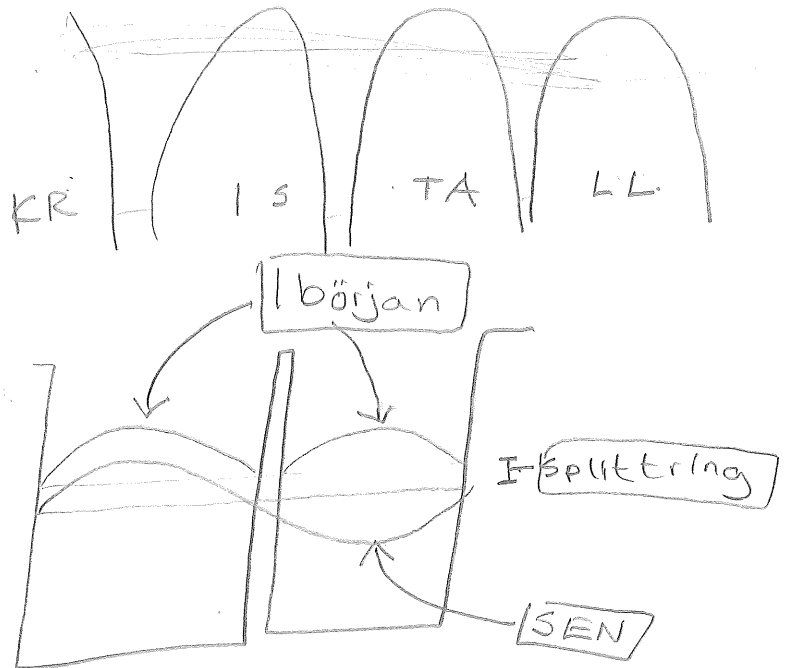
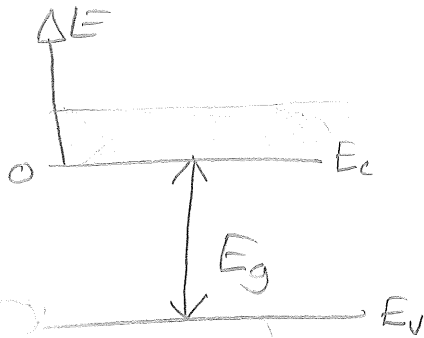


Föreläsning 15

Var e elektronen?

Bandstruktur



Δ
 Efter ett tag kan systemet ovan inte längre ses som två brunnar utan som en dubbelbrunn. Elektronernas osäkerhet i position täcker båda brunnarna.

Halaledare

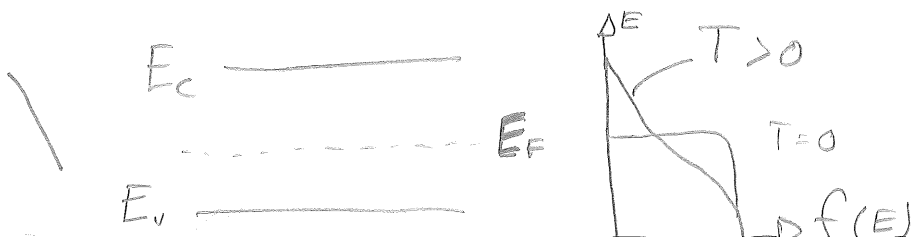
def: $E_g \approx 1-3 \text{ eV}$

en till tre

Ren (intrinsisk) halaledare:

ledningsbandet = tomt ($T=0$)

Valensbandet = fullt



Chans att hitta en elektron i ledningsbandet för $\boxed{\text{Si}}$ ($E_g = 1,1\text{eV}$) vid $T = 300\text{K}$?
 $\boxed{\text{kisel}}$

- E_F ligger i mitten på bandgapet.

$$f(E) = \frac{1}{1 + e^{\frac{E_c - E_F}{kT}}}$$

$$\approx \frac{1}{1 + e^{20kT/kT}} =$$

$$= \frac{1}{1 + e^{20}} \approx e^{-20} = \boxed{2 \cdot 10^{-9}}$$

$$E_c - E_F = \frac{E_g}{2} = 0,55\text{eV}$$

$k = \text{Boltzmanns konst. } T = 300\text{K}$
 $kT = 25,8\text{meV} = 0,0258\text{eV}$

$$\frac{E_g}{2} \approx 20kT$$

$\div 2$

20x

Samma sak för en isolator:

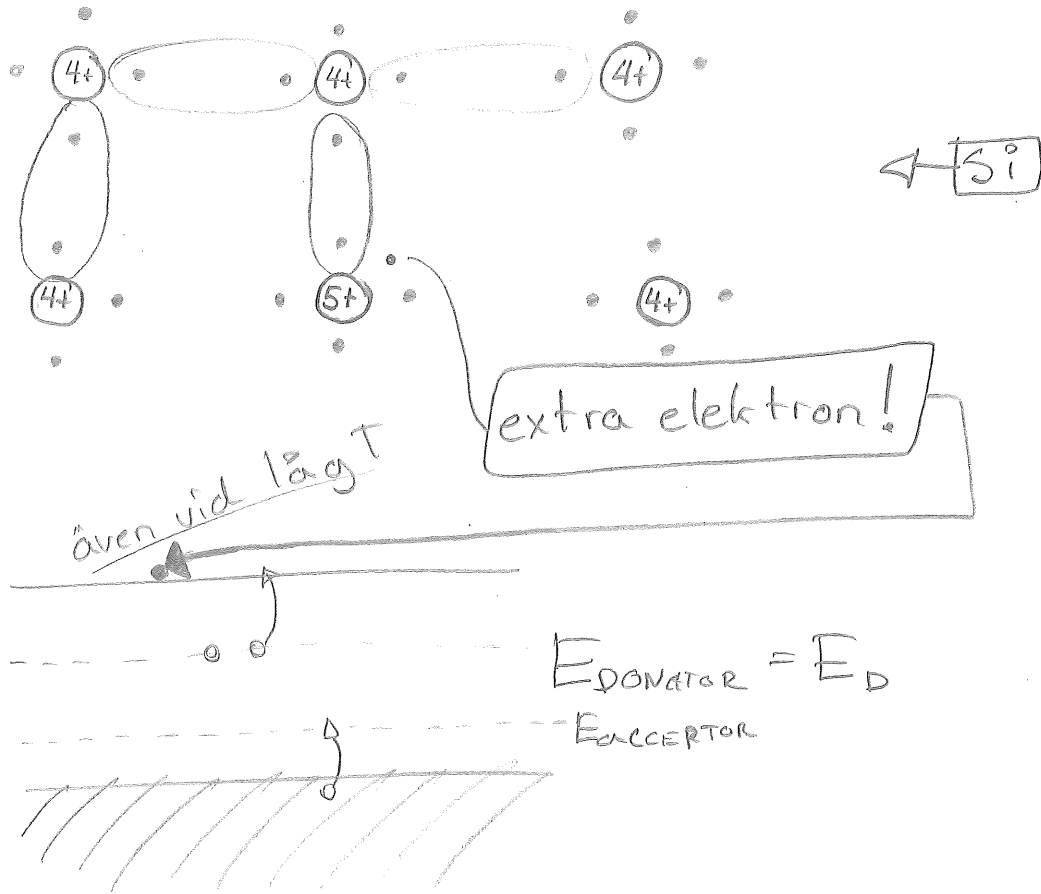
(tex. diamant)

$E_g = 5,5\text{eV}$ \triangleleft Verkligen???

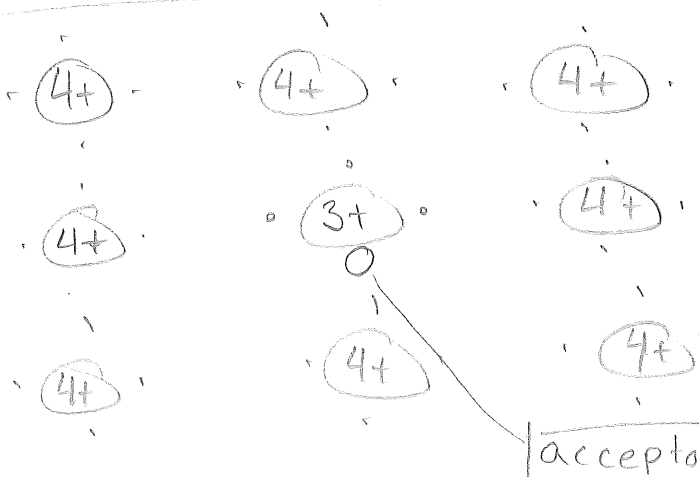
$$f(E) = \frac{1}{1 + e^{\frac{E_g/2}{kT}}} = \frac{1}{1 + e^{100}} \approx e^{-100} = \boxed{\text{Rätt fä.}}$$

DOPING

Artificiell justering av ledningsförmåga (laddningskoncentrationen) i halvledare.



n-doping (n = negativ \Rightarrow elektroner)
 \Downarrow
 ledningsbarhet.

