

# Kvantpricksjakten







Vi tar oss in  
i nanovärlden...



# Nanoscale

1 nanometer = en miljondels millimeter =  $10^{-9}$  m

# Nanoscale - exempel

Benjamin Franklin

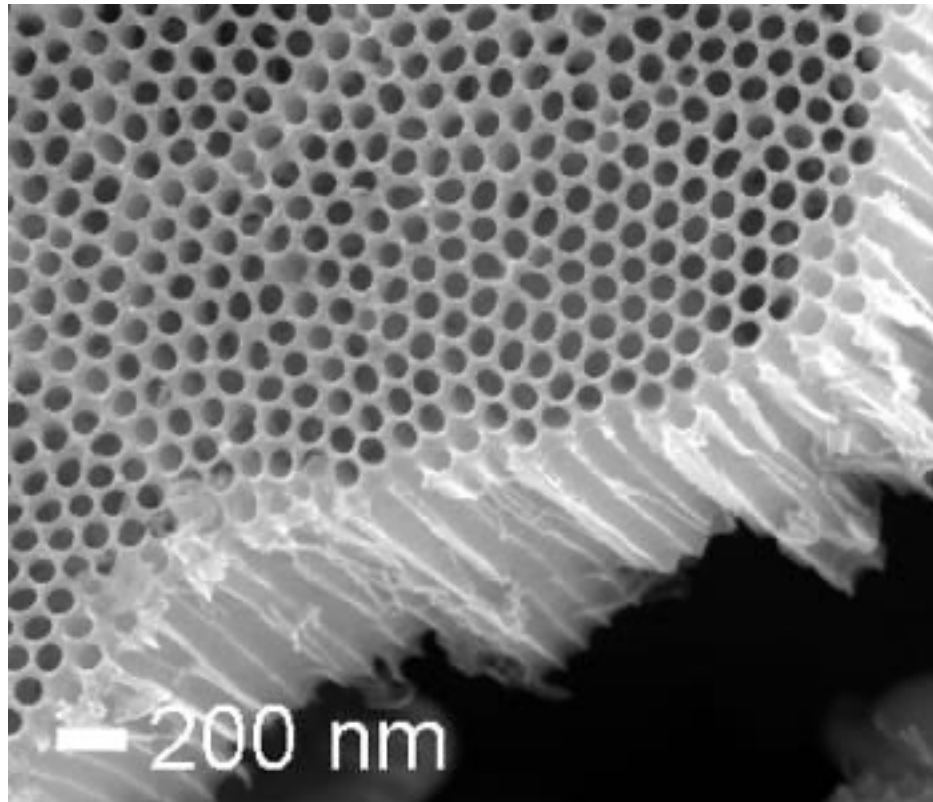


1 tesked olja täcker över 2000 m<sup>2</sup>  
**= 2.5 nm tjock!**

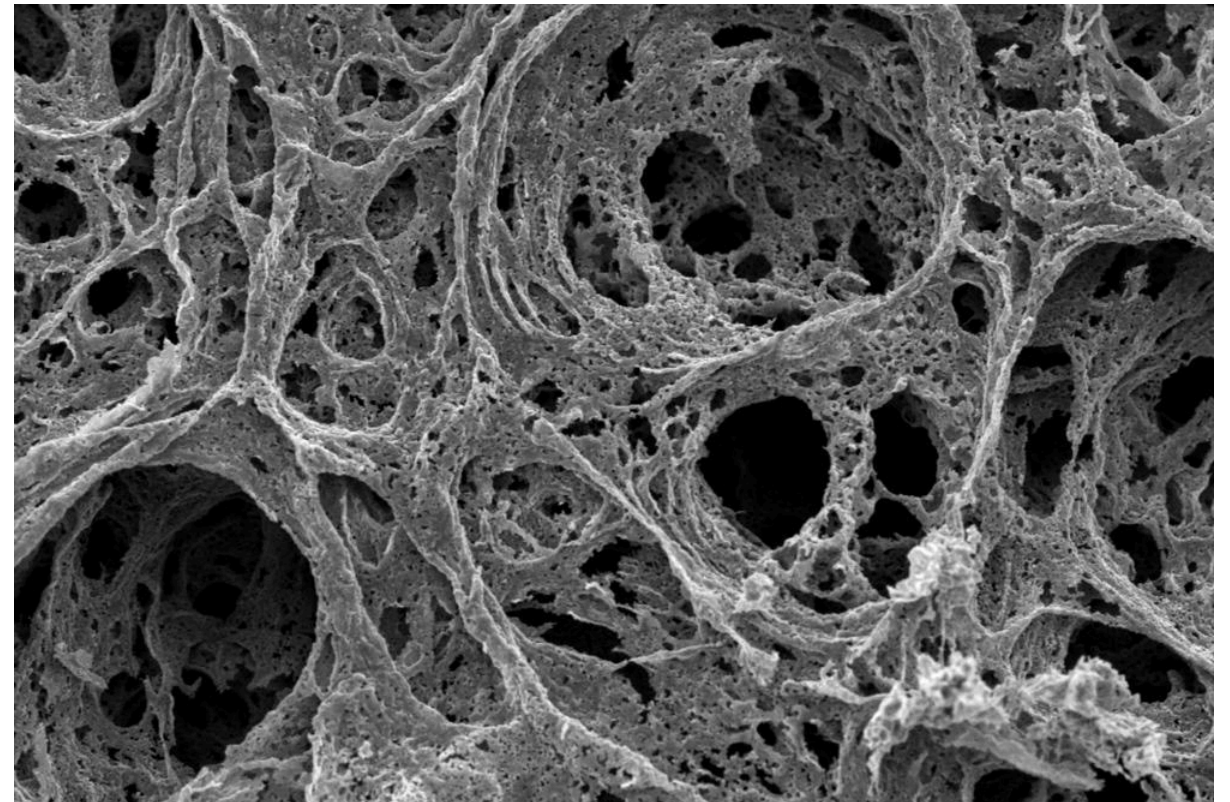


# Nanoscale - exempel

nanoporösa nanomaterial – ytarea flera tusen m<sup>2</sup> per g!



källa: Advanced Science News



källa: azonano.com



# Kvantprickar

- En nanopartikel är en partikel  $< 100$  nm
- En kvantprick är en nanopartikel  $< 10$  nm



