

(a)

Spremenber energ. zavadi prenosa
nabojia:

$$dW = q dy$$

$$dW = dA$$

$$V_0 dA - q dy$$

$$V_0 \frac{dQ}{dt} = q \frac{dy}{dx} \frac{dx}{dt}$$

→ mit einer
gibts liegen
nabeja

praktick:

$$\frac{dy}{dx} \approx \frac{V_0}{d} \quad (\nu \text{ versuch})$$

$$\frac{dQ}{dx} \propto dA \propto x$$

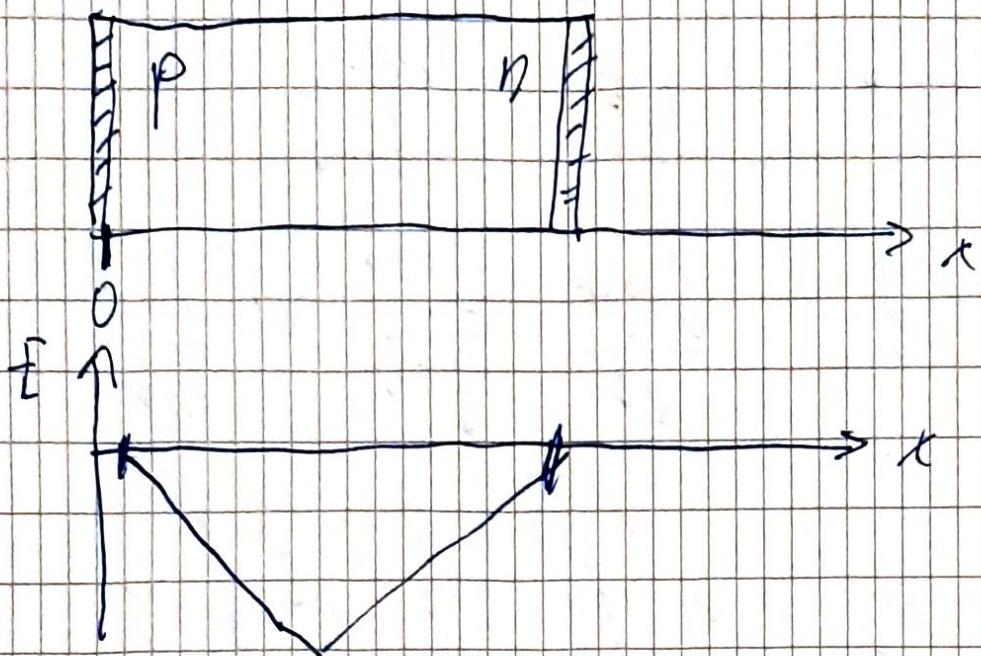
$$V_0 \frac{dQ}{dt} = q \frac{V_0}{d} \frac{dx}{dt}$$

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{q}{d} \frac{dx}{dt}$$

$$E = - \frac{eN}{2\varepsilon_0} (x + x_p) \quad N \rho\text{-tipu}$$

prevodivočno izhodišče n - tip:

(b)



$$E = -\frac{e_0 N_A}{\epsilon \epsilon_0} x$$

prevodivoč n p-tipu:

$$\Gamma = e_0 N_A \mu_r \Rightarrow N_A = \frac{\Gamma}{e_0 \mu_r}$$

$$E = -\frac{e_0 \Gamma}{e_0 \mu_r \epsilon \epsilon_0} x = -\frac{\Gamma}{\mu_r \epsilon \epsilon_0} x =$$

$$= -\frac{x}{\mu_r \epsilon}$$

$$\epsilon = \frac{\epsilon \epsilon_0}{\Gamma}$$

(C)

$$N_e = \frac{dx}{dt} = -\mu_e E = \frac{\mu_e}{\mu_r \epsilon} x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = x_0 e^{-\frac{\mu_e}{\mu_r \epsilon} t}$$

$$\frac{dQ}{dt} = q \frac{1}{d} \frac{dx}{dt}$$

 $e^-:$

$$\frac{dQ_e}{dt} = -\frac{e_0}{d} \frac{dx}{dt}$$

$$Q_e(t) = \frac{e_0}{d} x_0 \left(1 - e^{-\frac{\mu_e}{\mu_r \epsilon} t} \right)$$

e^- priidejo ab elektrode n

Casu

$$d = x_0 e^{-\frac{\mu_e}{\mu_r \epsilon} t_0}$$

$$t_0 = \epsilon \frac{\mu_e}{\mu_r} \ln \frac{d}{x_0}$$

celotek inducivitatu užboj
tačadi pverukauja e^- :

$$Q_e^{\text{tot}} = Q_e(t_0) = \frac{e_0}{d} (x_0 - d)$$

(d)

