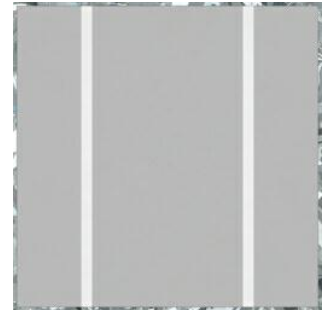
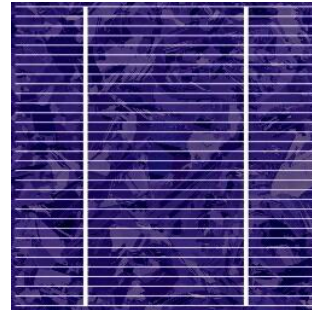


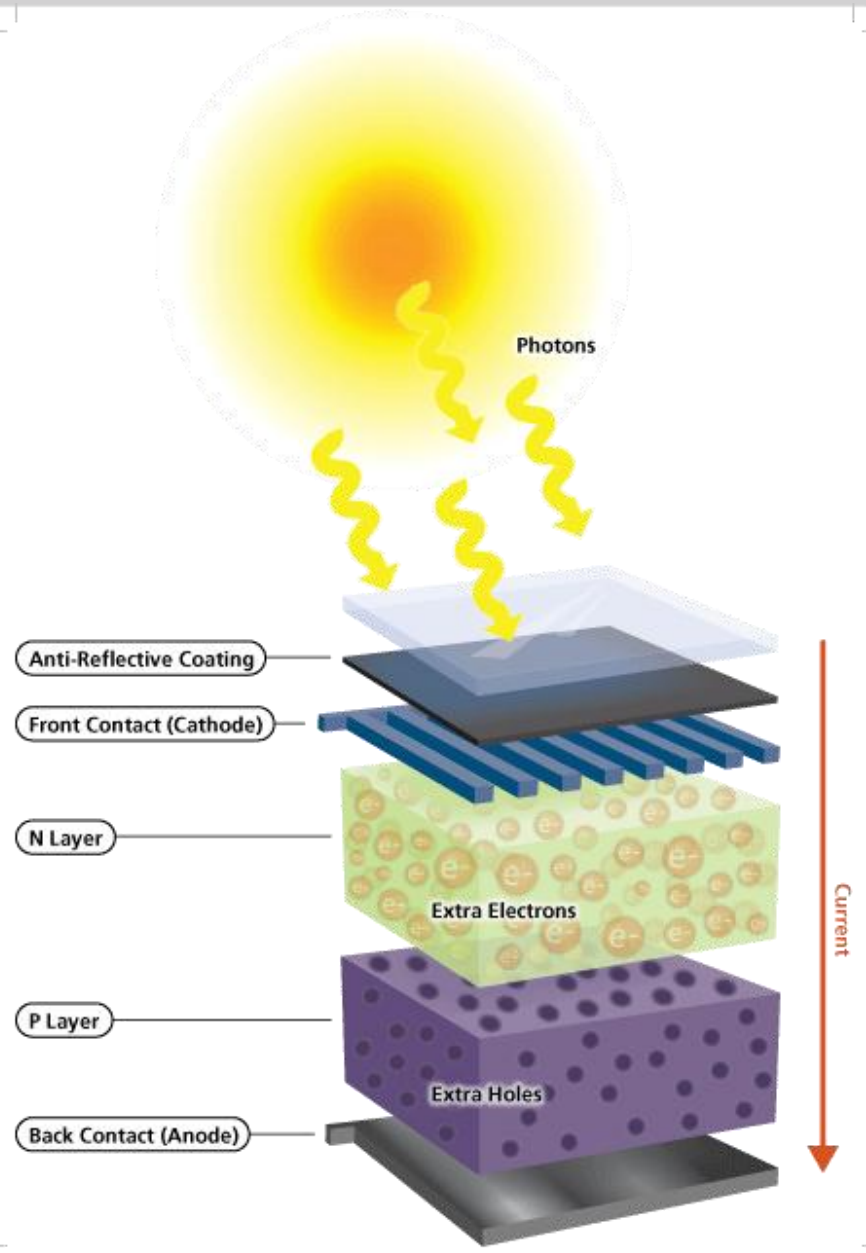
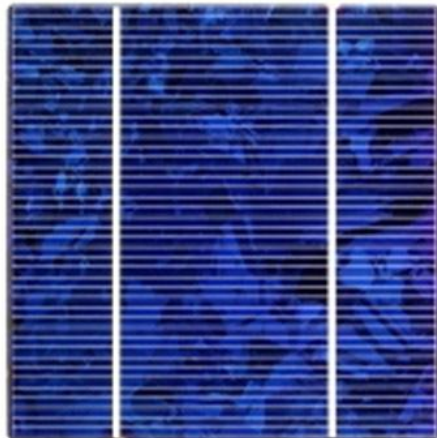
Solceller

Josefine Helene Selj

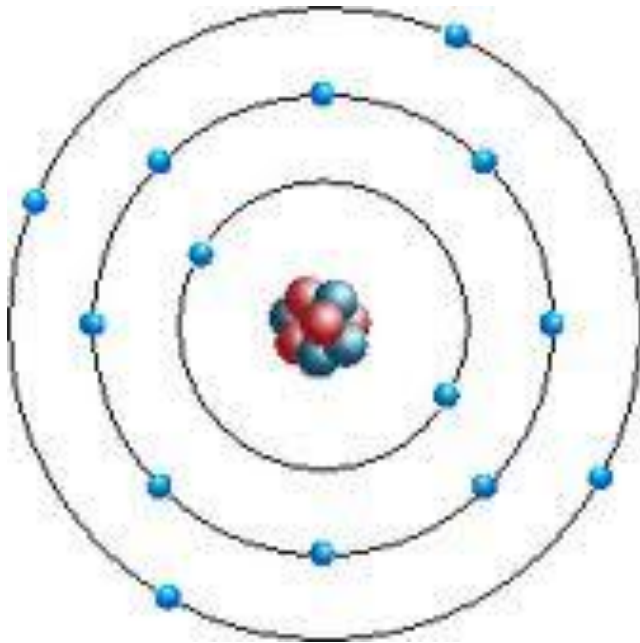


Silisium Solceller

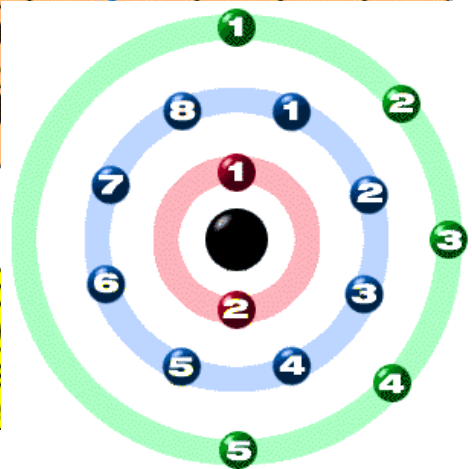
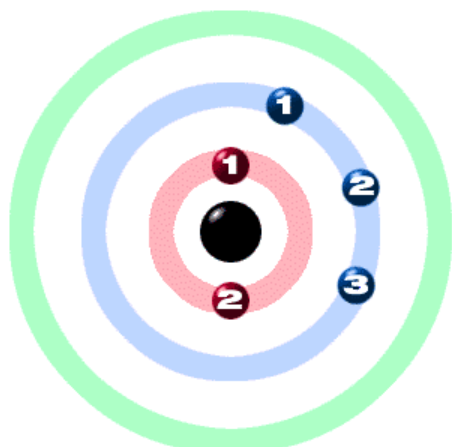
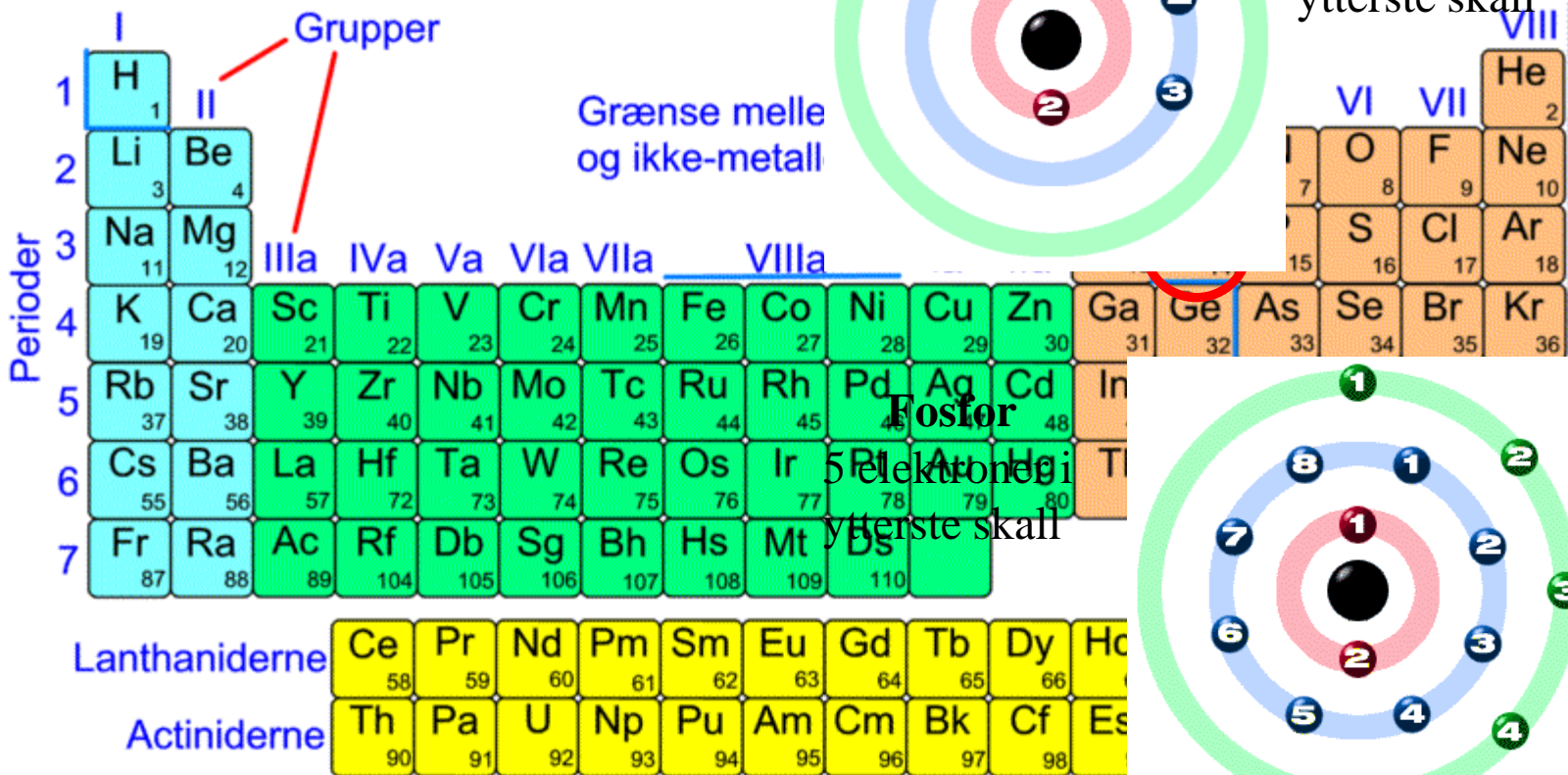
omdanner lys til strøm