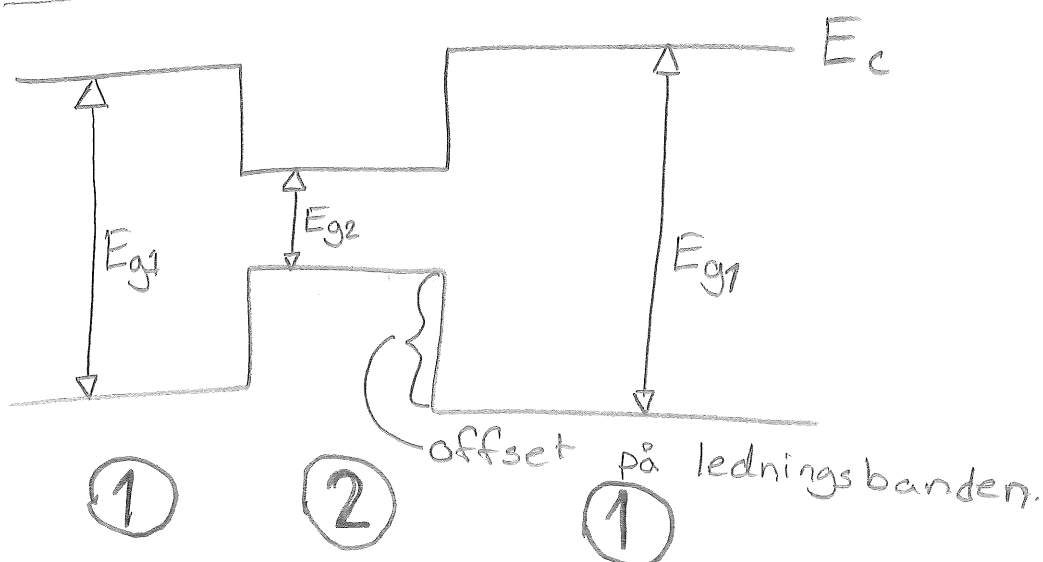
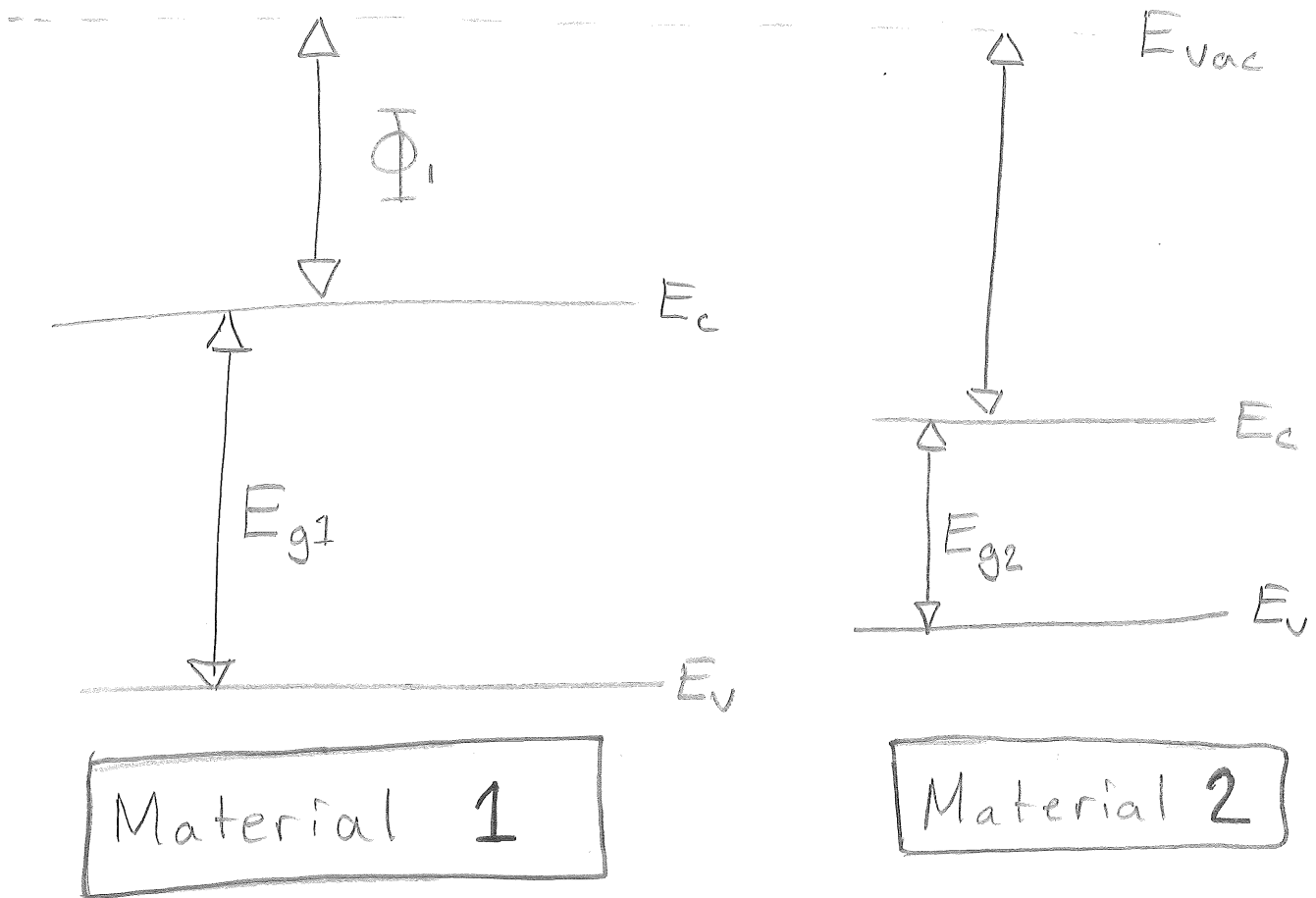