Vrteli:

$$N_V = \frac{dx}{dt} = \mu_V E = -\frac{x}{\tau}$$

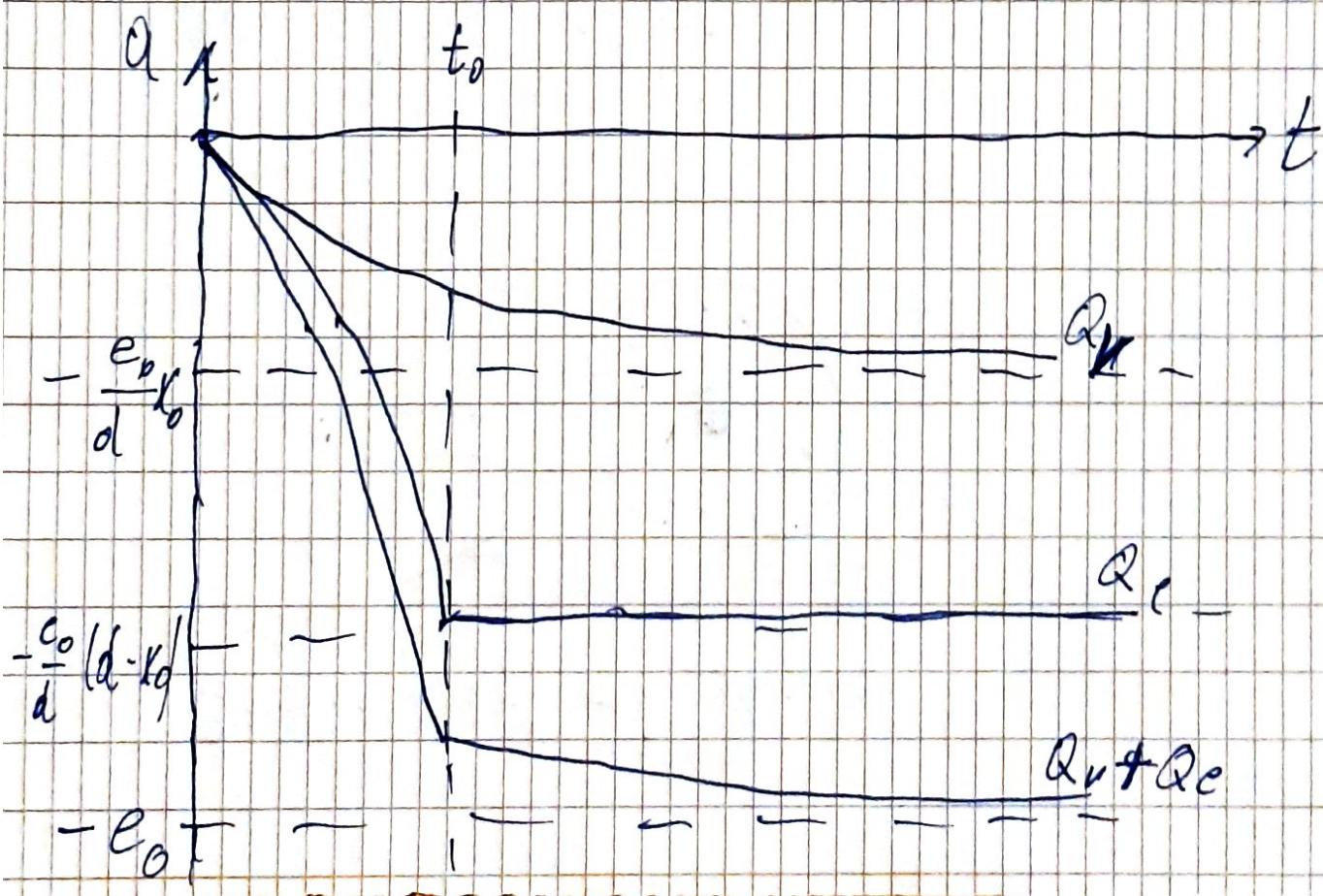
$$x = x_0 e^{-t/\tau}$$

$$Q_V(t) = -\frac{e_0}{d} x_0 (1 - e^{-t/\tau})$$

$$Q_U^{\text{tot}} = Q_V(t \rightarrow \infty) = -\frac{e_0}{d} x_0$$

$$Q^{\text{tot}} = Q_e^{\text{tot}} + Q_V^{\text{tot}} = -e_0$$

Casovna obdobjnost:



(e)

karakt. čas: $\tau \sim \sigma(ns)$

(n plius $\sigma(\mu s)!$)

↳ za e-

Tipi polprev. detektorjev

difundirane diode:

n-tip (OZ. donor)

difundirano na p-tip

Lastnosti:

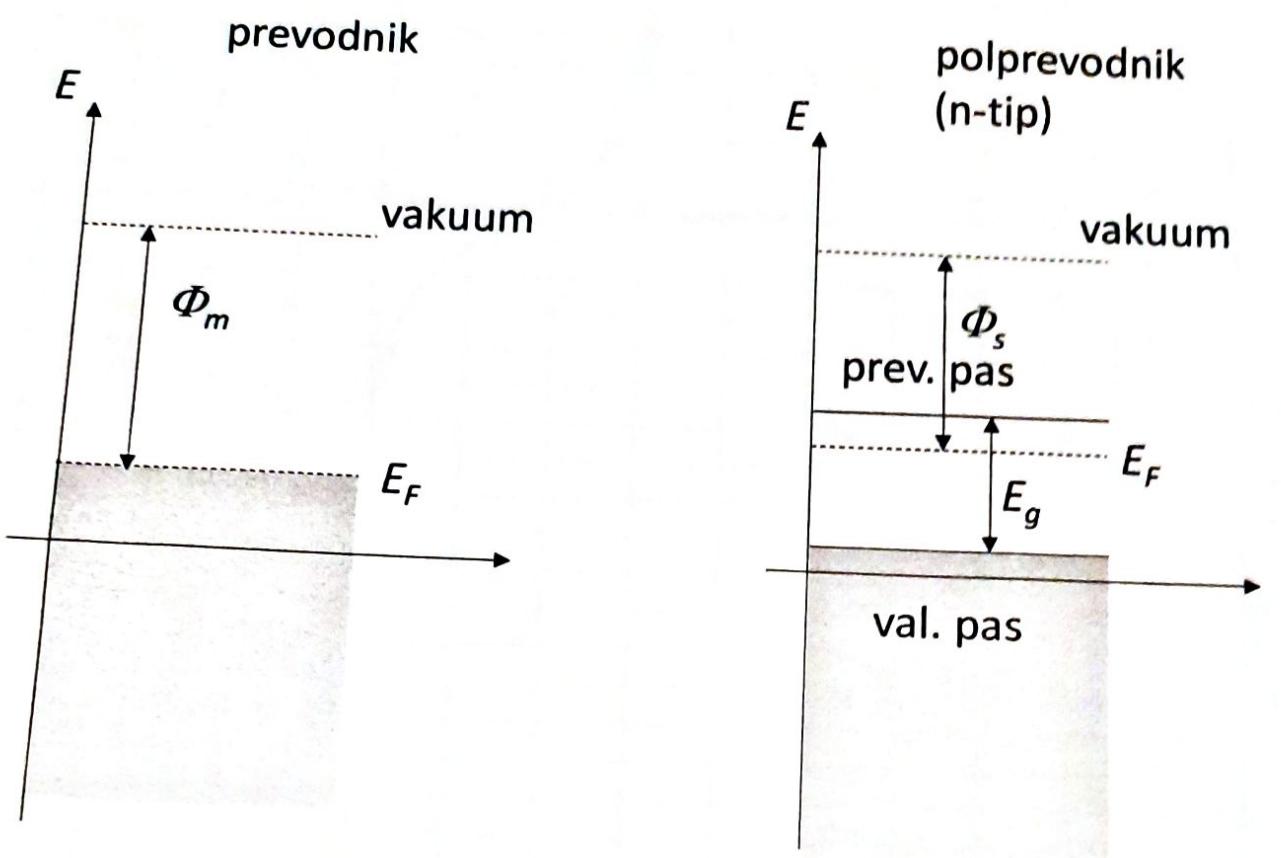
na površini
neobčutljiva plast n⁺ polprev.
debelina 0,1 μm - 1 μm.