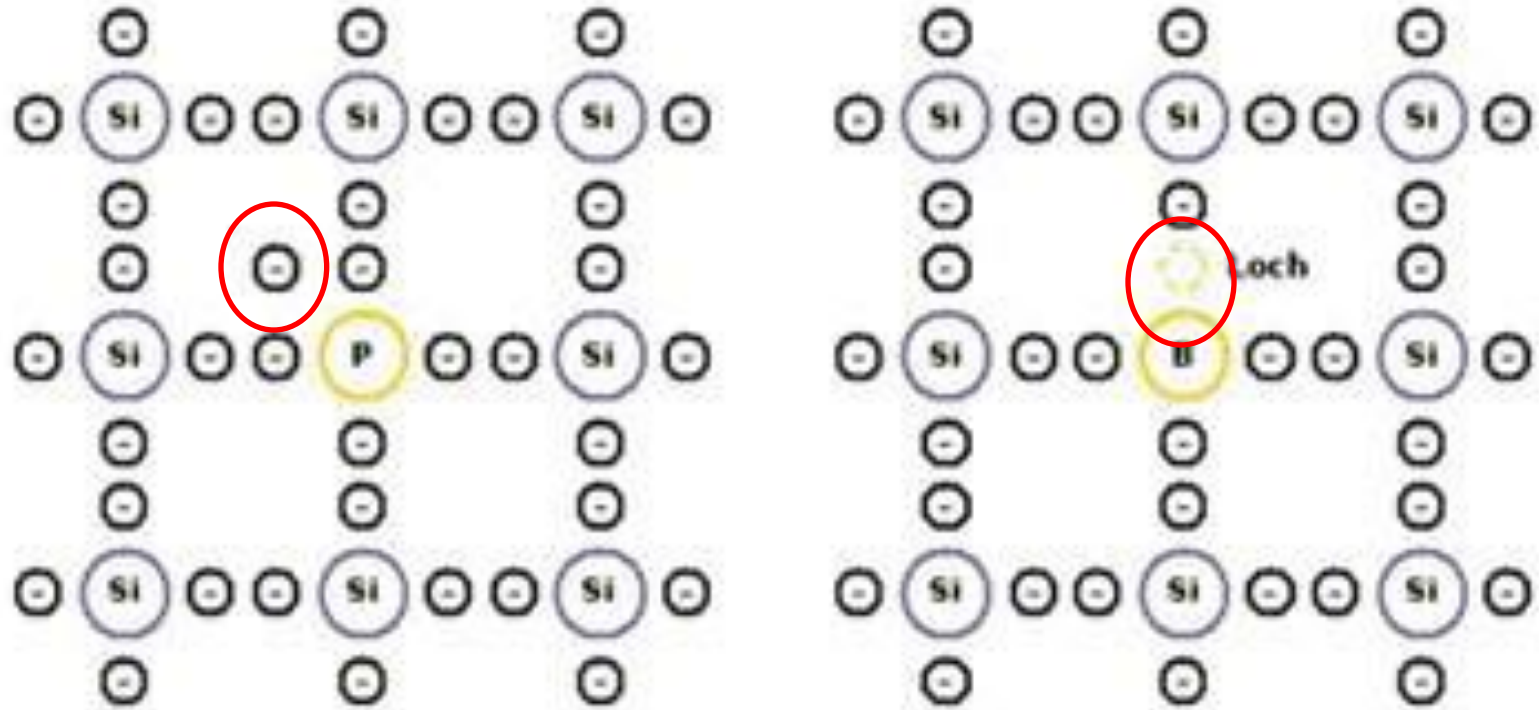
Bohrs atommodell



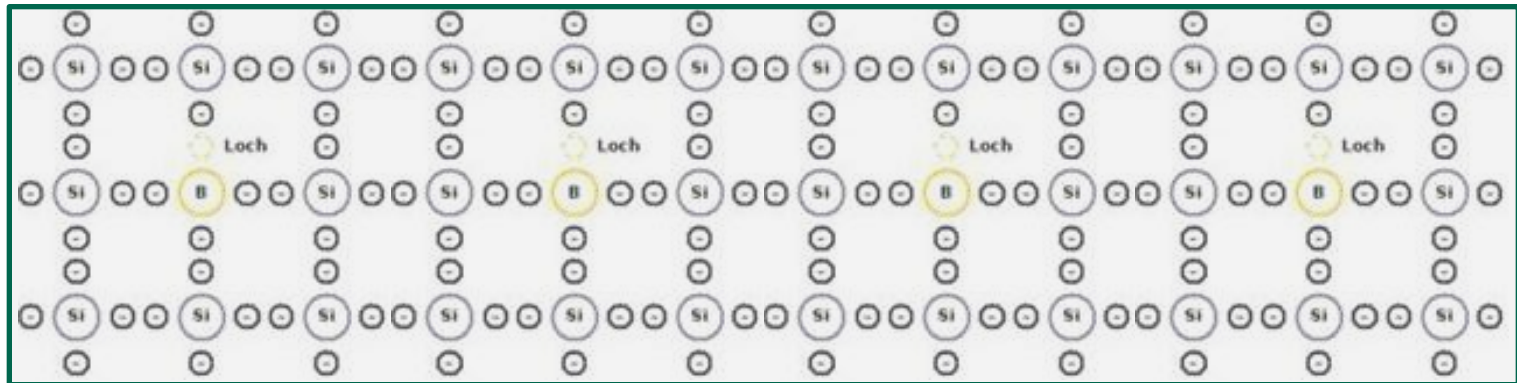
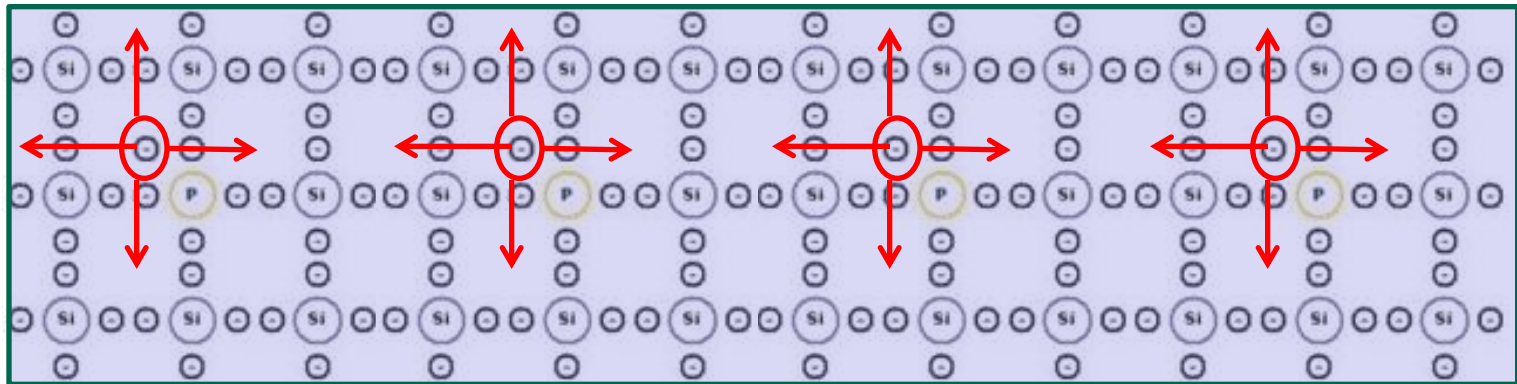
- Silisium er et grunnstoff med 14 protoner og 14 elektroner
- Elektronene går i bane rundt kjernen som består av protoner og nøytroner
- Silisium har 4 elektroner i ytterste skallet (fullt skall er 8)
- Dette påvirker *ledningsevnen* til Silisium.
- Silisium har middels god ledningsevne; ikke metall, ikke isolator, men halvleder

