

S1 Bir Metal-Yalıtıcı Yarıiletken güneş pilinin nasıl hazırlandığını anlat?

S2 Bir güneş pilinde modülün ömrünü etkileyen en önemli faktörler?

- 1) Isıl dalgalanmalar nedeniyle aşırı mekanik stres ve dış etkiler.
- 2) Metal bağlantılarının korozyonu.
- 3) Farklı kaplama katmanlarının birbirinden ayrılması.
- 4) Kaplama malzemesinin renk değişmesi → farklı genleşme katsayıları.
- 5) Modülün üst yüzünün kirlenmesi.
- 6) Aşırı stresten dolayı bağlantıların kopması.

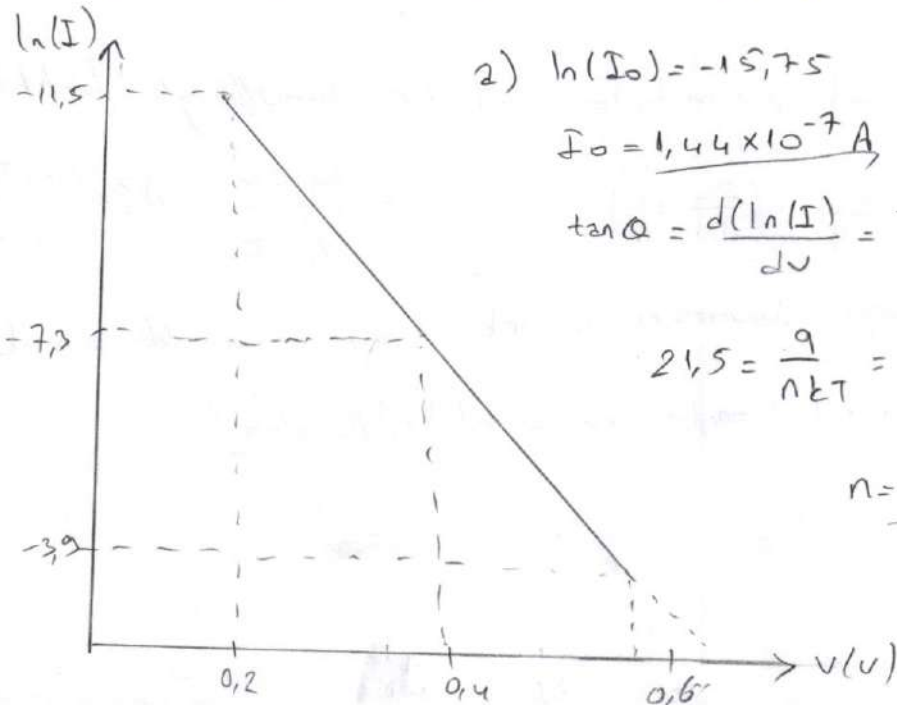
S-3 $T=300\text{ K}$ 'de Si güneş pilinin aşağıda verilen I-V değerlerinin grafiğini çizin ve k Grafikten

a) Diyum akımı ve idealite faktörünü bulunuz!

b) oluşan potansiyel engel yüksekliğini eV olarak bulunuz?

V(V)	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55
I(A)	10	30	100	300	700	2300	7000	20000
$\ln(I)$	-11,5	-10,4	-9,2	-8,1	-7,3	-6,1	-5	-3,9

$$A^* = 32, A = 0,2 \text{ cm}^2, h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ j.s}, k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ j/K}$$



$$2) \ln(I_0) = -15,75$$

$$I_0 = 1,44 \cdot 10^{-7} \text{ A}$$

$$\tan \alpha = \frac{d(\ln(I))}{dV} = \frac{-11,5 - (-3,9)}{0,55 - 0,2} = 21,5$$

$$21,5 = \frac{q}{nkT} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19}}{n \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 300}$$

$$n = 1,798$$

$$b) \phi_{Bo} = \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{SA^* T^2}{I_0}\right) \Rightarrow 0,025 \ln\left(\frac{0,2 \cdot 32 \cdot 300^2}{1,44 \times 10^{-7}}\right) = 0,75 \text{ eV}$$