Difundiranje pri visoki temp. →

→ nefoljko, komplikiran
postopek izdelave

Dektorji s površinsko bariero (f)

na stiku prenošnika (korone)
in polprenošnika obliko
potencijalno bariero (Schottkyjeva
bariera)

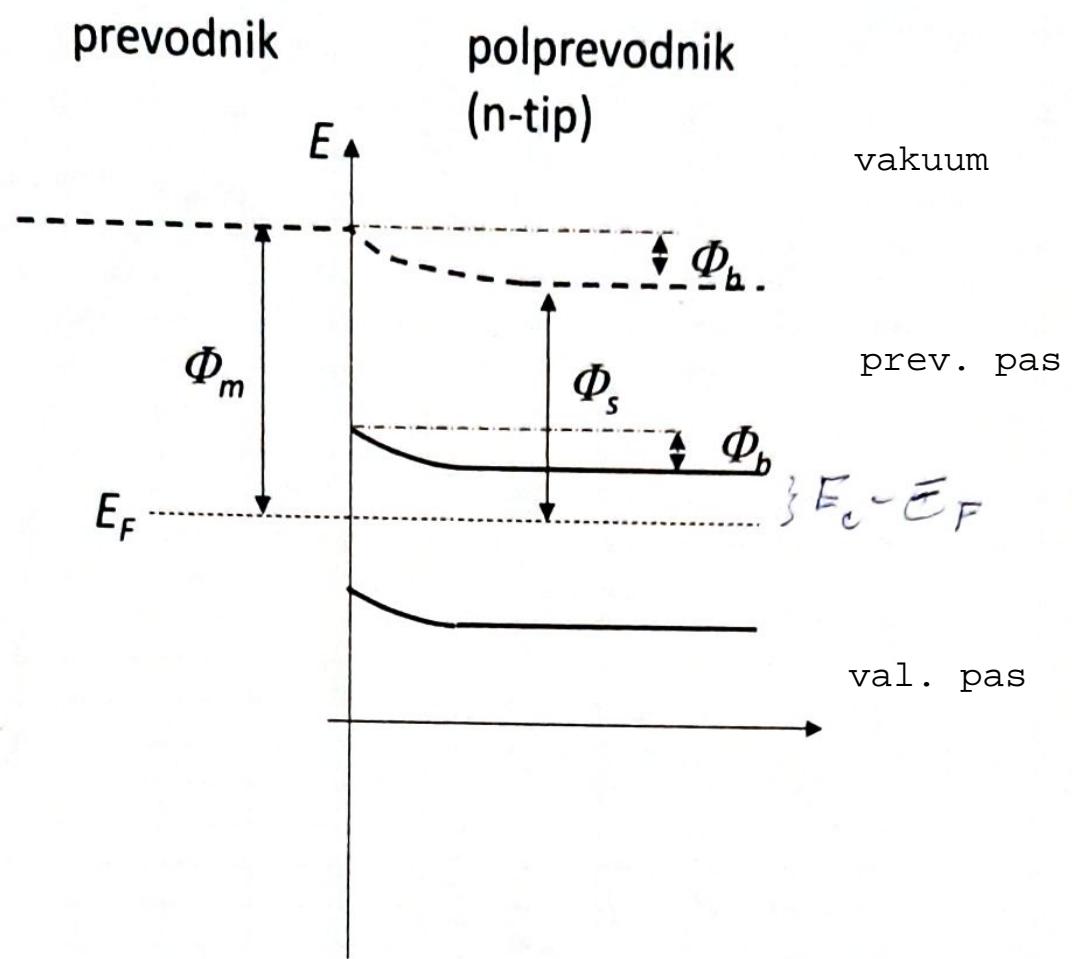


Φ_m : izstopno delo v prevodniku

Φ_s : izstopno delo v polprevodniku

E_F : Fermijeva energ.