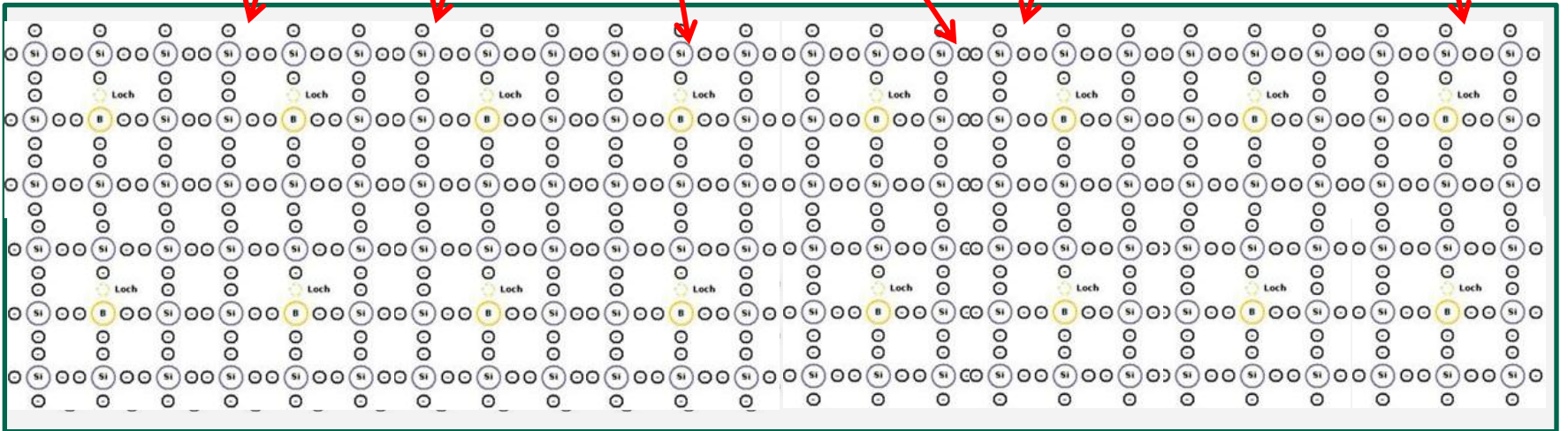
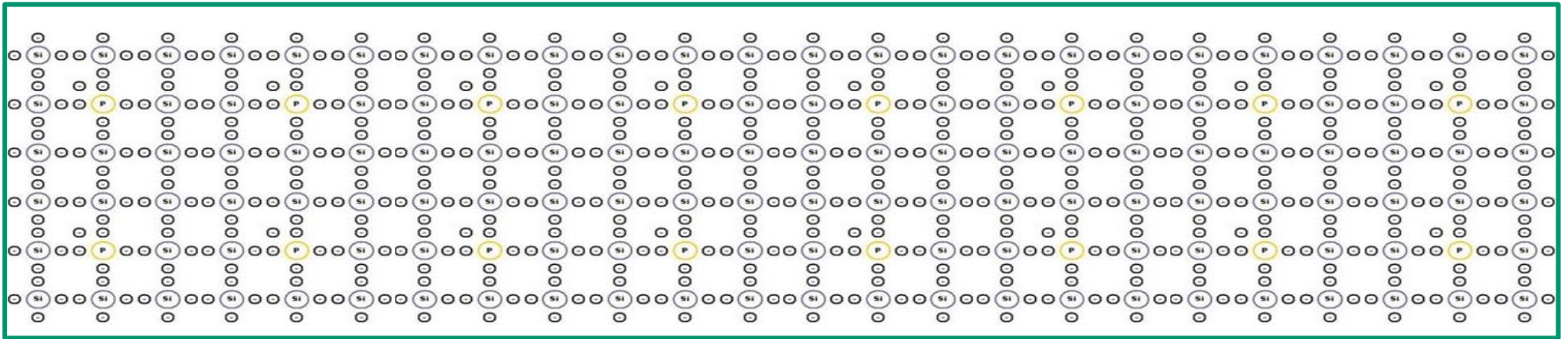


Doping av Silisium

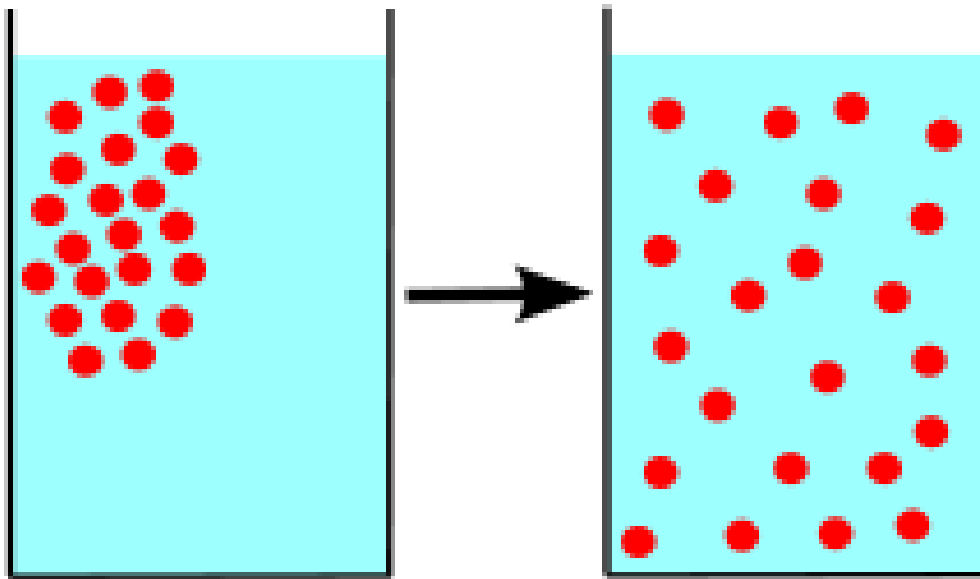


- Husk at selv om vi sier at silisium med fosfor er negativt dopet og silisium med bor er positivt dopet så er fremdeles materialet nøytralt!



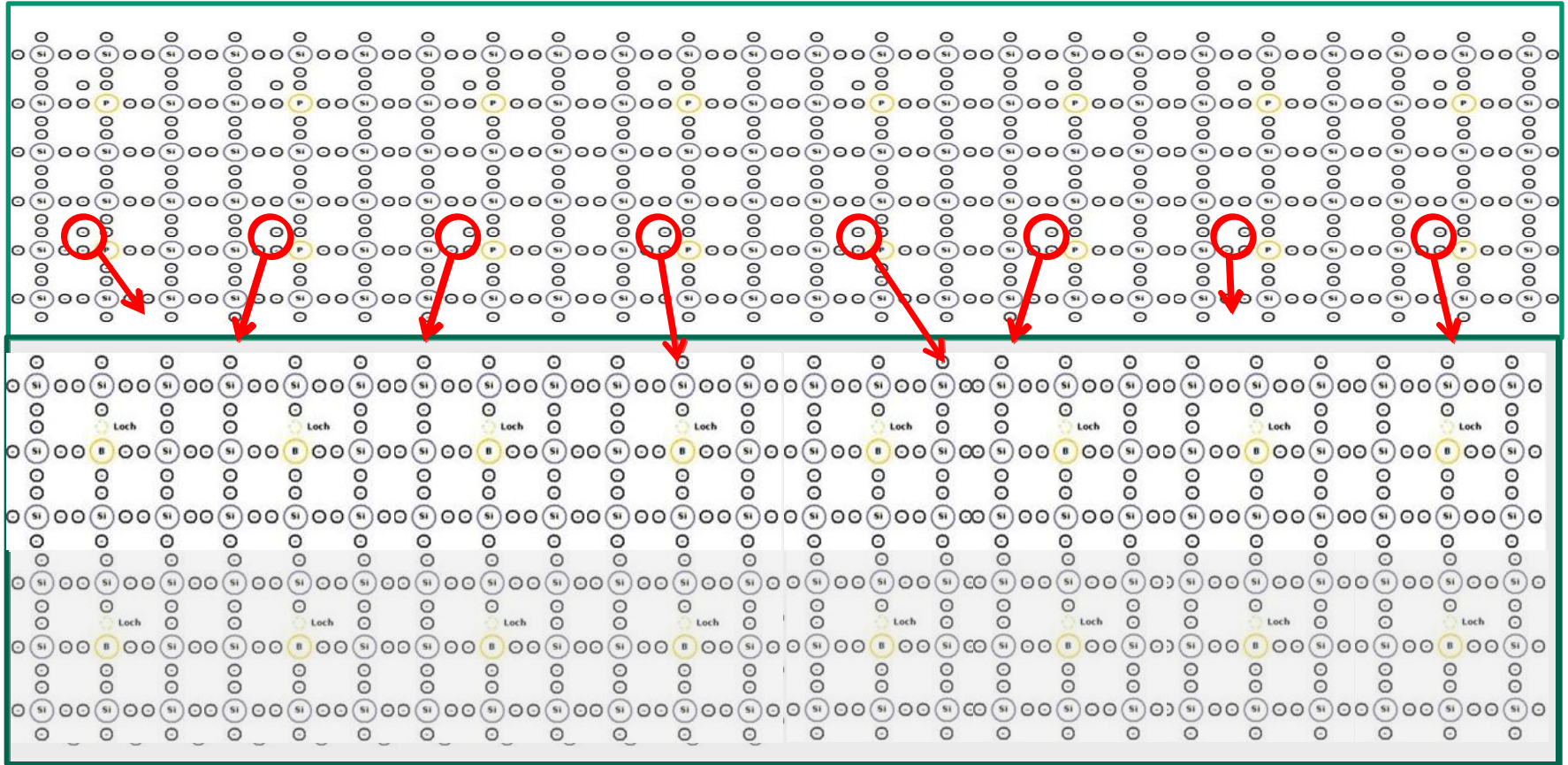


Diffusjon – fundamental naturlov



Tenk på hvordan det ser ut når man blander et glass saft.

