

MİM 333

SONBAHAR 2017-2018

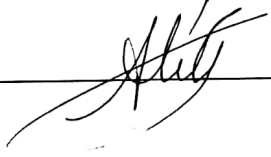
FİNAL SINAVI

28.12.2017

**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!

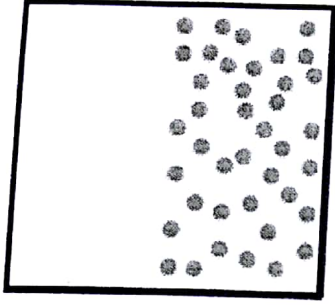
Ad ve soyad: Ali İhsan Göker

Öğrenci numarası: N/A

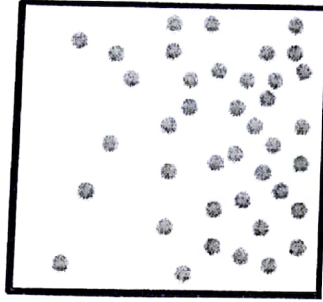
İmza: 

CEVAP ANAHTARI

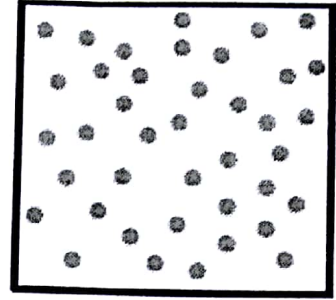
1. a. Aşağıda bir kutudaki moleküllerin 3 farklı dağılımı gösterilmiştir. Her durumda kutudaki molekül sayısı aynı ve elektrik alan sıfır ise sürüklenme ve difüzyon akımlarını büyükten küçüğe doğru sıralayınız. (10 puan)



1



2



3

$$J_{s1} = J_{s2} = J_{s3} = 0$$

$$J_{d1} > J_{d2} > J_{d3}$$

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

Nötrdür çünkü hem saf hem de doping atomları nötrdür.

2. Dünya yüzeyinin her metrekaresine 1400 W güneş enerjisi gücü düşer. Güneşte gerçekleşen her bir füzyon sonucu  $4,16 \times 10^{-12}$  J enerji açığa çıktığına göre güneşte her saniye harcanan proton miktarı ne kadardır? (Dünya-Güneş arası mesafe 150 milyon km) (20 puan)

$$4\pi r^2 = 28 \cdot 10^{22} \text{ m}^2 \quad (r = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m})$$

$$\text{Toplam güç} = 1,4 \cdot 10^3 \cdot 28 \cdot 10^{22} = 4 \cdot 10^{26} \text{ W}$$

Her füzyon  $4,16 \cdot 10^{-12}$  J ise her saniye

$$\frac{4 \cdot 10^{26}}{4,16 \cdot 10^{-12}} \cong 10^{38} \text{ füzyon gerçekleşir.}$$

Her füzyonda 4 proton harcandığına göre  
her saniye  $4 \cdot 10^{38}$  proton harcanır.

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

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

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

$$\tau_{pd} = \frac{1}{\beta n_0} = \frac{1}{3 \cdot 10^{15}} = 0,33 \cdot 10^{-15} \text{ s}$$

b. Güneş ışığı aniden kapatıldıktan  $10^{-14}$  s sonra azınlık deşiklerin konsantrasyonu ne kadar olur? (10 puan)

$$p(t) = p_0 + G_L \cdot \tau_{pd} \exp\left(-\frac{t}{\tau_{pd}}\right)$$

$$p(10^{-14}) = 2 \cdot 10^5 + 3 \cdot 10^{20} \cdot 0,33 \cdot 10^{-15} \cdot \exp\left(-\frac{10^{-14}}{0,33 \cdot 10^{-15}}\right)$$

$$p(10^{-14}) = 2 \cdot 10^5 + 7 \cdot 10^{-9} \cong 2 \cdot 10^5$$

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)

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

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

b. Deplasyon bölgesinin genişliği ne kadardır? ( $\epsilon_r=11,7$ ,  $\epsilon_0=8,854 \times 10^{-16} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ ,  $e=1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ) (5 puan)

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

$$\omega = \sqrt{\frac{2 \cdot 11,7 \cdot 8,854 \cdot 10^{-16}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \cdot 0,61 \cdot \left( \frac{1}{10^{16}} + \frac{1}{10^{15}} \right)}$$

$$= 9,32 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$$

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? (5 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. Aşağıdaki şeklin sol tarafında  $E_{g,1}$ ,  $E_{g,2}$  ve  $E_{g,3}$  gibi üç farklı bant açıklığına sahip yarıiletkenlerden oluşan çok bağlantılı bir güneş panelinin bant açıklıklarının diyagramı verilmiştir. Sağ tarafta ise bu güneş panelinin fiziksel yapısı gösterilmiştir. Bu paneli oluşturan  $\text{GaInP}_2$ ,  $\text{GaAs}$  ve  $\text{Ge}$  maddeleriyle  $E_{g,1}$ ,  $E_{g,2}$  ve  $E_{g,3}$  bant açıklıklarını eşleştiriniz. (20 puan)