Φ_b : površinska bariera



$$E_F + \Phi_m - \Phi_b - \Phi_s = E_F$$

$$\Phi_b = \Phi_m - \Phi_s$$

↪ Variere ta e^- i t

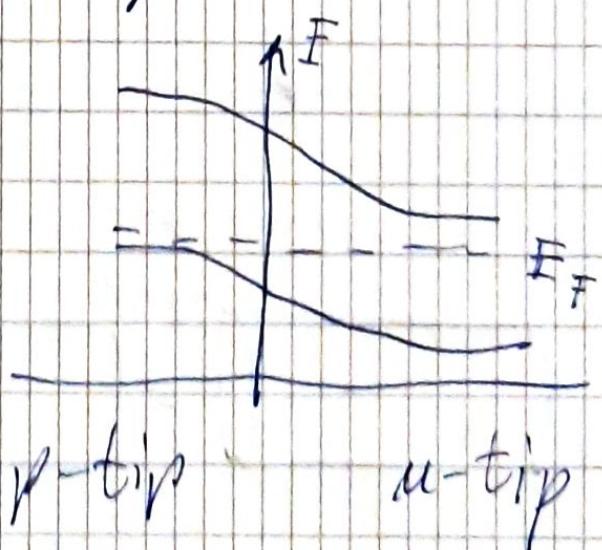
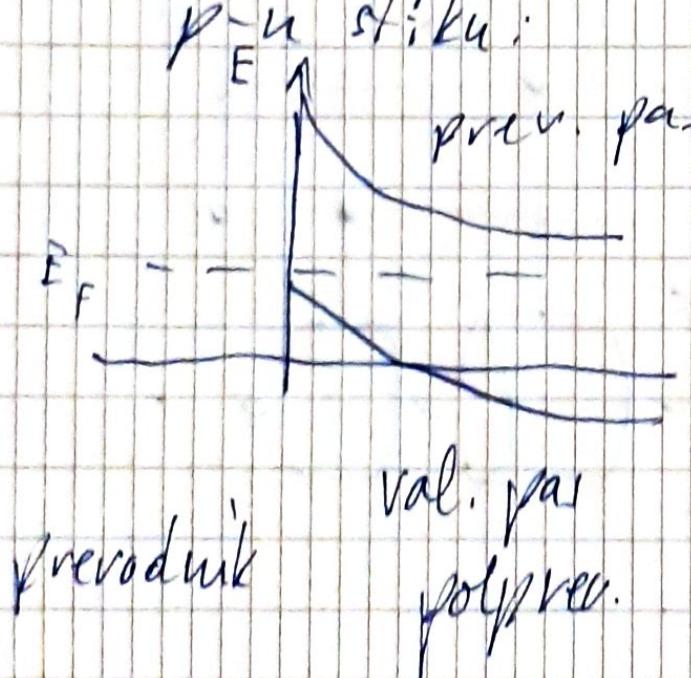
n-tipa n prevodnik

$$\phi_r' = \phi_b + E_c - E_F \quad \text{Variacija ta } e^- \text{ i t} \\ \text{prevodnika n n-tip}$$

Detektorji s površinsko bariero (f)

na stiku prenošnika (korine)
in polprenošnika dodatno
potencialno bariero (Schotkyjeva
bariera)

Ob lako spremnjenemu z zunanjo
napetostjo, tem (in primerno izbirjo
 Φ_m in Φ_s) lako naredimo dovolj
visoko bariero, ki je podobna
barieri preko depol. plasti v
prenosniku.