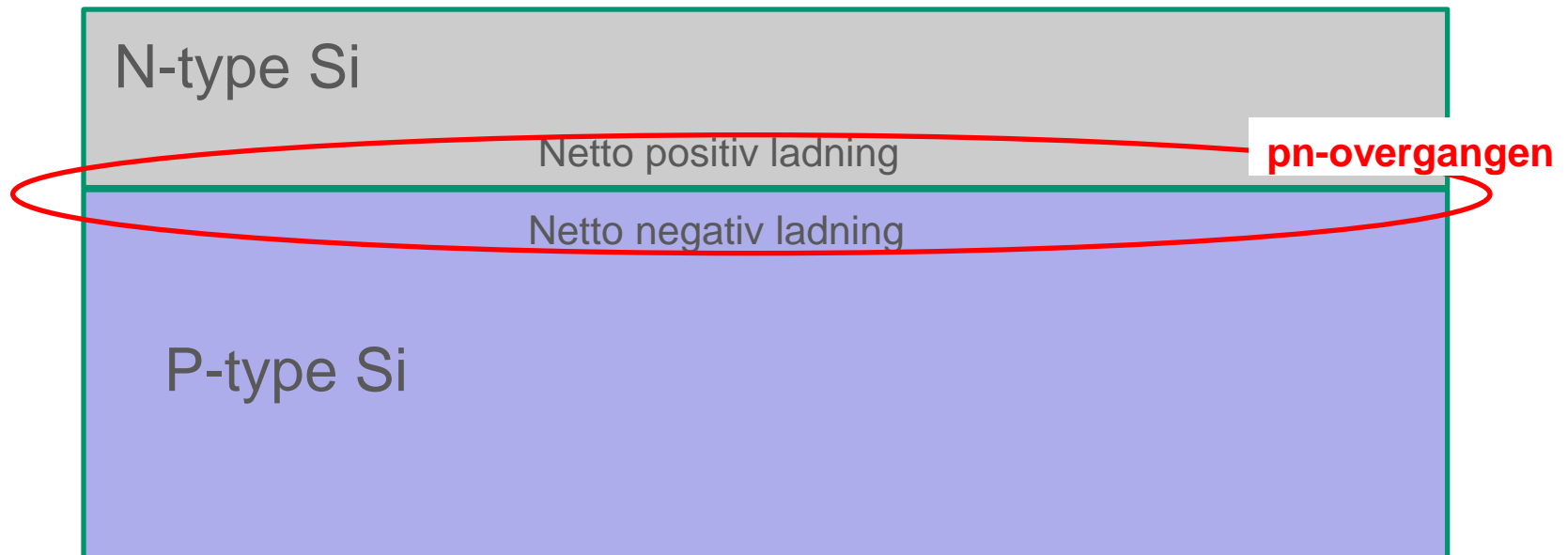
Diffusjon starter, elektronene diffunderer fra n-type materialet til p-type materialet og «faller nedi hullene».



Diffusjonen stopper fordi vi får et elektrisk felt

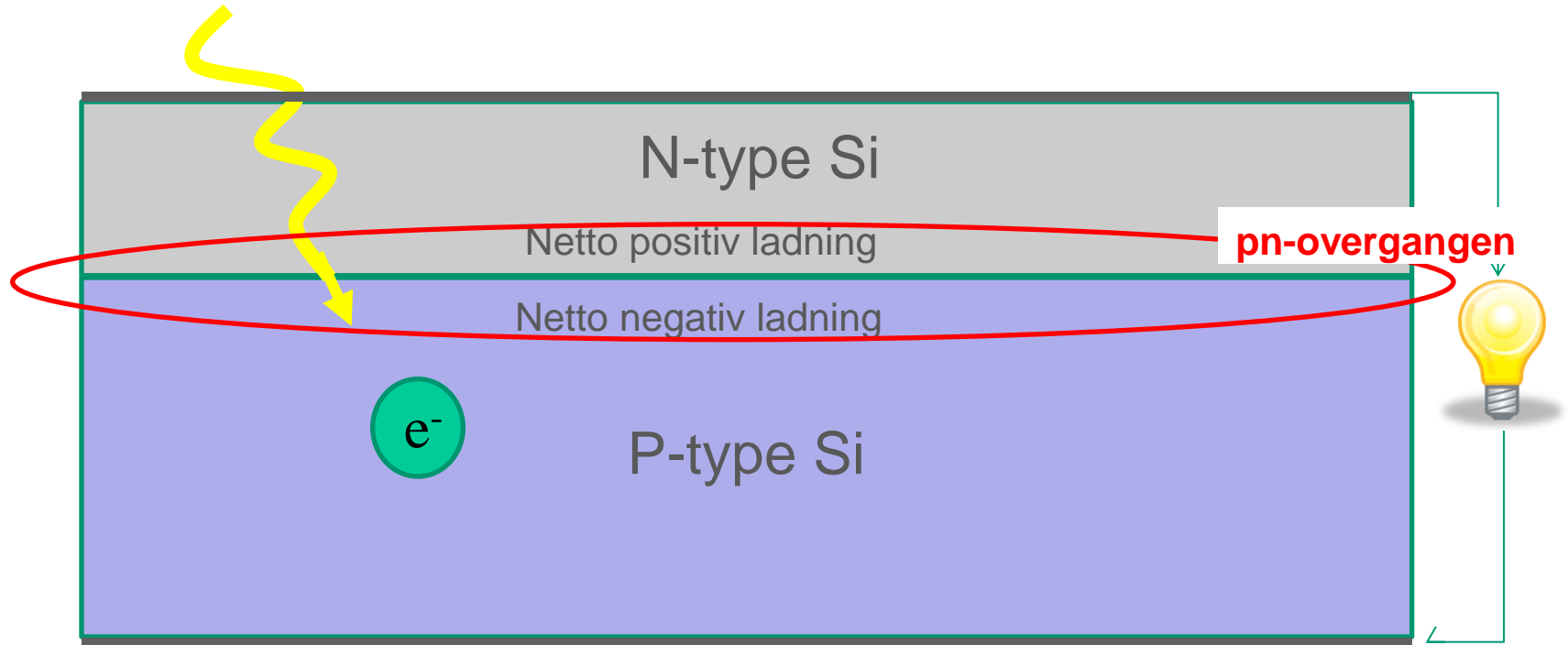
- Saften blandes helt ut... men:
- Det skjer ikke i pn-overgangen! Hvorfor ikke?
- Partiklene som blandes har elektrisk ladning!
 - Antallet elektroner er det samme som antallet protoner i kjernen.
 - Når elektronene diffunderer over til p-type materialet blir atomet de kommer fra positivt ladet, mens atomet de kommer til får et ekstra elektron og blir negativt ladet
 - **Vi får altså et elektrisk felt!**
 - **Dette hindrer videre diffusjon**

Vi har fått en silisiumskive med et elektrisk felt inni



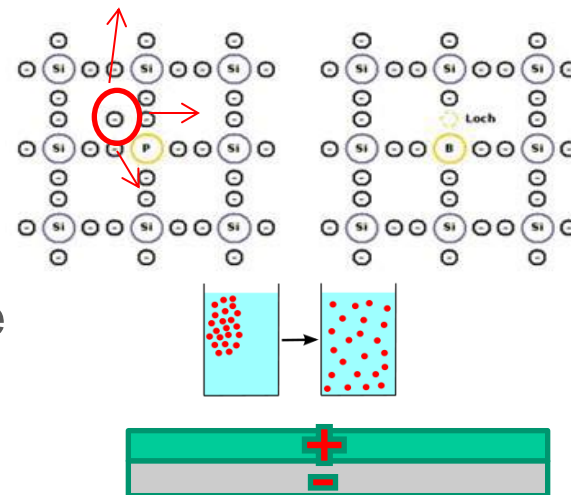
Hva hvis vi setter på lys?

Fotonet treffer et atom, tilfører energi som «slår løs» ett av elektronene slik at det ikke er bundet til krystalstrukturen lenger. Det frie elektronet, som er negativt ladet, vil bevege seg mot den positive siden av pn-overgangen.



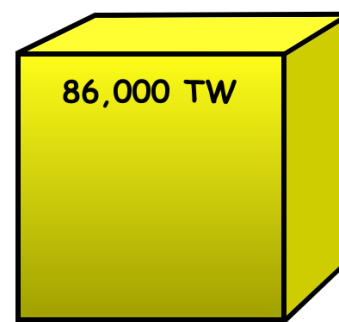
Oppsummert

1. **Doper** en silisium-skive med fosfor (n-type) på ene siden og bor (p-type) på andre siden.
2. Dopingene gir **elektroner som kan flytte på seg**.
3. Når vi setter n-type og p-type inntil hverandre begynner elektronene å **diffundere**
4. Gir et **elektrisk felt**
5. Når en **lysstråle** treffer et atom vil den tilføre energi til ett av elektronene slik at elektronet «slåes løs» fra krystallen og kan bevege seg helt fritt!
6. Alle de **frie elektronene vil dyttes i samme retning** (mot det positive) på grunn av feltet vårt.
7. Da kan vi hente ut elektronene som **strøm!**



Hvorfor solceller?

- Mange måter å skaffe strøm på – hvorfor bruke akkurat solceller?
- Enormt stor ressurs
- Vil aldri gå tom, men vare så lenge det er liv på jorden
- Gir lite CO2 utslipp
- Distribuert over hele jorda – en «rettferdig» ressurs