S-3 Oda sıcaklığında yasek enerji aralığı 1,12 eV olan Si güneş pilinin valens bandındaki bir elektronu koparıp iletim bandına çıkarabilmek için gereken fotonun minimum dalga boyu kaç angstromdur?

$$E = \frac{hc}{\lambda q} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \text{ j.s} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{\lambda \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,12$$

$$\lambda = 1,10825 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 11082 \text{ \AA}$$

S-4 Etkin deşik kütle 0,5 m_0 olan Si yarıiletkeninde valens bandındaki

durumlarının sayısını cm^3 başına hesaplayınız?

$$N_v = 2 \left[\frac{2\pi m^* k T}{h^2} \right]^{3/2}$$

$$= 2 \left[\frac{2\pi \cdot 0,5 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 300}{(6,62 \cdot 10^{-34})^2} \right]^{3/2}$$

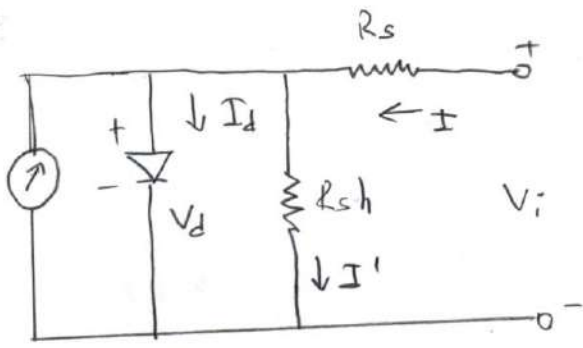
$$= 8,87 \cdot 10^{24} \text{ m}^{-3} = 8,87 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$$

$$\left(\begin{array}{l} m_0 = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \\ h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ j.s} \\ k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ j/K} \\ T = 300 \text{ K} \end{array} \right)$$

S-5 Bir güneş pilinin temel parametreleri nelerdir formüllerle birlikte yaz?

$$1) I_{ss} \approx I_L \quad 2) V_{oc} = \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{I_L}{I_0} + 1\right) \quad 3) FF = \frac{V_m \cdot I_m}{V_{oc} \cdot I_{sc}} \quad 4) \eta = \frac{V_{oc} \cdot I_{sc} \cdot FF}{P_i \cdot A}$$

S-6 Bir güneş pilinin esdeğer devresini çizerek max. verim elde etmek için seri (R_s) ve şunt (R_{sh}) dirençleri ne olmalıdır? Neden?



$$1) V_i - IR_s - V_d = 0$$

$$V_d = V_i - IR_s$$

$$2) I - I' - I_d = 0$$

$$I_d = I - I'$$

→ Kirchoff'un gerilim e akım yasasını dikkate aldığımızda eğer $R_{sh} \rightarrow \infty$ $R_s \rightarrow 0$ gidersse verim artar.