avsaknad av elektron,
 "hål" i valensbandet.

p-doping (p = positivt \oplus)
 (hål-doping)

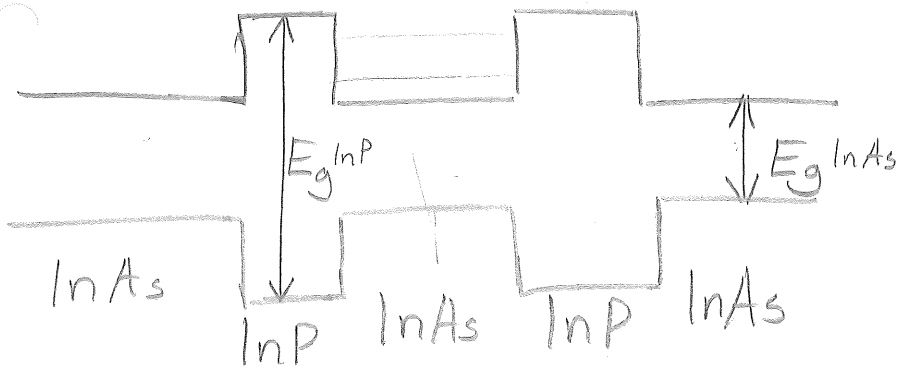
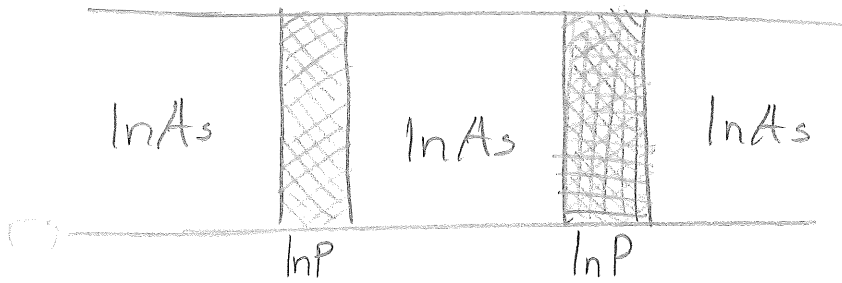
HETEROSTRUKTURER

Kombinera olika material.



Att fysiskt realisera en kvantbrunn.