Solar

7.2 TW

Hydro

870 TW

Wind

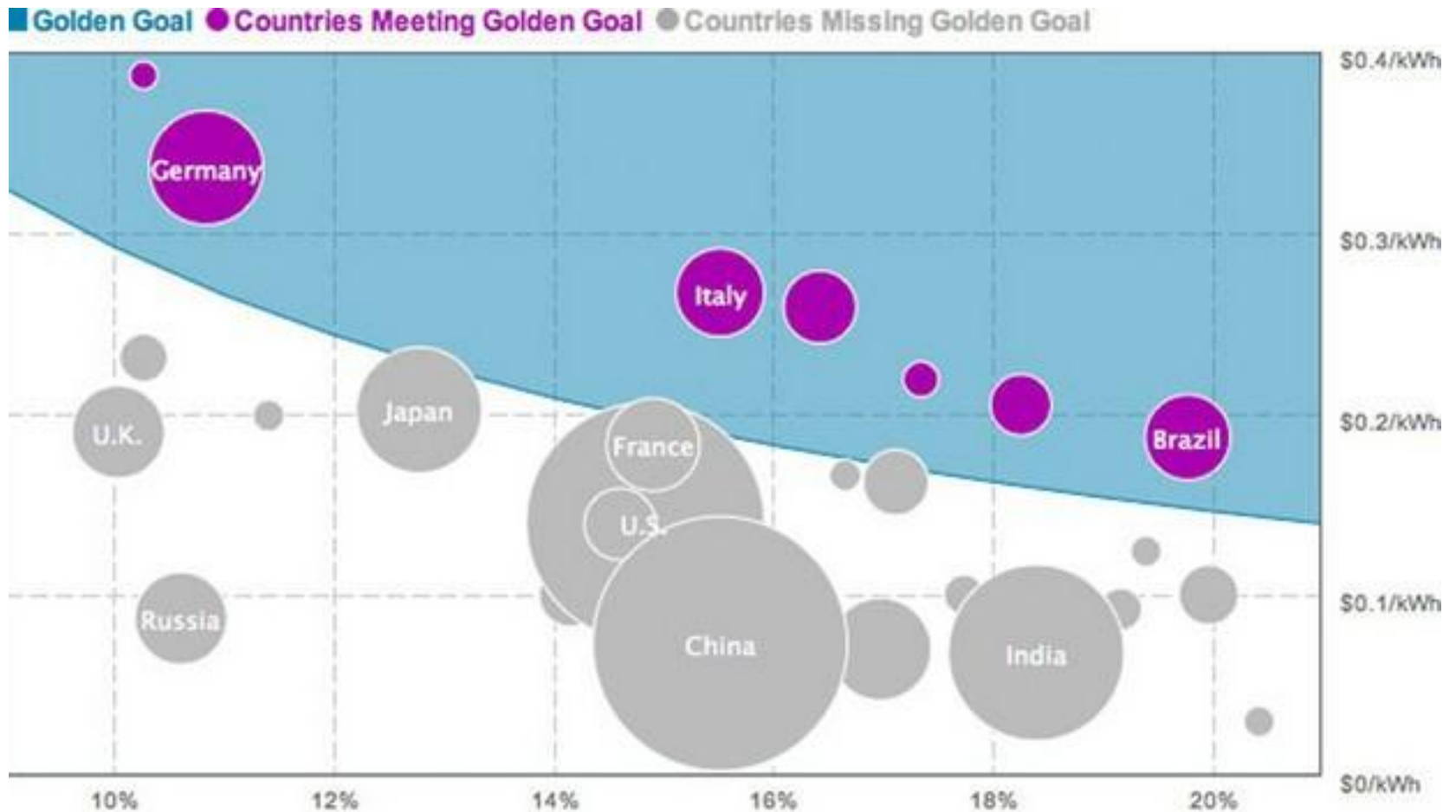
32 TW

Geothermal

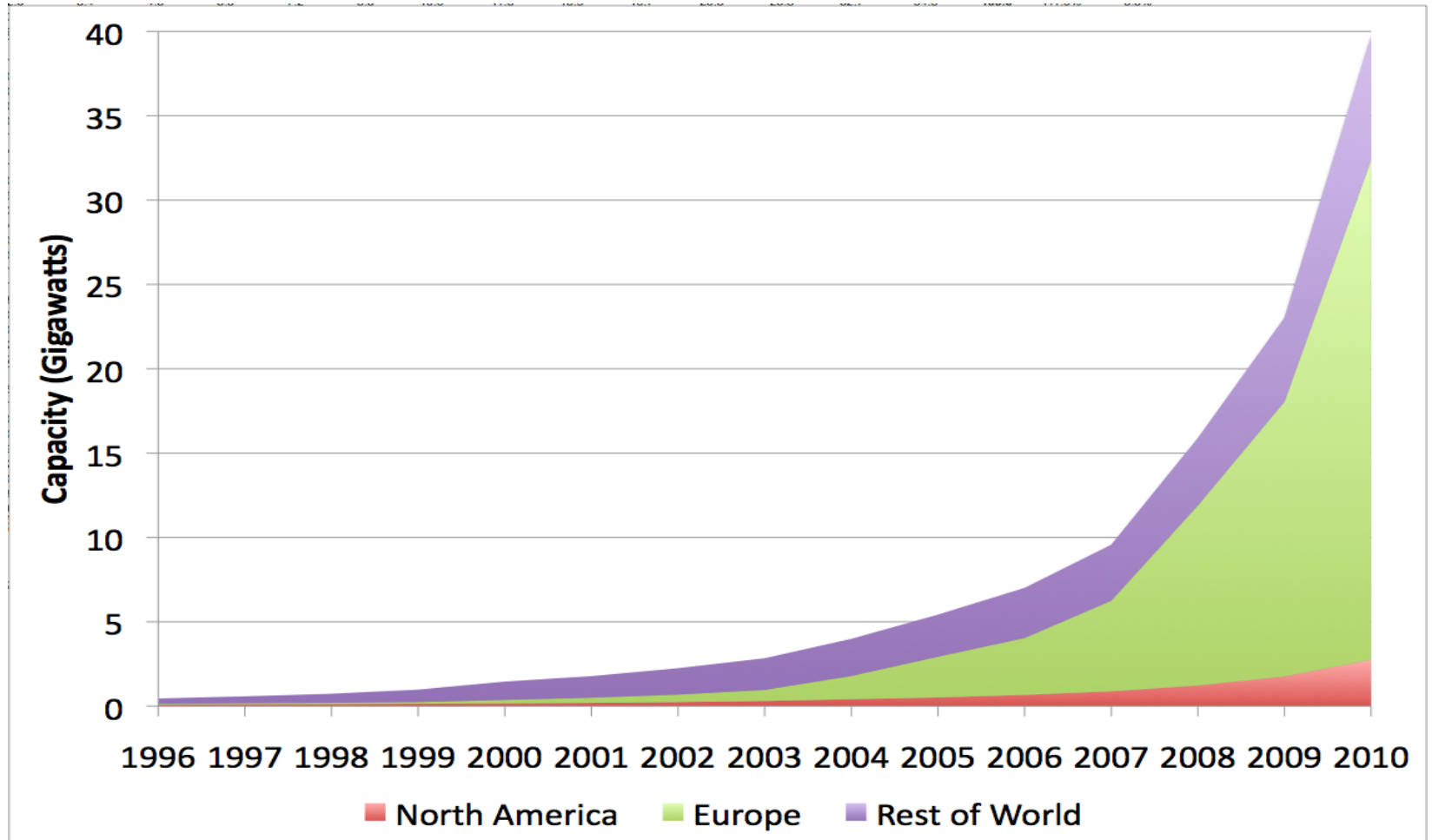
15 TW

Global Consumption

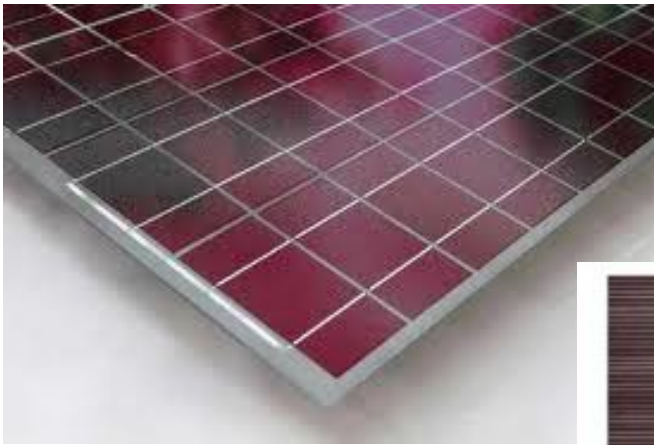
Solcellen – over 100 år!



Solcelle-industrien



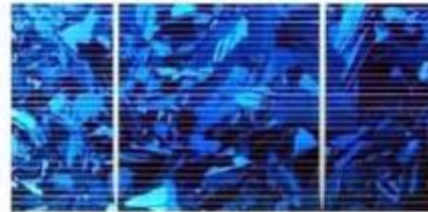
Fargede solceller!



