اشعة الشمس مباشرة الى طاقة كهربائية
- يمكن استخدام سيليكون (*Si*) (المتبلور والغير متبلور) , كبريتيد الكادميوم (*Cds*) وزرنيخيد الغاليوم(*GaAs*) في تصنيع الخلايا الشمسية .

الية عمل الخلية الشمسية

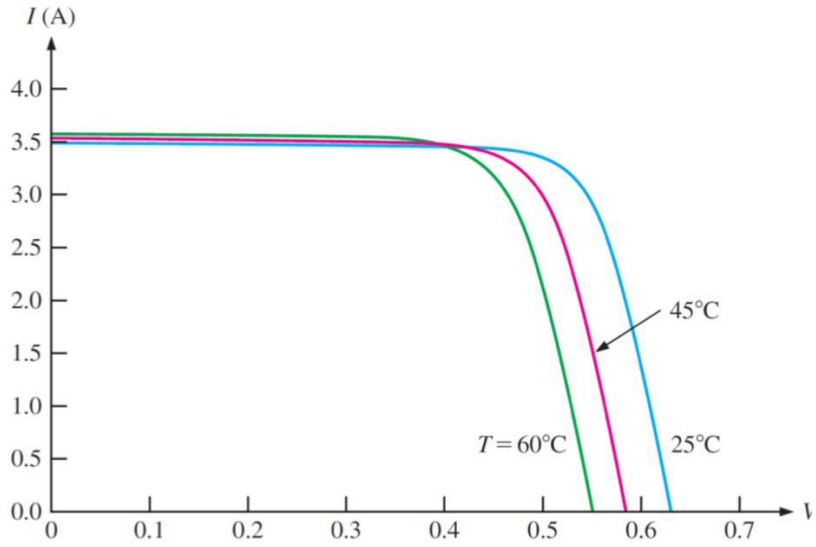
- .تتكون الخلايا الشمسيه من الوصلة الثنائية (*p-n junction*) بحيث تكون طبقة شبه موصل من نوع *n-type* (طبقة المعرضه لاشعة الشمس) ارق بكثير من طبقة شبه موصل من نوع *P-type* حتى يسمح للضوء بالاختراق الى طبقة من نوع *P-type* ,يتكون ضوء الشمس من عدد من فوتونات وعند سقوط اشعة الشمس على سطح الخلية الشمسية تخترق الفوتونات الساقطة منطقة شبه موصل من نوع *n-type* اومنطقة شبه موصل من نوع *P-type* ينتج (زوجا من الالكترون والفجوات) ينتقل الكترون من منطقة *n-type* والفجوات من منطقة*P-type* الى منطقة الاستنزاف وهذا الانتقال يودي الى تكوين فرق جهد بين منطقة *n-type* و منطقة*P-type* وبالتالي سريان تيار كهربائي عبر الخلية .



- وعندما تكون مساحة الخلايا الشمسية من100الى 225 سم^2 فيكون الجهد القابل للاستخدام من الخلية الشمسية هو تقريبا من 0.5 الى 0.6 فولت
- وكلما زاد كثافة الضوء كلما زاد كمية التيار المنتج من الخلايا الشمسية كما موضح في الشكل



- كذلك ان الجهد الخارج والتيار المنتج من قبل الخلية الشمسية يعتمد على درجة الحرارة حيث ينخفض الجهد الخارج مع زيادة درجة الحرارة ولكن التيار يتاثربكميه قليله كما موضح في الشكل ادناه



سؤال: ما هي مكونات نظام الطاقة الشمسية الاساسي؟

الجواب: يتكون من لوحات شمسية ووحدة تحكم للشحن وبطاريات والعاكس

سؤال : ما المقصود بالتيار الظلام المنتج من قبل الخلايا الشمسية؟

الجواب: في جالة عدم وجود اضاءة (ظلام) في الوصلة الثنائية $(p\text{-}n\ \ junction)$ يتدفق تيار I_j

$$I_j = I_o \left[exp \frac{ev}{kT} - 1 \right]$$

اي ان تيار الاشباع العكسي يسمى بالتيار الظلام

سؤال : كيف يمكن حساب التيار المنتج من قبل الخلايا الشمسية؟

الجواب :هو الفرق بين تيارالاشباع العكسي يسمى بالتيار الظلام وتيار الناتج من تأثير اشعة الشمس (I_L)

$$I = I_0 \left[exp \frac{ev}{kT} - 1 \right] - I_L$$

سؤال : كيف يمكن حساب كفاءة الخلايا الشمسية؟

الجواب:

$$\eta = \frac{P_m}{p_{in}} * 100\% \rightarrow \frac{I_m V_m}{P_{in}}$$

مثال خلية شمسية ($0.9 cm^2$) تستقبل الاشعاع الشمسي بالفوتونات بطاقة 1.8 ev وشدته 0.9 mw/cm^2 وتيار القصر $10mA$ واعظم قيمة للتيار هو 50% من قيمة تيار القصر اذا علمت ان كفاءة الخلية تساوي 25% احسب اعظم جهد يمكن ان تعطيه الخلية

الحل:

$$I_m = 50\% I_{SC} \rightarrow 0.5 * 10 * 10^{-3} \rightarrow 5 * 10^{-3}\ A$$

$$p_{in} = 0.9\ mw/cm^2$$

$$\eta = \frac{P_m}{p_{in}} * 100\% \rightarrow \frac{I_m V_m}{P_{in}}$$

$$V_m = \frac{\eta * P_{in}}{I_m} = \frac{0.25 * 0.9 * 10^{-3}}{5 * 10^{-3}} = 0.0375v$$