S-7 Oda sıcaklığında AL/P-si güneş pili için alınan C-V verileri aşağıda

verilmiştir. Bu verilerden faydalanarak

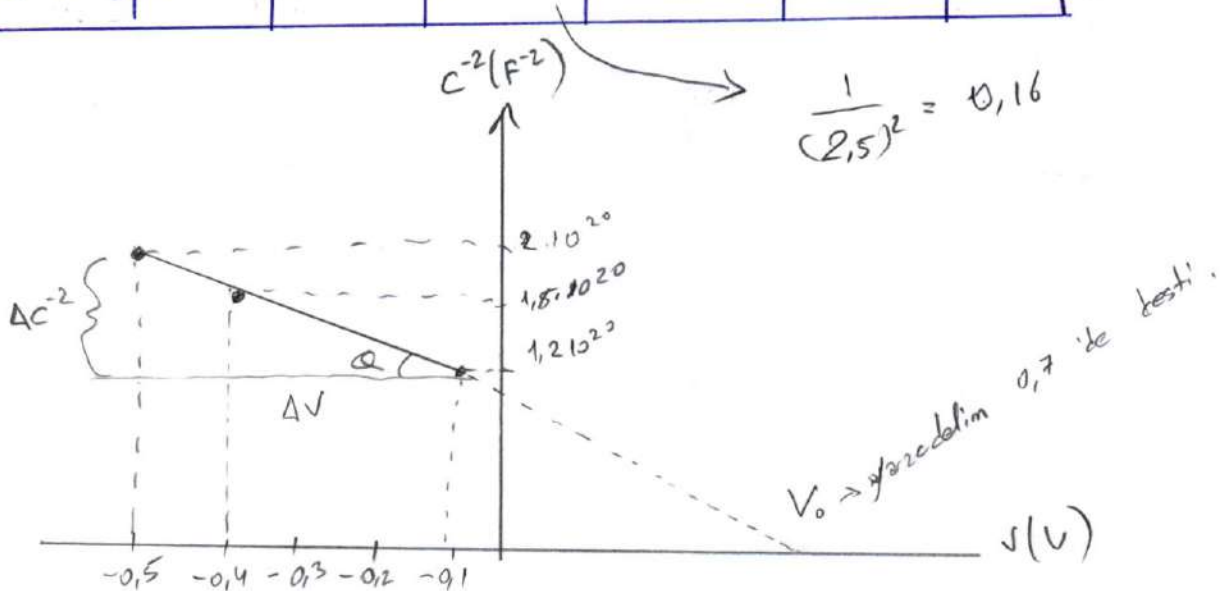
- Difüzyon potansiyelini
- Alıcı katı atomlarının yoğunluğu (NA)
- Fermi enerji seviyesi (E_F)
- Potansiyel engel yüksekliğini ($\phi_B(c-v)$)
- Tüketim tabakasının kalınlığı (wp)

$$E_s(\text{si}) = 12 E_0$$

$$A = 10^{-2} \text{cm}^2$$

V(V)	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0
C(nF)		2,35	2,5			
$C^{-2}(F^{-2})$	$2 \cdot 10^{20}$	$1,8 \cdot 10^{20}$	$1,6 \cdot 10^{20}$	$1,4 \cdot 10^{20}$	$1,2 \cdot 10^{20}$	10^{20}

sınızda bunlardan biri verilerek



$$a) V_D = (V_0 + \frac{k \cdot T}{q}) = 0,7 + 0,025 = 0,725 \text{ eV}$$

$$b) N_A = \frac{2}{q \cdot \epsilon_s \cdot \epsilon_0 \cdot A^2 \cdot \tan \alpha} \Rightarrow N_A = \frac{2}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 12 \cdot 8,85 \cdot 10^{-14} \cdot 10^{-4} \cdot 1,6 \cdot 10^{20}} = 1,2 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$$

$$c) N_V = 2 \left[\frac{2\pi \cdot m^* \cdot k \cdot T}{h^2} \right]^{3/2} = 1,4 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$$

$$E_F = \frac{kT}{q} \ln \left(\frac{N_V}{N_A} \right) \Rightarrow 0,025 \cdot \ln \left(\frac{1,4 \cdot 10^{19}}{1,2 \cdot 10^{15}} \right) = 0,238 \text{ eV}$$

$$d) \phi_B(c-v) = V_0 + \frac{kT}{q} + E_F = 0,7 + 0,025 + 0,238 = 0,963 \text{ eV}$$

$$e) W_D = \sqrt{\frac{2 \epsilon_s \epsilon_0 V_D}{q N_A}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 12 \cdot 8,85 \cdot 10^{-14} \cdot 0,725}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,2 \cdot 10^{15}}} = 8,955 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$$

8) $E_g = 1,12 \text{ eV}$ dan si üzerine $\lambda = 8000 \text{ \AA}$ foton gönderildiğinde sağırma katsayısı ne olur? $A^* = 2 \cdot 10^4 \text{ cm}^{-1} \text{ eV}^{-1/2}$

$$\alpha(h\nu) = A^* \sqrt{(h\nu - E_g)} \Rightarrow \alpha(8000 \text{ \AA}) = 2 \cdot 10^4 \sqrt{(1,55 - 1,12)}$$

$$\hookrightarrow E = \frac{hc}{\lambda \cdot q} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{8000 \cdot 10^{10} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,55 \text{ eV}$$

yada

$$E = \frac{12400}{8000} = 1,55$$