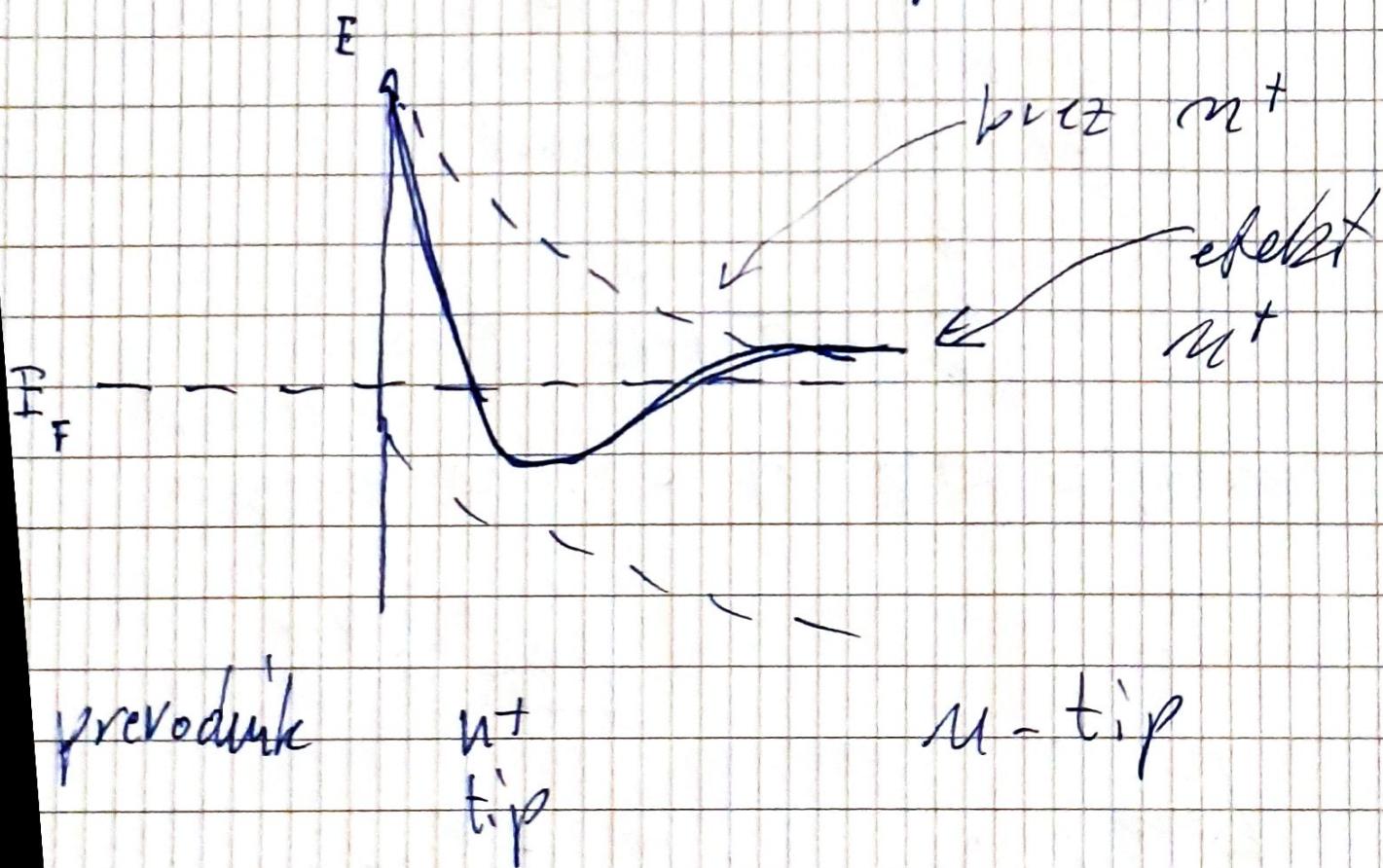
(8)

primari:

 Pb : $Au/u-Ge: 0,48 \text{ eV}$ $Au/u-Ge: 0,53 \text{ eV}$ $Au/p-Ge: 0,3 \text{ eV}$

Pri ohuskem kontaktu si
želimo Pb čim manjšo;

pouavadi se ohuski kontakt
naredi s tanko n^+ plastjo
med n-tipom in prevodnikom.



M^t portroči zelo vliško
variero, ki jo lahko e-
zlahka (n obe suvi)
funkcivajo.

Lastuostis detektoriai s
Schottky-žiuro bariero

Debelius discutitive plasti
(ki sega v polper.) ob 5 mm.

ca detektor mi predebel →

→ z V_b lahto depletion
celotuo debelino;

V takau primera z včasym
V_b krajšam o čas zbiravja
maloja (E se veča!)

(i)

Uporaba za spektroskopijo
d delcev, dobra energ. reducija

$$\sigma_E \sim 10 \text{ keV} \text{ za } E_\alpha \sim 5 \text{ MeV}$$

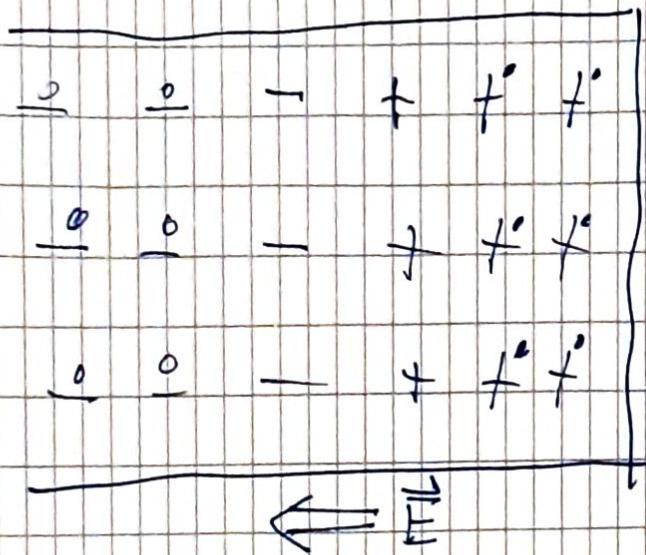
(Fano faktor!)

$$\frac{\sigma_E}{E} \approx 0,2\% !$$

p-i-n detektorji (Si-Li,
Ge-Li)

kompenzacija prostorskega
nabojja v p-n plasti
(tato včasih tudi "kompenzirani
detektorji")

①



Dodavko nepestant pri visko tempo,
ola omogocillo malajige difundivaj
donovalskih ionoj;
tiam koncentracio ioue akcortorjej
 \Rightarrow dobivuo podrocje (koncentracio)
porcen prez naboja

Proces je samotekajen, ĉe +
ionui oddifundivajo prevej &
vzpostavi folje v eas profili
scueri, ki difuzijsa utavi.