Grey/Brown



Green



Blue



Red



Grey/Green

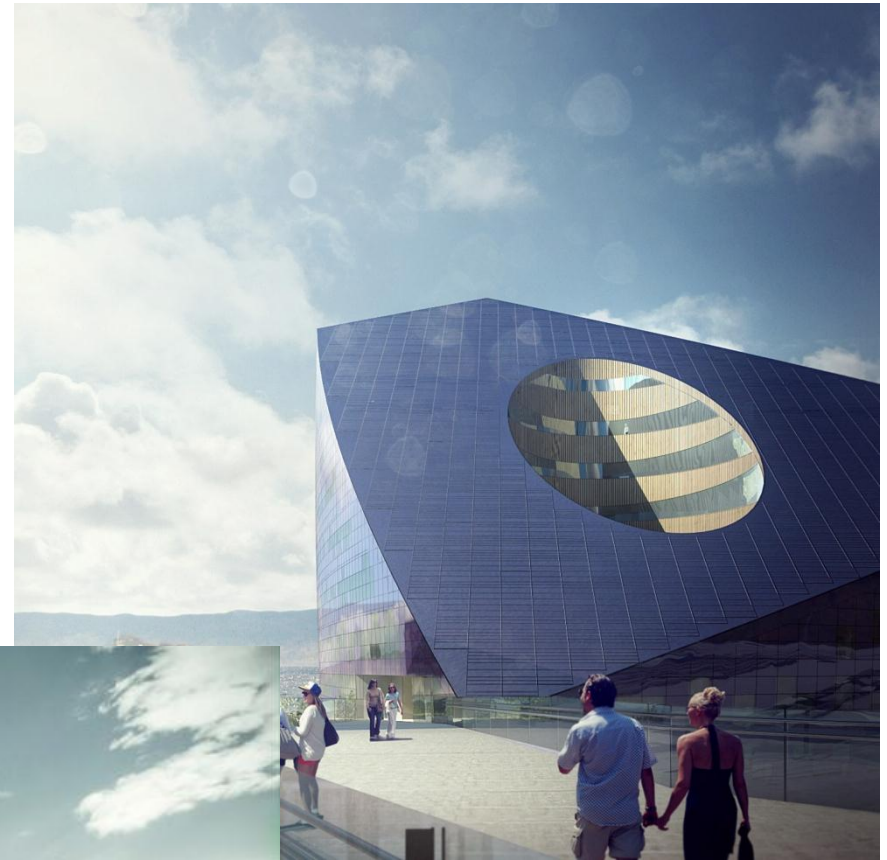


Purple

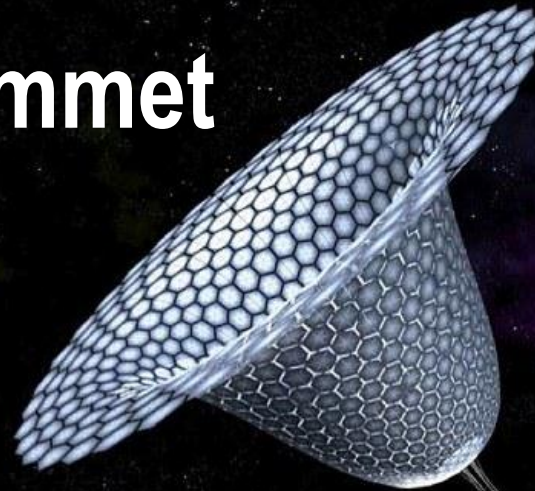
Bygningsintegreerte solceller



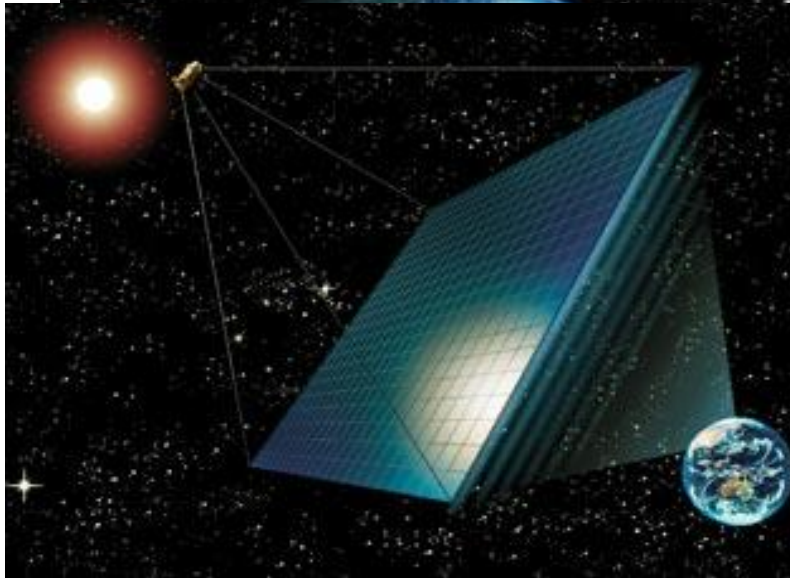
**«Powerhouse 1»
Stort nullutslippsbygg på
trappene i Trondheim
5700 m² solceller i fasader
og tak!**



Solenergi fra Rommet



Nasa's
visjon

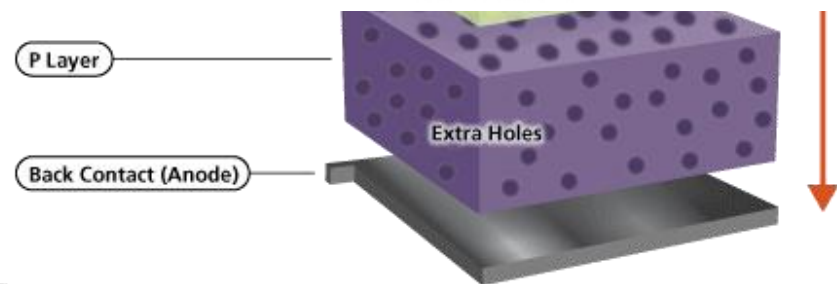
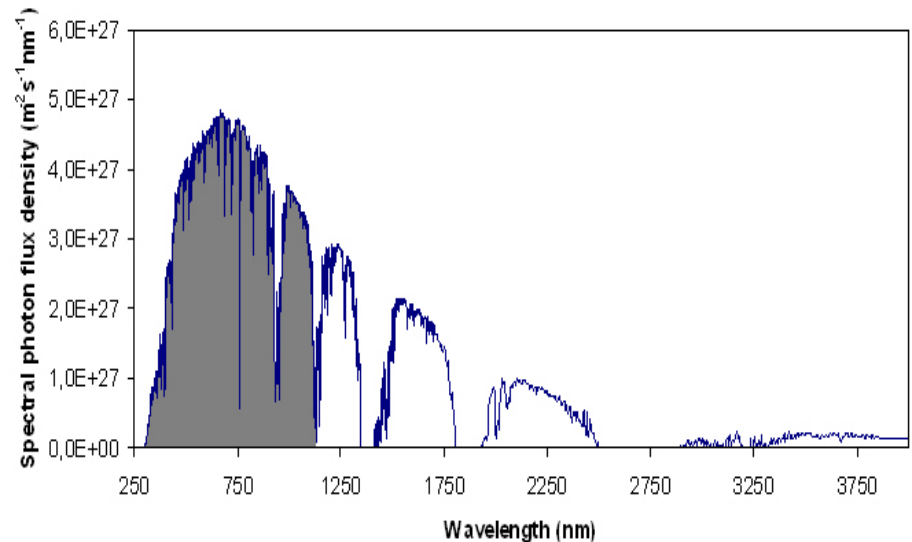


Japans
solenergisatsjonen

Silisium Solceller

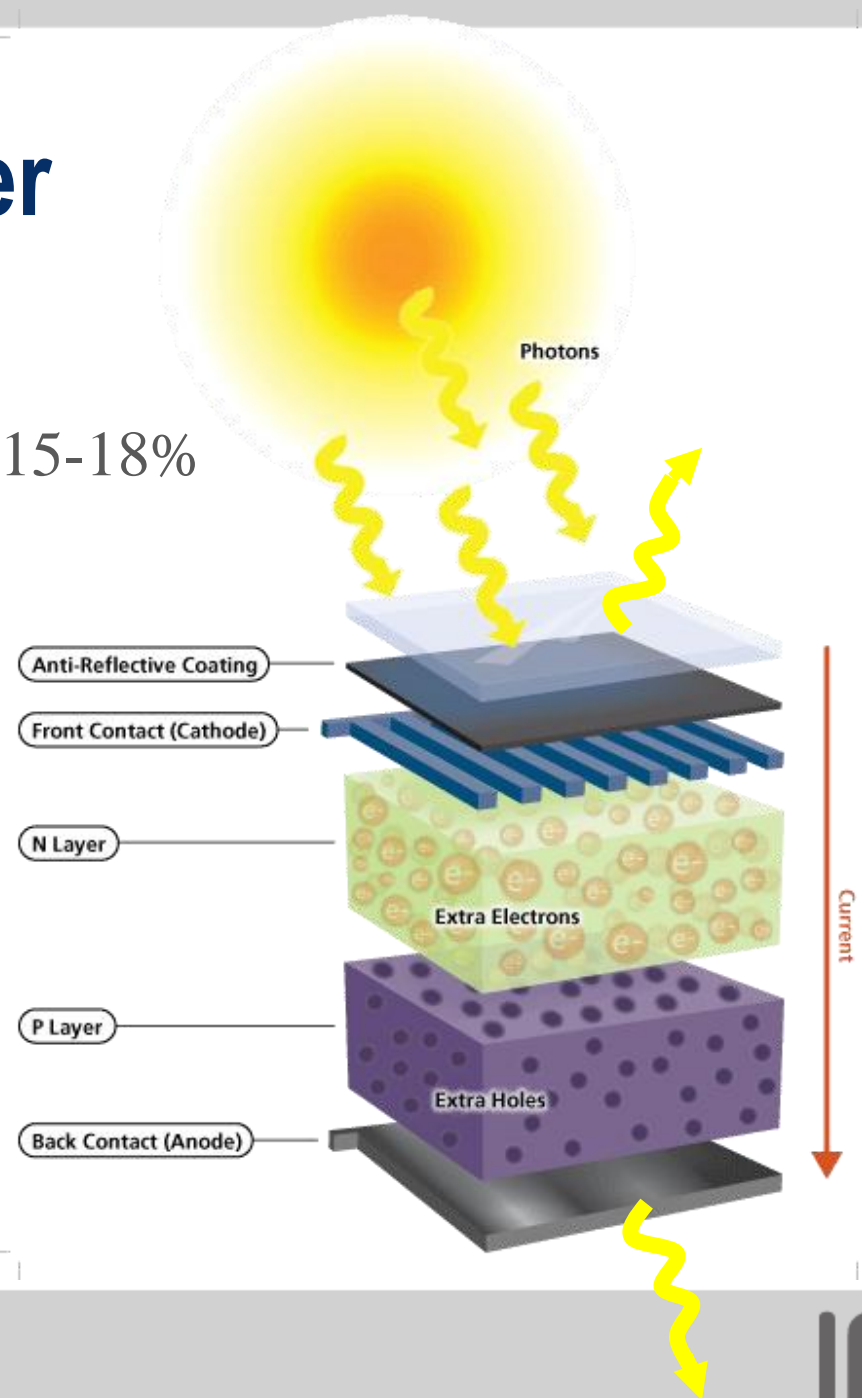
- Fundamental effektivitetsgrense: 29 %, fordi:

- Kan ikke absorbere alle fotonene
- Kan ikke bruke all energien til de fotonene som kan absorberes
- Rekombinasjon av hull og elektroner.



