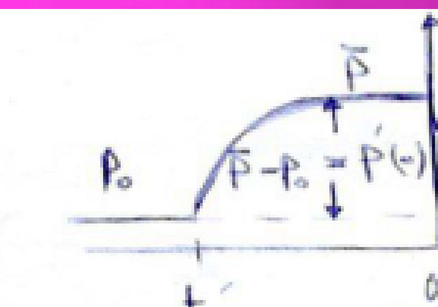
الکترونیک 1

جلسه ۴

Generation and Recombination of charges

τ_p ، طول عمر میانگین حفره‌ها: بعد از گذشت زمان τ_p ، بازترکیب صورت / بازترکیب اتفاق می‌افتد : منبع اتلاف
می‌گیرد.

g : منبع تولید



n_0 , P_0 حامل‌های اولیه

$\bar p , \bar n$ " ثانویه

یک نیمه‌رسانای n-type

$\bar p - p_0$ = excess of holes

$\bar n - n_0$ = " " electrons

چون زوج الکترون حفره تولید می‌شود ⟵ $\bar p - p_0 = \bar n - n_0$, radiation ⟵

اما درصد افزایش حفره بیشتر است
زیرا حامل‌های اقلیت است.

$\frac{P}{\tau_p}$: نرخ جفتها $1/s$, g increase جفتها $/s$ $\Rightarrow \frac{dp}{dt} = g - \frac{P}{\tau_p}$

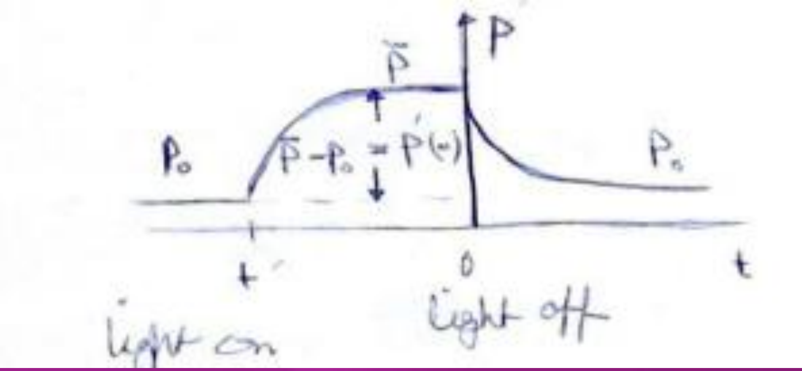
$\frac{dp}{dt} = g - \frac{P}{\tau_p} \xrightarrow{\text{if steady state}} \frac{dp}{dt} = 0 \Rightarrow g - \frac{P_0}{\tau_p} = 0 \rightarrow g = \frac{P_0}{\tau_p}$

$\rightarrow \frac{dp}{dt} = \frac{1}{\tau_p}(P_0 - P) = -\frac{(P - P_0)}{\tau_p} \rightarrow \frac{dP}{P - P_0} = -\frac{1}{\tau_p} dt \rightarrow$

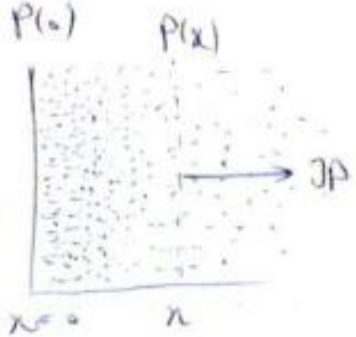
$P - P_0 \equiv P' \xrightarrow{\text{از این [o]}} \frac{dP'}{dt} = \frac{-P'}{\tau_p} \rightarrow \frac{dP'}{P'} = \frac{dt}{\tau} \rightarrow$ وقتی light is off $P'(t) = P'(0)\, e^{-t/\tau_p}$

$= (\bar{P} - P_0)\, e^{-t/\tau_p} = P - P_0$

$P(0) - P_0 \qquad P(0) = \bar{P}$



diffusion



در اثر وجود گرادیان غلظتی (ناهمواری غلظت)
جریان پخش وجود دارد

$$J_p = -q D_p \frac{dp}{dx}$$

$x_2 - x_1 > 0$

$p_2 - p_1 < 0$

$\frac{p_2 - p_1}{x_2 - x_1} = \frac{dp}{dx}$ becomes negative with increment of x

$\Rightarrow$ علامت منفی می‌گذاریم $\Rightarrow J_p > 0$

$$J_n = +q D_n \frac{dn}{dx}$$

- Einstein Relationship

D ضریب پخش و تحرک پذیری با هم رابطه دارند

[illegible] $\dfrac{D_p}{\mu_p} = \dfrac{D_n}{\mu_n} = V_T \rightarrow$ ولتاژ معادل دما $\qquad V_T = \dfrac{kT}{q} = \dfrac{T}{11600}$

[illegible] 300° در دمای $\Rightarrow V_T = 0.026V$

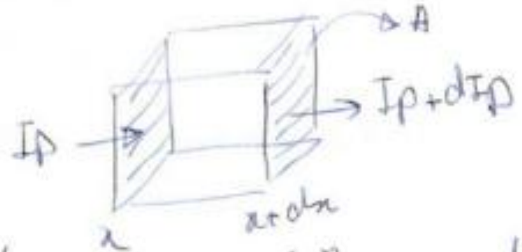
$$J_p = q\mu_p pE - qD_p\frac{dp}{dx}$$

$\rightarrow J$ جریان

$$J_n = q\mu_n nE + qD_n\frac{dn}{dx}$$

- معادله پیوستگی

چگالی حامل ها در یک نیمه‌رسانا در کلی ترین حالت تابع زمان و مکان است.