Nanotråd:

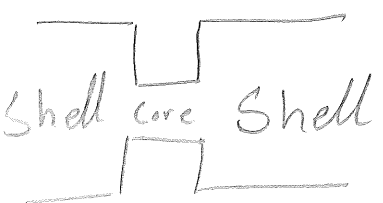


Kvant prick

shell
(stort bandgap)

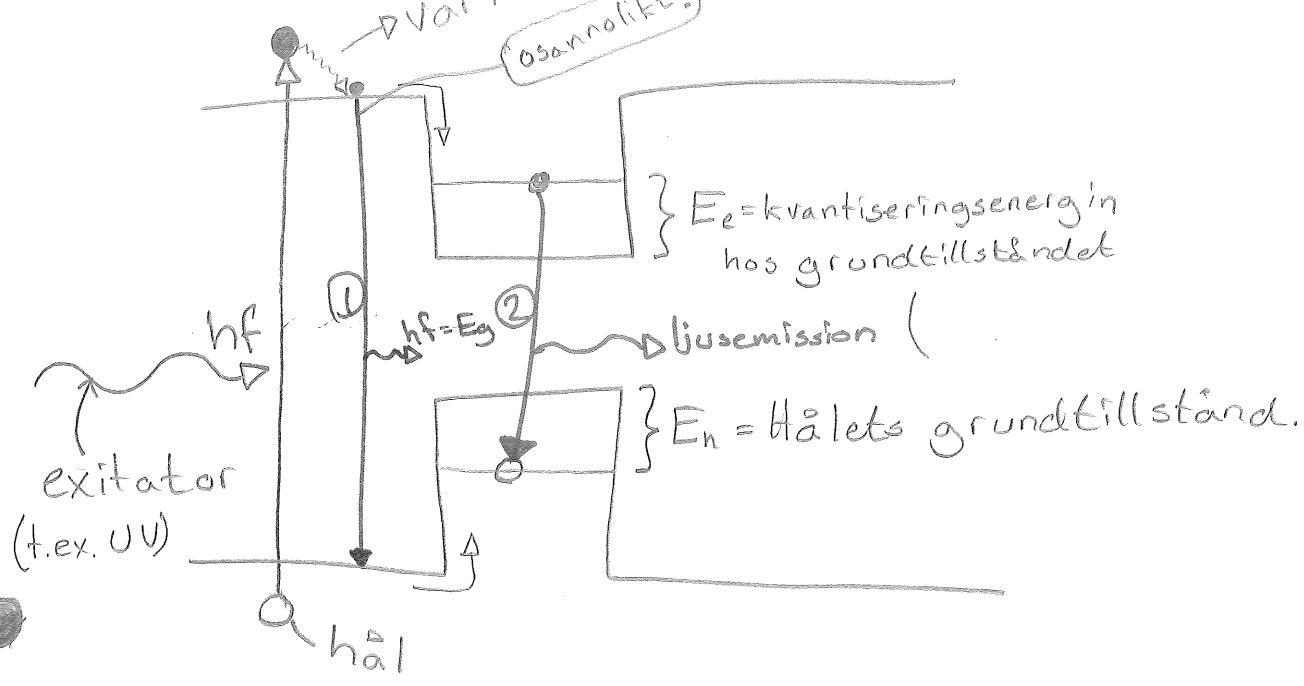
Genomskärn.

Core (kärna)



Ljusemission från kvantprick

kvantbrunn: \rightarrow värme "termalisering" (osannolikt!)

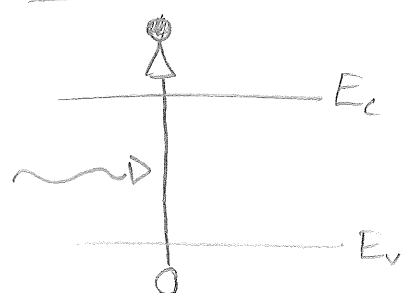


Möjliga processer

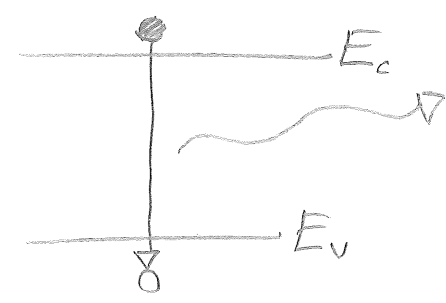
- ① Rekombination över bandgapet (ovanligt)
- ② Rekombination inne i kvantbrunnen

Man kan alltså tillverka ljus med olika färg genom att variera tjockleken på materialet.

Absorption



Emission



Emissionen sker exakt vid bandgapet

