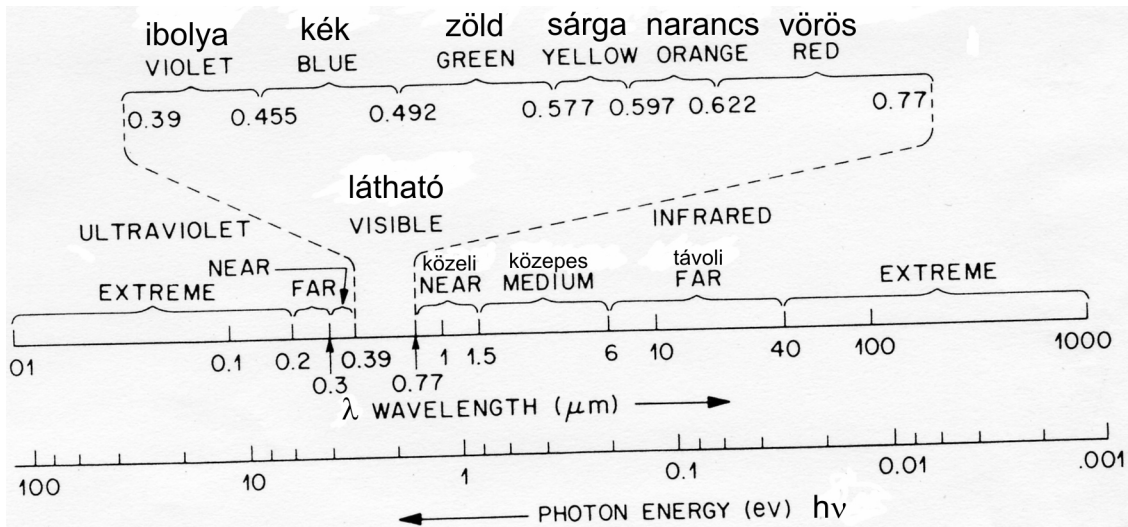


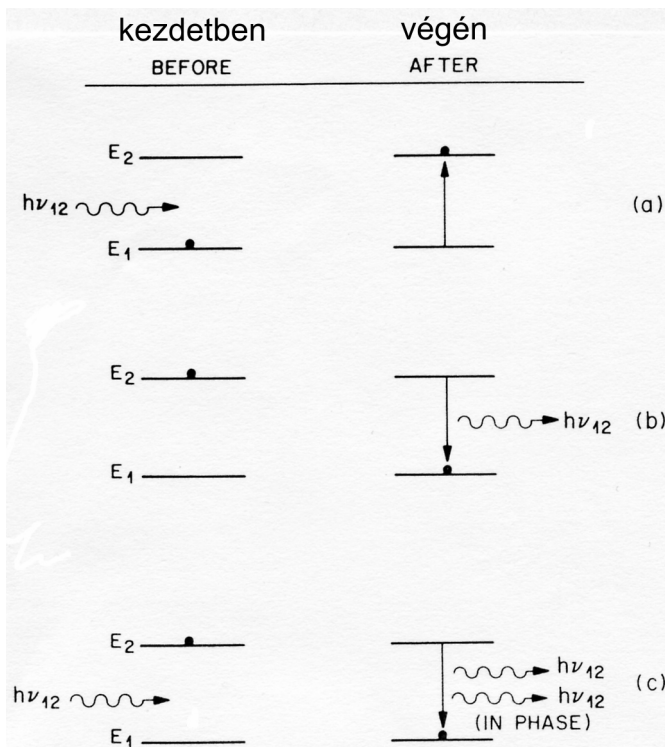
Fotoeszközök - Optoelektronika



Optikai elektromágneses spektrum

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{hc}{h\nu} \Rightarrow$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{1,24}{h\nu (eV)} (\mu\text{m})$$