Silisium Solceller

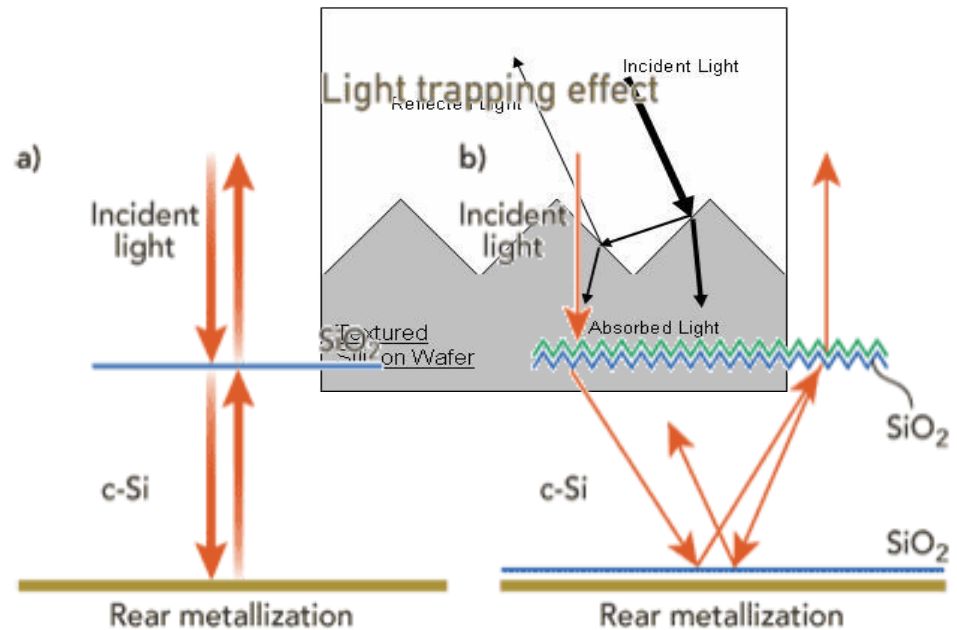
- Beste Si solcellene: 25%
- Typisk kommersiell solcelle: 15-18%
- **Absorberer ikke alle tilgjengelige fotoner!**



Lysfangning

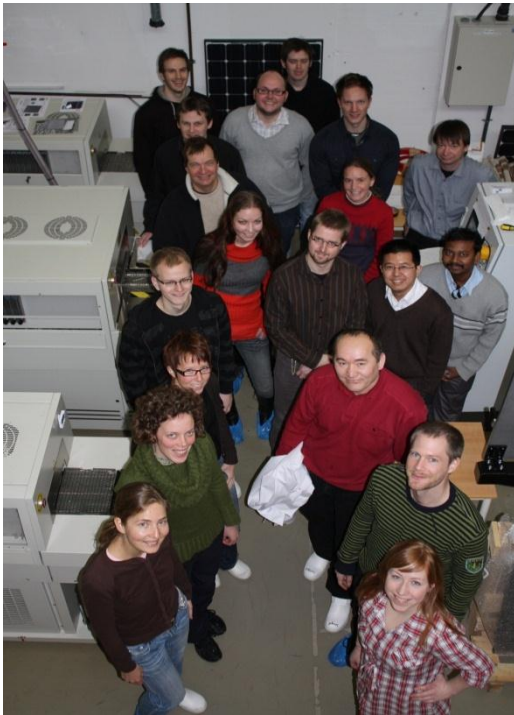
- hvordan fange fler fotoner i cella?

- Antirefleksjonsbelegg på overflaten av cellene
- Tekstur på overflagen av cellene
- Reflektor (speil) på baksiden



Er implementert, men kan forbedres!

Solcelleforskning på IFE



- Egen avdeling på IFE, hvor vi er rundt 25 personer.
- Hvorfor forske på solceller når det allerede finnes?
 - For å lage dem mer effektive og billigere å produsere slik at de kan konkurrere mot olje og gass.

Å være SOL-forsker på IFE

(fysikere, kjemikere, ingeniører)

- De fleste har en liten del av solcellen som de skal jobbe med og etter hvert blir eksperter på.
- De forskerne som har vært med lenge vil som regel ha en konkret ide om hvordan en av disse mindre delene av solcellen kan forbedres, og den nye personen skal gjerne jobbe videre med denne ideen.
- Viktig å vite så mye som mulig om ditt spesialfelt. Lese artikler om andres forskning.
- Tenke ut eksperimenter som gjør at man kan sjekke om ideen fungerer.
- Gjøre disse eksperimentene i labben
- Analysere resultatene
- Skrive en forskningsartikkel om resultatene?

Forskerjobben

- Forskjellige deler av forskerjobben - forskjellige typer mennesker:
 - best med en blanding av teoretikere og praktikere
 - noen mest på kontor, andre mest i labben, noen 50-50
- Noen nyttige egenskaper:
 - Kreativitet
 - Sans for detaljer
 - Like og «grave seg ned» i noe (skolens prosjektoppgaver ligner litt).
 - Praktisk sans; sette ting sammen

Antirefleksjonsbelegg

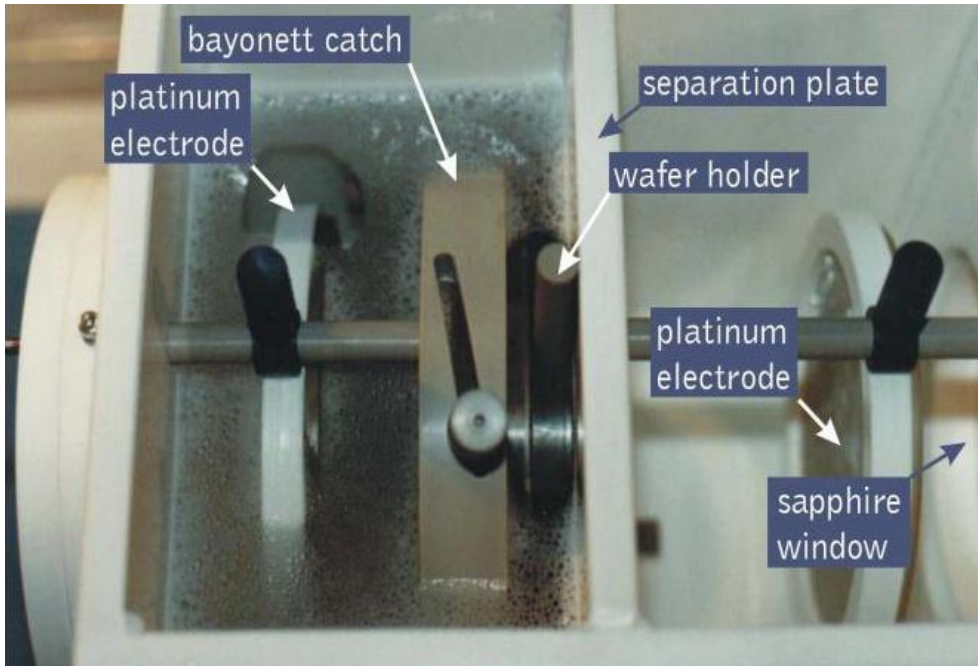
- Jo mindre forsiden av solcellen reflekterer, jo bedre er det!
- Forskjellen i brytningsindeks avgjør hvor mye en flate reflekterer.
- Antirefleksbelegg kan være forskjellige tynne filmer som har brytningsindeks mellom silisium og luft

Porøst silisium

-Silisium med luftporer

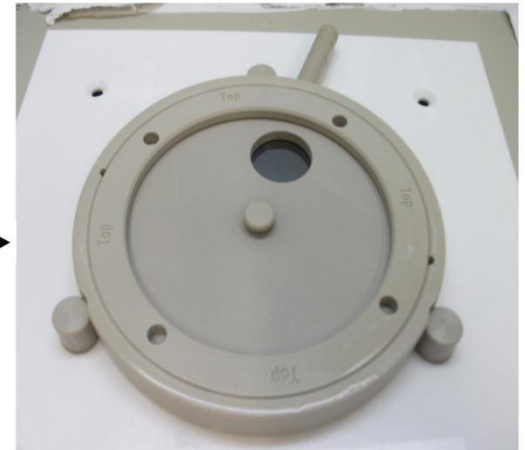
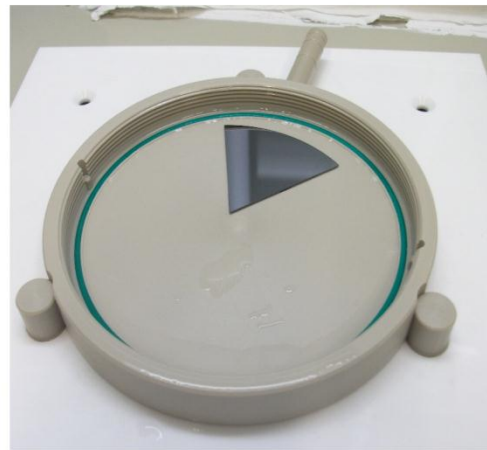
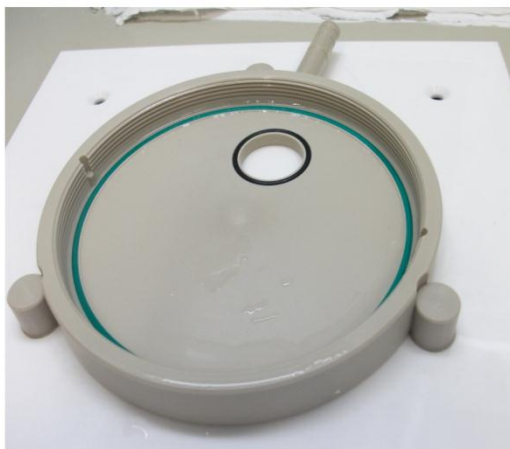
- Lages ved å etse bort silisium
- Gir en brytningsindeks mellom luft ($n=1$) og silisium ($n = 3.5$)
- Kan brukes som antirefleksbelegg!
- Modellere \rightarrow etse \rightarrow karakterisere \rightarrow forbedre modellen...



