جامعة بسكرة
كلية العلوم الدقيقة و علوم الطبيعة و الحياة
النواقل 2

قسم علوم المادة
فيزياء انصاف

أعمال توجيهية 2
الوصلة PN

التمرين الأول:

في وصلة PN حادة من السيليسيوم أبعاد المنطقتين N و P هي $W_N = W_P = 1\ \mu m$ أما تطعيمهما فهو $N_D = N_A = 10^{16}\ cm^{-3}$. المطلوب حساب :

1. حاجز الجهد
2. سمك منطقة شحنات الفضاء
3. الحقل الكهربائي الأعظمي.

التمرين الثاني:

في وصلة PN حادة من السيليسيوم مساحة مقطعها $S = 0.1\ cm^2$, أبعاد المنطقتين N و P هي $W_N = W_P = 1\ \mu m$ أما تطعيمهما فهو $N_D = N_A = 10^{16}\ cm^{-3}$. المطلوب حساب :

1. تيار التشبع
2. قيمة تقريبية للمقاومة على التسلسل
3. التغير في الجهد الناتج عن التغير في درجة الحرارة $\Delta T = 10\ °K$ إذا بقي التيار ثابتا عند $I = 10\ mA$
4. التغير في التيار الناتج عن التغير في درجة الحرارة $\Delta T = 10\ °K$ إذا بقي الجهد ثابتا عند $V = 0.6\ V$
5. السعة إذا طبق جهد مباشر مقداره 0.6 V
6. السعة إذا طبق جهد عكسي مقداره 2 V
7. إعادة الأسئلة من 1 إلى 4 إذا كانت أبعاد المنطقتين N و P $W_N = W_P = 30\ \mu m$

التمرين الثالث:

في تجربة لقياس خصائص تيار-جهد لوصلة PN من السيليسيوم تحصلنا على القيم الآتية:

V (V)	0	0.207	0.276	0.345	0.415	0.493	0.652	0.773	0.994	1.205	1.621
I (A)	0	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	0.2	0.4	0.6	1

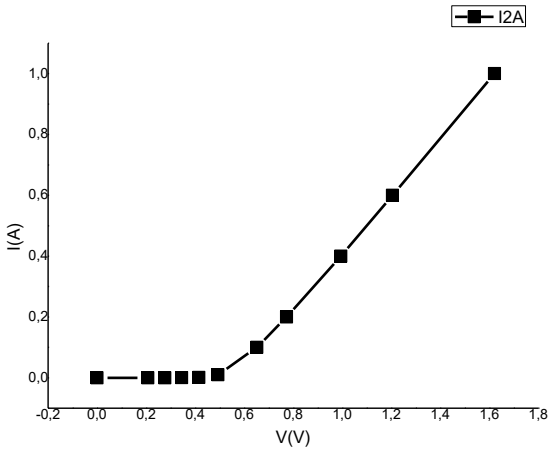
1) بين أنه يمكن كتابة $V = R_S I + A ln(I) + B$ حيث أن: R_S هي المقاومة على التسلسل, A و B ثابتان يطلب التعبير عنهما بدلالة تيار التشبع I_S , معامل المثالية η و درجة الحرارة T
2) استنتج R_S , A و B
3) استنتج I_S و η

الحل:

.1 $\boldsymbol{I = I_s exp\left[\frac{q(V-R_s I)}{\eta kT}\right] \Longrightarrow V = R_s I + \frac{\eta kT}{q} ln(I) - \frac{\eta kT}{q} ln(I_s)}$

$\boldsymbol{V = R_s I + A ln(I) + B}$ $\boldsymbol{A = \frac{\eta kT}{q}}$ و $\boldsymbol{B = -\frac{\eta kT}{q} ln(I_s)}$ $\Longrightarrow$

2 $\boldsymbol{.Rs = \frac{1}{\alpha} = 1/(\frac{0,4-0,2}{0,994-0,773}) = 1.1\Omega}$



$$ln(I) = \frac{q}{\eta kT}V - \frac{q}{\eta kT}R_s I + ln(I_s)$$

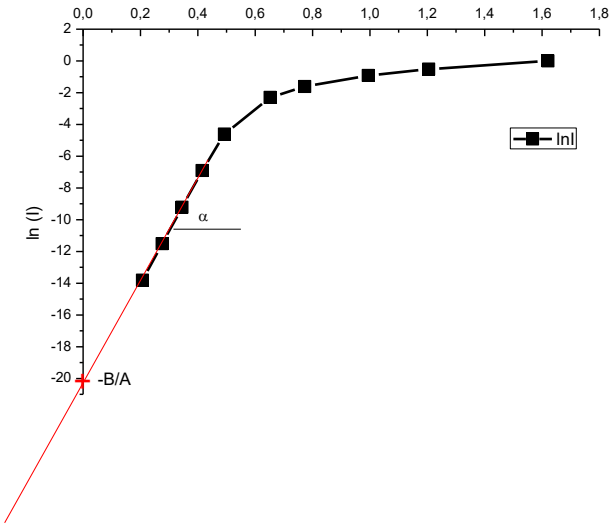
$$A = \frac{\eta kT}{q} = \frac{1}{\alpha} = \left(\frac{\Delta V}{\Delta ln(I)}\right) = 0,030V$$

$$B = -\frac{\eta kT}{q}ln(I_s)$$

$$-\frac{B}{A} = -20,45 \Rightarrow B = 0,61\,V$$

3. $A = \frac{\eta kT}{q} = 0,030V \Rightarrow \eta = 1,2$

$$B = -\frac{\eta kT}{q}ln(I_s) \Rightarrow I_s = 1,47 \times 10^{-9}A$$



التمرين الرابع:

في تجربة لقياس خصائص سعة-جهد لوصلة P^+N من السيليسيوم مساحة مقطعها $S = 1\ cm^2$ تحصلنا على القيم الآتية:

1)

V (V)	1	10	20	30	40	50	100
C (pF)	180.3	85.5	62.4	51.5	44.80	40.2	32.10

استنتج تطعيم المنطقة N.

2) استنتج حاجز الجهد

الحل:

1. لدينا استقطاب معاكس و $N_A >> N_D$.

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r S}{d} = S\sqrt{\frac{q\varepsilon_0 \varepsilon_r N_D}{2(V_B - V)}}$$

$$\frac{1}{C^2} = \frac{2}{S^2 q\varepsilon_0 \varepsilon_r N_D}(V_B - V)$$

$$N_D = \frac{2}{\alpha S^2 q\varepsilon_0 \varepsilon_r} = 1{,}25\text{X}10^{12} cm^{-3}$$

2. $\frac{1}{C^2}(\text{V} = 0) = \alpha \text{V}_\text{B} \Rightarrow \text{V}_\text{B} = 0{,}52\text{V}$

لكل التمارين تعطى للسيليسيوم: النفاذية النسبية $\varepsilon_r = 11.8$, التركيز الجوهري $n_i = 10^{10}\ cm^{-3}$, مدة حياة الحوامل الأقلية $\tau_n = \tau_p = 0.1\ \mu s$, حركية الإلكترونات $\mu_n = 1300\ cm^2 V^{-1} s^{-1}$ و حركية الثقوب $\mu_p = 500\ cm^2 V^{-1} s^{-1}$ تعطى كذلك الشحنة الإلكترونية $q = 1.6 \times 10^{-19} C$, سماحية الفراغ $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-14}\ F.cm^{-1}$ و $\frac{kT}{q} = 25\ mV$ عند $300\ °K$.