fotonabszorpció \Rightarrow gerjesztett állapot

NAPELEM

spontán emisszió \Rightarrow alapállapot

LED

stimulált emisszió \Rightarrow koherens fény

LÉZER

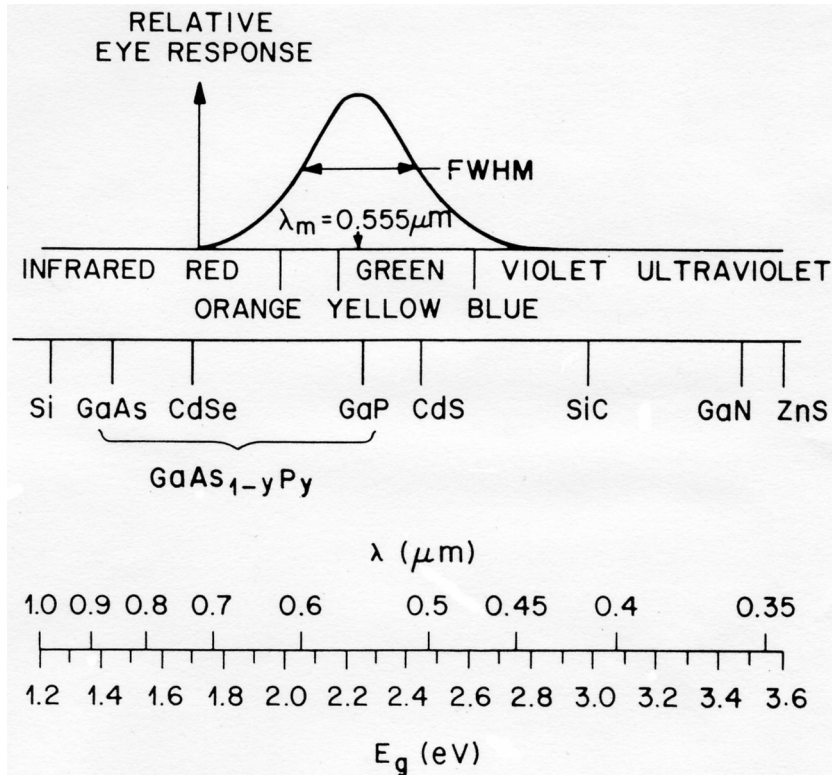
Alapvető elektronátmenetek két energiaszint között

Az atom gerjesztett állapota instabil (b)! \Rightarrow spontán átmenet alapállapotba

Ha a gerjesztett atomra foton hat (c) \Rightarrow két fázisban lévő $h\nu_{12}$ fotonemisszió

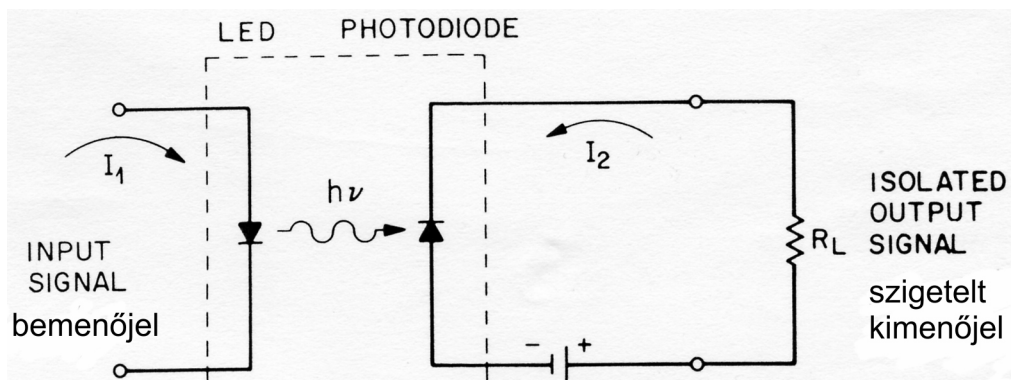
Látható fényt emittáló eszközök

az emberi szem relatív hullámhosszválasza



A megfelelő félvezetők jellemző fényemissziója

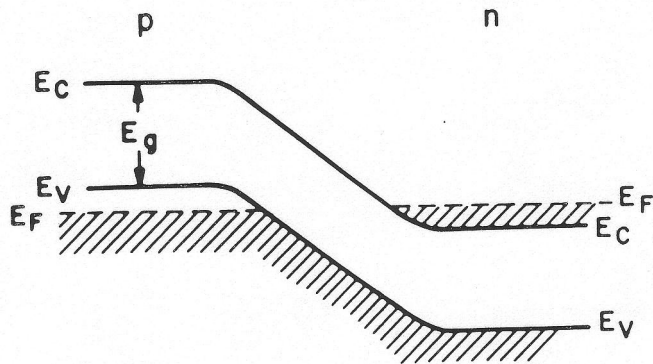
Optikai csatolással megvalósított galvanikus leválasztás



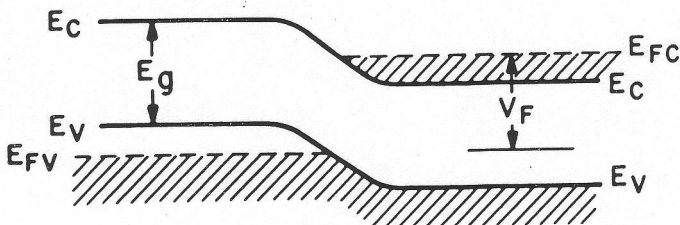
Optocsatolók alkalmazása:

- információbevitel;
- nagyfeszültség alkalmazások;
- optikai adatátvitel telekommunikáció (közeg: száloptika, $n_{\text{köpeny}} < n_{\text{mag}}$).