کاهش تعداد بار در نیمه‌رسانا در حجم Adx برابر با dI_p است

چون بار حامل برابر با q است ←

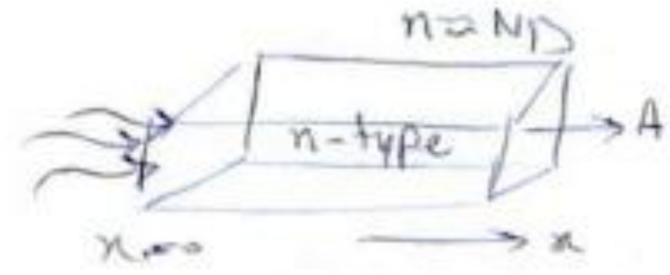
$\frac{dI_p}{q}$ برابر با تعداد حامل ها است که در حجم Adx کاهش می‌یابند

$$\frac{dI_p}{q}\,\frac{1}{A}\,\frac{1}{dx} = \frac{dI_p}{q\,dx}$$

کاهش چگالی حامل ها در هر ثانیه

از طرفی افزایش چگالی حامل ها در ثانیه $g = P_0/\tau_p$ و باز ترکیب نیز با نسبت P/τ_p ظاهر می‌شود

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{P_0 - P}{\tau_p} - \frac{1}{q}\frac{\partial J_P}{\partial x}$$ قانون پیوستگی:



تغییرات حامل Minority را نسبت
به مکان؟

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{P_0 - P}{\tau_p} - \frac{1}{q}\frac{\partial}{\partial x}\left(-qD_p\frac{dp}{dx}\right) \rightarrow \frac{\partial p}{\partial t} = \frac{P_0 - P}{\tau_p} + D_p\frac{d^2p}{dx^2} = 0$$

if steady state $\Rightarrow \dfrac{d^2p}{dx^2} = \dfrac{P - P_0}{D_p\tau_p}$ $\quad L_p = (D_p\tau_p)^{1/2} \rightarrow$ طول پخش

Injected حفره های

$p' = P - P_0$

$$\rightarrow \frac{d^2 p'}{dx^2} = \frac{P - P_0}{L_p^2} \rightarrow A e^{\alpha x} + B e^{-\alpha x} = A e^{x/L_p} + B e^{-x/L_p}$$

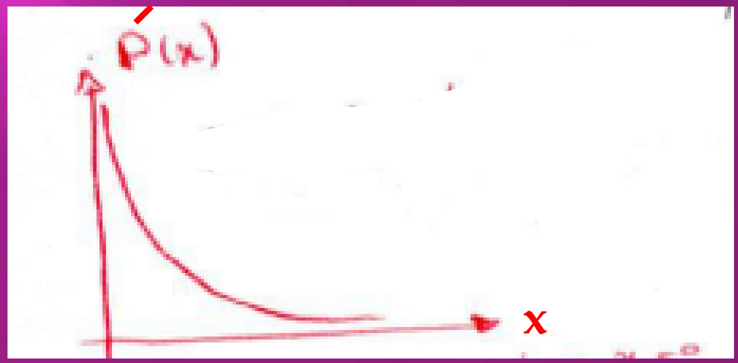
$$\lambda^2 = \frac{1}{L_p^2} \rightarrow \lambda = \frac{1}{L_p}$$

$$\text{if } x \rightarrow \infty \Rightarrow p' \neq \infty \Rightarrow A = 0$$

$$p'(x) = B e^{-x/L_p} \qquad \text{if } x = 0 \Rightarrow p'(x) = p'(0)$$

$$p'(x) = p'(0)\, e^{-x/L_p}$$

فاصله ی متوسطی که حامل بار می تواند قبل از اینکه باز ترکیب اتفاق بیفتد



L_p فاصله ای است که در آن چگالی حامل های اقلیت به $1/e$ مقدار آن در نقطه ی $x=0$ می رسد.

$$I_{diffision} = \left(-qD_p \frac{dp}{dx}\right) A = \frac{AqD_p p'(0)}{L_p} e^{-x/L_p} =$$

$$\frac{AqD_p}{L_p} [p(0) - p_0] e^{-x/L_p}$$

Majority diffusion Current

$$p - p_0 = n - n_0 \Rightarrow \frac{dn}{dx} = \frac{dp}{dx}$$

$$\Rightarrow AqD_n \frac{dn}{dx} = AqD_n \frac{dp}{dx} = -\frac{D_n}{D_p} I_p$$

$$I_p = -AqD_p \, dp/dx$$