Torej:

(k)

$$\begin{array}{ccccccc} \underline{\circ} & \underline{\circ} & - & - & + & + & +' f \\ \bullet & \circ & - & - & + & + & +' f' \\ \underline{\circ} & \underline{\circ} & - & - & + & + & +' f \\ \end{array}$$

derkt. glast

$$\begin{array}{cccc} \sim & \sim & \sim & \sim \\ g=0 & g_- & \bullet g_+ & g=0 \end{array}$$

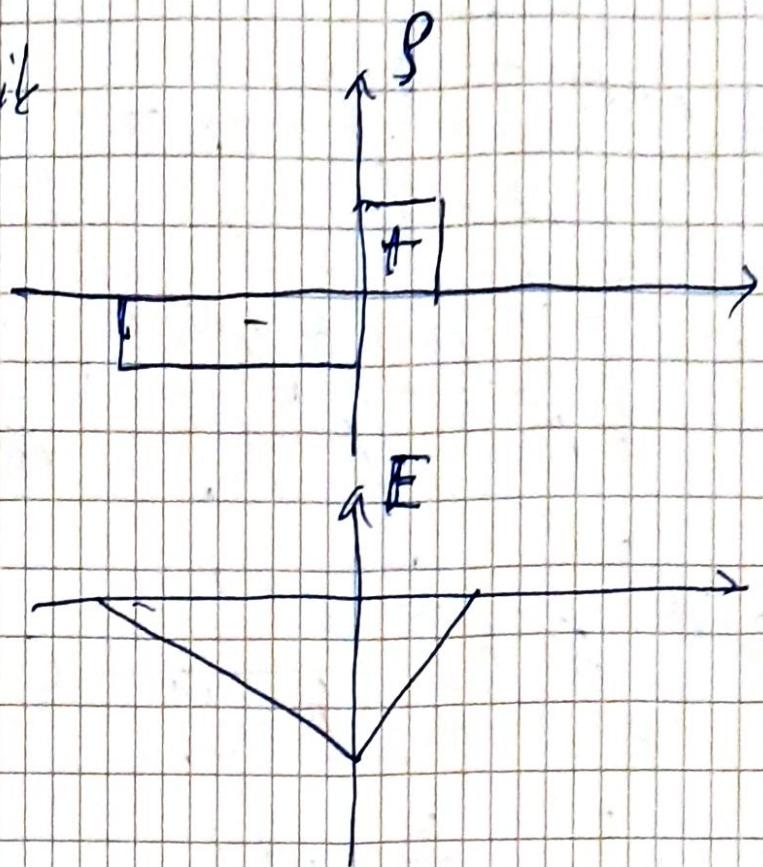
zadajijo difundirajo:

$$\begin{array}{ccccc} g=0 & g_+ & g=0 & g_- & g=0 \\ \sim & \sim & \overbrace{\sim \sim} & \sim & \sim \end{array}$$

