

MIM 333

SONBAHAR 2016-2017

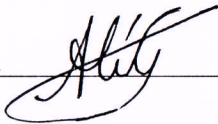
FİNAL SINAVI

11.01.2017

Talimatlar: Sınavı tamamlamak için **120 dakikanız** var. Sınav sırasında **sadece kendi hesap makinenizi ve kendi el yazınızla A4 kağıdının ön yüzünü geçmeyecek şekilde hazırlanmış çalışma kağıdını** kullanabilirsiniz. Cep telefonlarınız kapalı olmalıdır. Cevaplarınızı yazmak için her sorunun altındaki boşluğu kullanınız. Gerekirse fazla boş kağıt dağıtılacaktır. Sınavın **ilk 10 dakikasında** sınav ile ilgili soru sorabilirsiniz. **Ondan sonra soracağınız her soru için notunuzdan 5 puan düşülecektir.** Buna rağmen sorduğunuz soruya cevap alamayabilirsiniz. İyi şanslar!

Ad ve soyad: Ali İhsan Göker

Öğrenci numarası: N/A

İmza: 

CEVAP ANAHTARI

1. a. Auger rekombinasyonu ve direk rekombinasyon arasındaki iki temel fark nedir? (10 puan)

1. Direk rekombinasyon 2 parçacık, Auger rekombinasyonu 3 parçacık içerir.
2. Direk rekombinasyon ışımalı, Auger rekombinasyonu ışımazdır.

b. p ve n tipi yarıiletkenlerin yükü nedir? Neden? (10 puan)

Nötrdür çünkü hem saf yarıiletken atomları hem de doping atomları nötrdür.

2. Bir cismin termal radyasyonunun maksimum dalgaboyunun mavi ($\lambda=480$ nm) olabilmesi için bu cismi hangi sıcaklığa ısıtmalıyız? Bu sıcaklıkta cisim oda sıcaklığının ($T=300$ K) kaç katı termal radyasyon yayınlar? (20 puan)

$$\lambda_{\max} \cdot T = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K} \quad \text{Wien yerdeğiřtirme kanunu}$$

$$480 \cdot 10^{-9} \cdot T = 2,898 \cdot 10^{-3}$$

$$T = 6000 \text{ K}$$

$$I_1 = \sigma \cdot 6000^4 \quad \text{Stefan kanunu}$$

$$I_2 = \sigma \cdot 300^4$$

$$\frac{I_1}{I_2} = 160000$$

3. n-tipi ve düşük enjeksiyonlu bir yarıiletkende elektron ve deşiklerin denge konsantrasyonları $n_0=10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ve $p_0=2,25 \times 10^5 \text{ cm}^{-3}$ olarak veriliyor.

a. Güneş ışığı tutulduğunda $p=2,5 \times 10^5 \text{ cm}^{-3}$ oluyorsa net ışıklı rekombinasyon oranı ve azınlık deşiklerin ömrü nedir? ($\beta=2 \text{ cm}^3/\text{s}$) (10 puan)

$$\begin{aligned} R_d = G_L = \beta n_0 (p - p_0) &= 2 \cdot 10^{15} \cdot (2,5 \cdot 10^5 - 2,25 \cdot 10^5) \\ &= 0,5 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-3}/\text{s} \end{aligned}$$

$$\tau_{pd} = \frac{1}{\beta n_0} = \frac{1}{2 \cdot 10^{15}} = 0,5 \cdot 10^{-15} \text{ s}$$

b. Güneş ışığı aniden kapatıldıktan 10^{-15} s sonra azınlık deşiklerin konsantrasyonu ne kadar olur? (5 puan)

$$\begin{aligned} p(t) &= p_0 + (p - p_0) \exp\left(-\frac{t}{\tau_{pd}}\right) \\ p(10^{-15}) &= 2,25 \cdot 10^5 + 0,25 \cdot 10^5 \cdot \exp\left(-\frac{10^{-15}}{0,5 \cdot 10^{-15}}\right) \\ &= 2,28 \cdot 10^5 \text{ cm}^{-3} \end{aligned}$$

4. pn bağlantı noktasından oluşan bir kristal silikon güneş pilinde n tipi bölgedeki bağışlayıcı atom yoğunluğu $N_D=10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ve p tipi bölgedeki kabul edici atom yoğunluğu $N_A=10^{16} \text{ cm}^{-3}$ olarak veriliyor ve saf silikonun taşıyıcı konsantrasyonu 300 K'de $n_i=1,5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ise

a. p ve n bölgeleri arasındaki potansiyel fark V_0 nedir? (300 K'de $k_B T=0,025 \text{ eV}$) (10 puan)

$$V_0 = \frac{k_B T}{e} \cdot \ln \left(\frac{N_A \cdot N_D}{n_i^2} \right)$$

$$V_0 = 0,025 \cdot \ln \left(\frac{10^{16} \cdot 10^{15}}{2,25 \cdot 10^{20}} \right) = 0,61 \text{ V}$$

b. Deplasyon bölgesinin genişliği ne kadardır? ($\epsilon_r=11,7$, $\epsilon_0=8,854 \times 10^{-12}$, $e=1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$) (10 puan)

$$W = \sqrt{\frac{2 \epsilon_r \epsilon_0 V_0}{e} \cdot \left(\frac{1}{N_A} + \frac{1}{N_D} \right)}$$

$$W = \sqrt{\frac{2 \cdot 11,7 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \cdot 0,61 \cdot \left(\frac{1}{10^{22}} + \frac{1}{10^{21}} \right)}$$

$$= 9,32 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

c. Fotouyarılma akımı $J_f=9,5 \text{ A}$ ve doyum akımı $J_0=0,8 \text{ A}$ ise açık devre voltajı V_{oc} nedir? (10 puan)

$$V_{oc} = \frac{k_B T}{e} \cdot \ln \left(\frac{J_f}{J_0} + 1 \right)$$

$$V_{oc} = 0,025 \cdot \ln \left(\frac{9,5}{0,8} + 1 \right) = 0,06 \text{ V}$$

5. Güneş pilindeki emici tabakanın sıcaklığı 1000 K ise maksimum emici verimliliği ve toplam verimlilik ne kadardır? (15 puan)

$$\eta_e^{\max} = 1 - \frac{T_E^4}{T_S^4} = 1 - \left(\frac{1000}{6000}\right)^4 = 0,9992$$

$$\eta_{gp} = \eta_e^{\max} \cdot \left(1 - \frac{300}{1000}\right) = 0,7$$