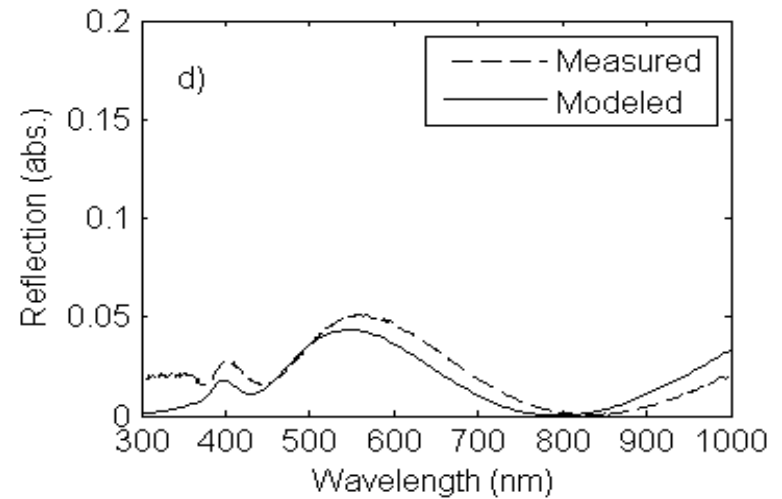
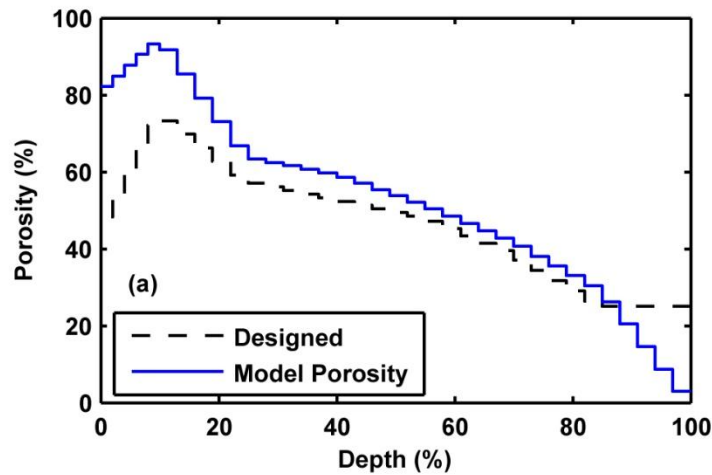
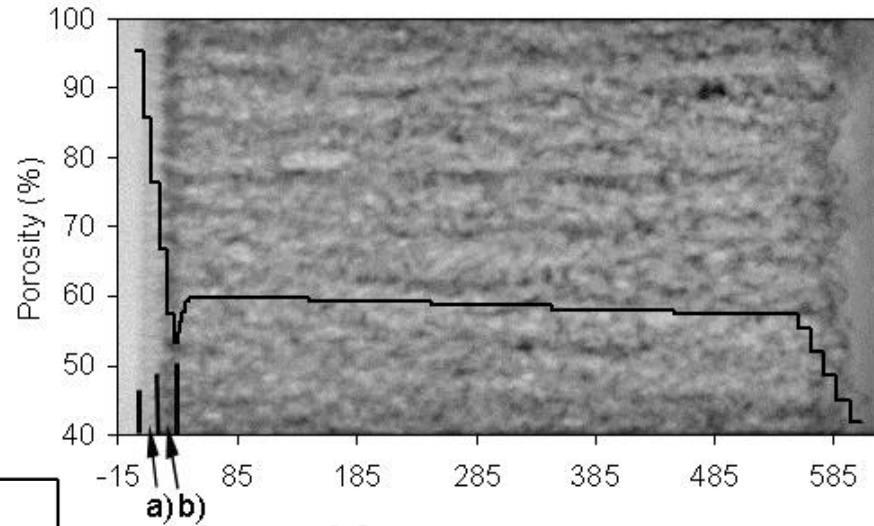
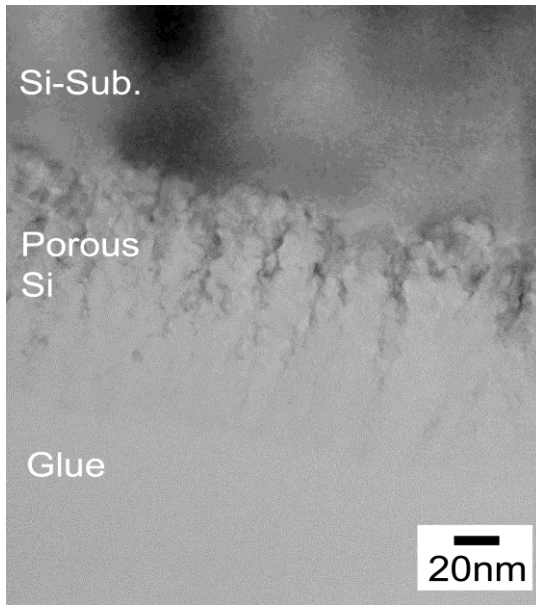


Å lage porøst silisium

Elektrokjemisk etsing:
Etanol, HF + påsatt strøm

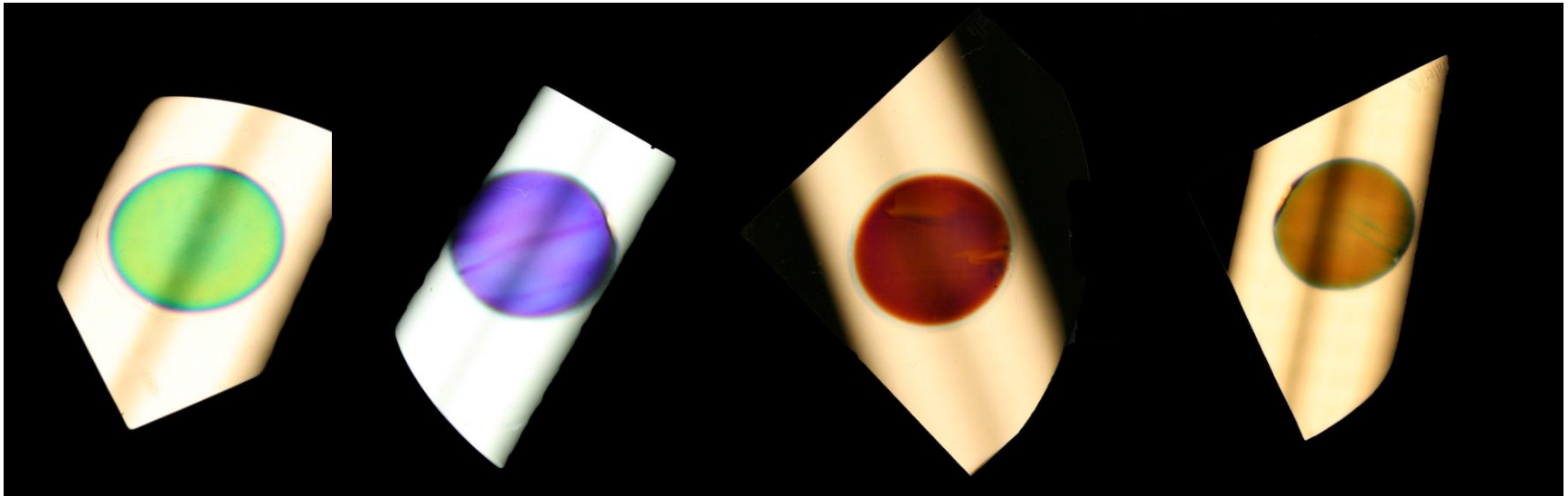


Karakterisere



Potensielt resultat: designer celler

- attraktivt for bygningsintegreert PV



Reflectance:
7.4%

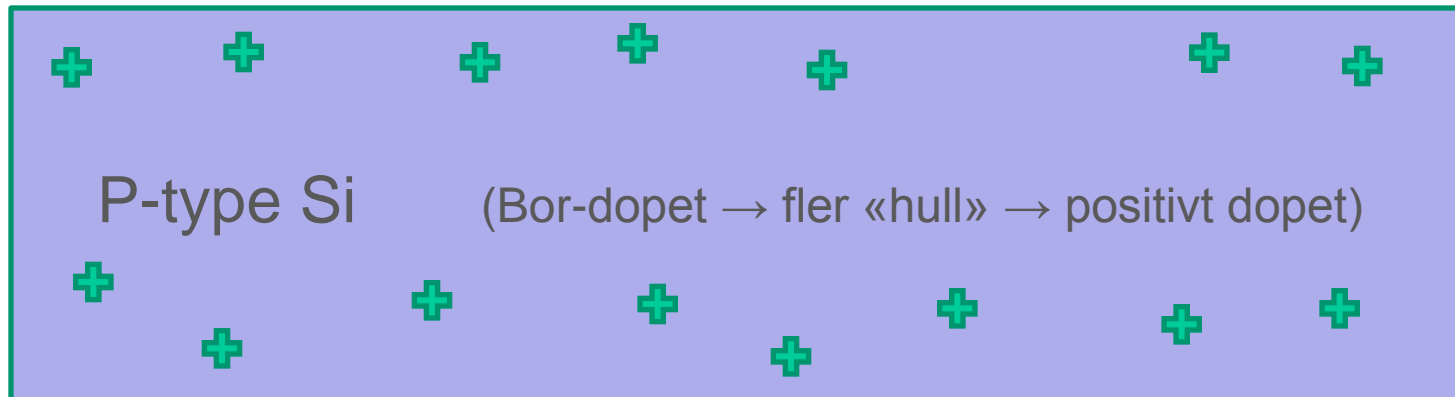
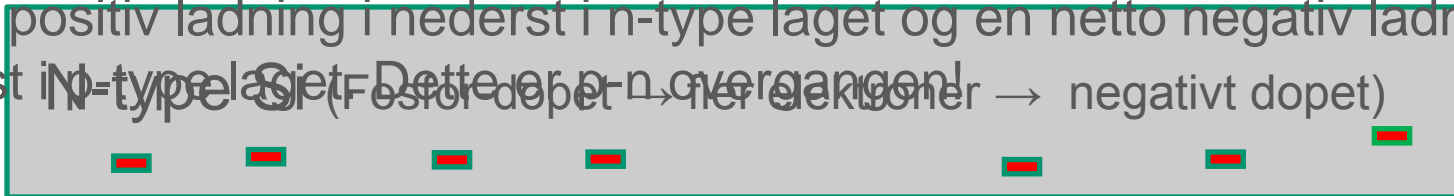
Reflectance:
3.0%

Reflectance:
4.2%

Reflectance:
2.2%

Setter p og n type sammen

I grensesjiktet mellom p og n type materialet vil de bevegelige elektronene *diffundere* fra n-type til p-type og legge seg i de ledige hullene. Da får vi en netto positiv ladning i nederst i n-type laget og en netto negativ ladning øverst i p-type laget. Dette er p-n overgangen.



For mer informasjon se www.ife.no