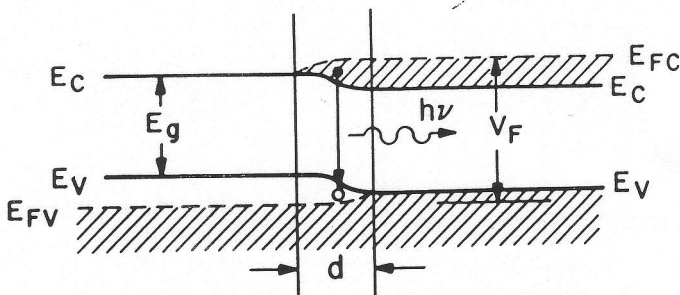
Félvezető lézer



termikus egyensúlyban



nyitóirányú előfeszítéssel (V_F)



Nagy (erős) injekciós állapotban (nyitó!)

(V_F az átmeneti tartományban)

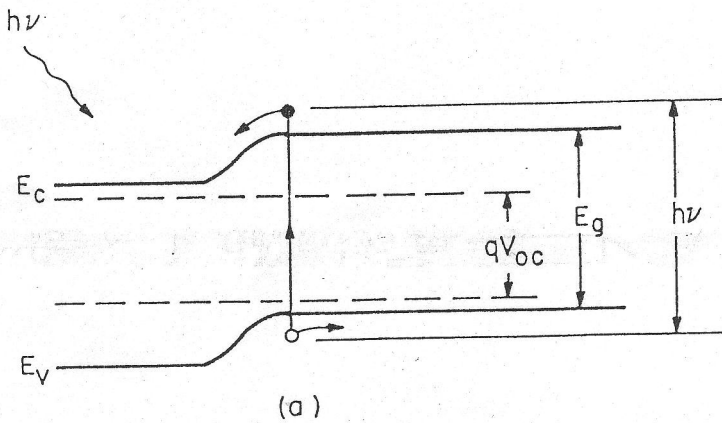
Elfajult (degenerált) félvezetőkből kialakított $p - n$ átmenet

Lyuk és elektron injekció az átmeneti tartományban (d)

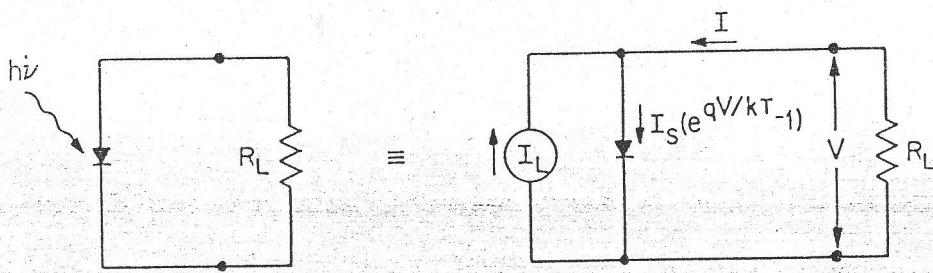
Energiasáv betöltöttség-inverziónak feltétele: $(E_{FC} - E_{FV}) > E_g$

Sávból – sávba történő energiaátmenet (radiatív rekombináció) feltétele az átmeneti tartományban (lokalizálatlan töltéshordozók!)

Napelem



Fotonabszorpció
napelem
kapcsolásban
 qV_{OC}



A napelem
idealizált
helyettesítő képe
 R_L terhelő vagy
munka ellenállás

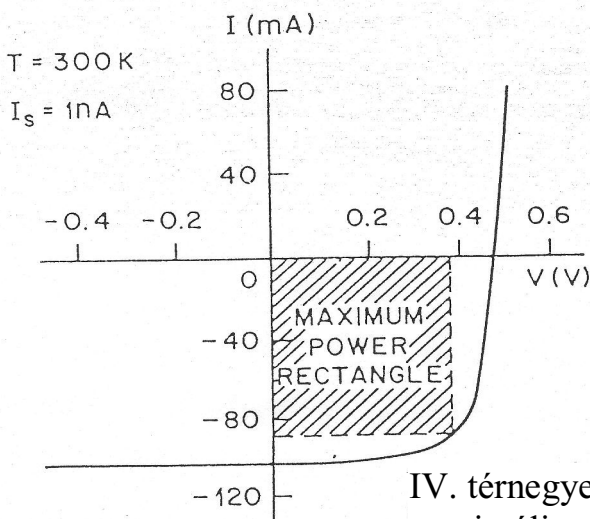
Ideális $I - V$ karakterisztika:

$$I = I_S \left(e^{\frac{qV}{kT}} - 1 \right) - I_L \quad J_S = \frac{I_S}{A} = q \cdot N_C N_V \left(\frac{1}{N_A} \sqrt{\frac{D_n}{\tau_n}} + \frac{1}{N_D} \sqrt{\frac{D_p}{\tau_p}} \right) e^{-\frac{E_g}{kT}}$$