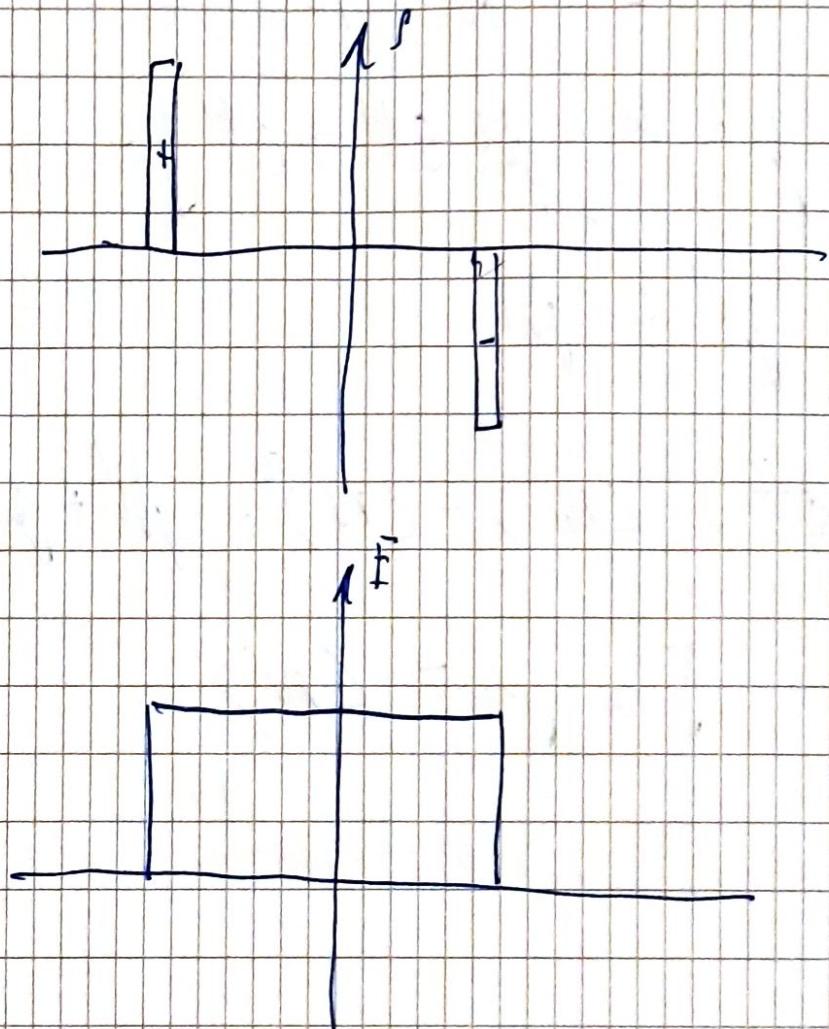
$$\begin{array}{ccccccc} \underline{\circ} & \underline{\circ} & + & + & + & +' & + \\ \underline{+} & \underline{+} & + & + & + & +' & + \\ \underline{-} & \underline{+} & + & + & + & +' & + \\ \end{array}$$

p-n stik

(c)



Konzentration polniv.



Lastnosti p-i-n det.

(m)

- debelina komutiranje (i)
plasti do 15 μm

- zaradi velike debeline \rightarrow
~~zavale~~ zmanjša termodif.
tem (temni tok) \rightarrow potrebo
klajenje (posebej za Ge-Li)

Si-Li za detekcijo nuklearnih reakcij.

čarkov

\forall Si za $E_\gamma \leq 50 \text{ keV}$
prevladujoč fotoefekt \rightarrow
 \rightarrow plasti v det. vso
energijo

$E_\gamma \sim 0,1 - 10 \text{ keV}$
trdi reakc. čarki
 $E_\gamma \sim 10 - 100 \text{ keV}$

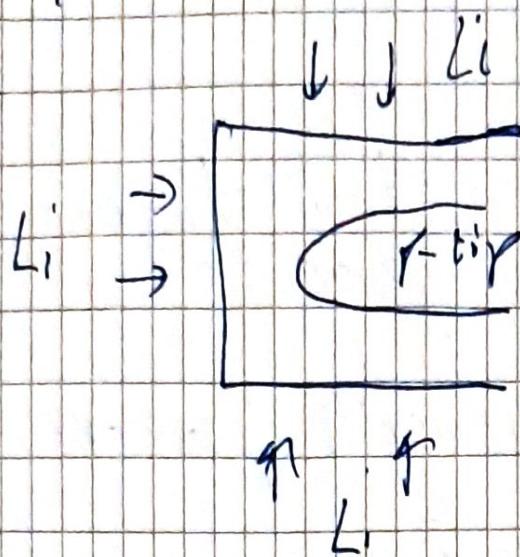
Pri merui tudi za spektroskopijo e^-

$\tau E_e \sim 0,15 - 5 \text{ MeV}$

(čas e^- v Si pri $E_e = 50 \text{ keV}$
 $\sim 20 \text{ nsec}$)

Ge-Li detektorji

(m)



Lastnosti

veliki aktivni volumen
potrebuje veće
primere za detekciju
prodornih delaca, μ ←
faktor (tudi zato,
ker $t_{Ge} = 32$, $t_{Si} = 16$)

$$\frac{G_F}{E} = \sqrt{\frac{FW}{E}}$$

FW ~ 3 eV
 $F \sim 0,15$

$$\frac{G_F}{E} = \frac{0,7 \text{ keV}}{1 \text{ MeV}} \sim 7 \cdot 10^{-5}$$