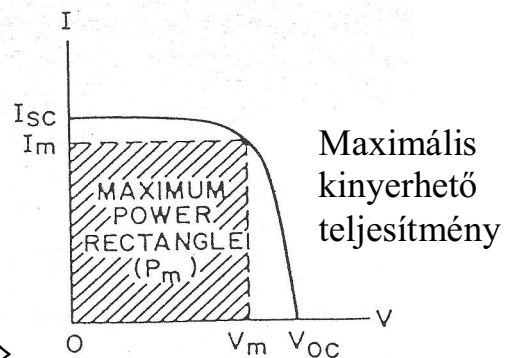
Üresjárási feszültség ($I = 0$):

$$V_{OC} = \frac{kT}{q} \ln \left(\frac{I_L}{I_S} + 1 \right) \cong \frac{kT}{q} \ln \frac{I_L}{I_S} \quad P = I \cdot V = I_S \cdot V \left(e^{\frac{qV}{kT}} - 1 \right) - I_L \cdot V$$

I_{SC} - rövidzárási áram



Maximális teljesítmény: $\frac{dP}{dV} = 0$



Maximális
kinyerhető
teljesítmény

IV. térfegyed \Rightarrow
maximális
teljesítmény
kinyerési lehetőség

Napelem

Átalakítási hatások (η)

$$\eta = \frac{I_m V_m}{P_{in}} = \frac{FF \cdot I_L V_{oc}}{P_{in}}$$

P_{in} – beeső optikai teljesítmény

$$FF = \frac{I_m V_m}{I_L V_{oc}}$$

FF – fill-factor kitöltési tényező

η csökkentő hatású:

- soros ellenállás a cellában (ohmos veszteségek a front felületen)
- rekombinációáram a kiürített rétegben

optikai kialakítás – fény visszaverődés (fénycsapdázás szükséges)

Gyakorlatban: (AM1.5, légkörhatás szint, ún. **levegőtömeg** (*air mass*))

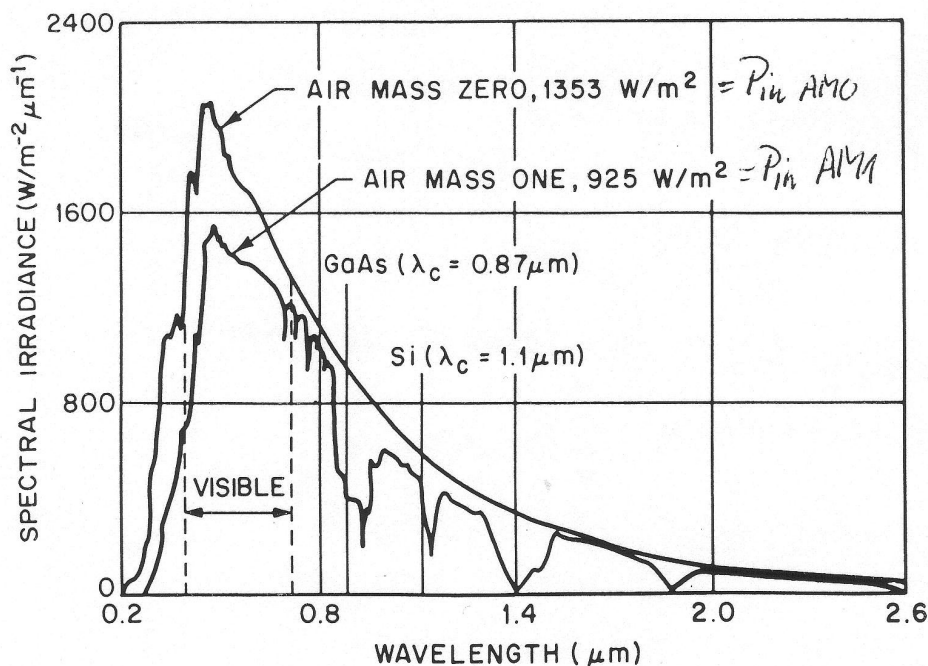
Egykristályos **Si**: $\eta_{max} \approx 30\%$ (laboratórium)

Poli-(multi) kristály **Si**: $\eta_{max} \approx 17\%$ (laboratórium)

$\eta_{max} \approx 15\%$ (gyártás)

Amorf **a-Si**: $\eta_{max} \approx 7-8\%$ (stabilan)

A Nap spektrális besugárzása



Légkör hatása nélkül
AM=0 (űrben)

Légköri elnyelés
AM=1 (egyenlítő)

Európában a ferde
elnyelés miatt
AM=1,5
mérvadó!