En kvantprick är en kristall som ofta bara består av några tusen atomer. Storleksmässigt förhåller den sig till en fotboll, som en fotboll förhåller sig till jorden.

# Nobelpris i kemi 2023

- *belönades för ”upptäckten och utvecklingen av kvantprickar, nanopartiklar som är så små att storleken styr deras egenskaper”*
- **Moungi G. Bawendi, Louis E. Brus och Aleksey Yekimov**





# Tillämpningar av kvantprickar

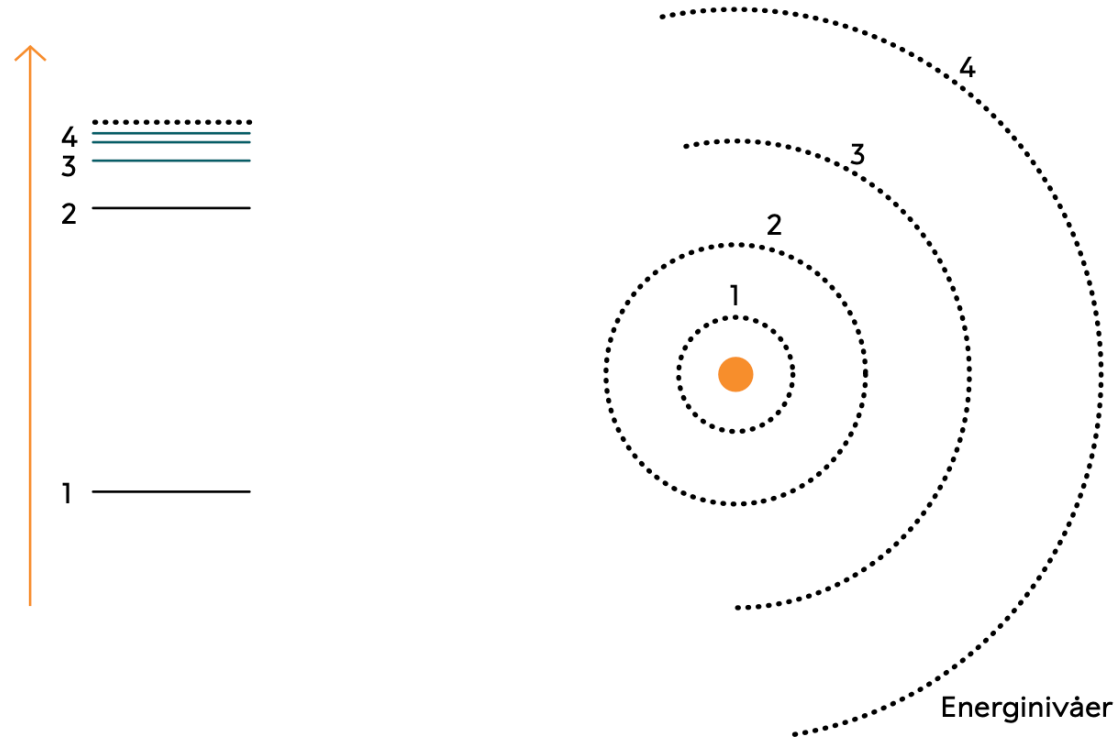
- Datorskärmar och TV-skärmar
- LED-lampor
- Kartlägga biologisk vävnad
- solceller



Källa: Nature Biotechnology 22, 969-976 (2004)

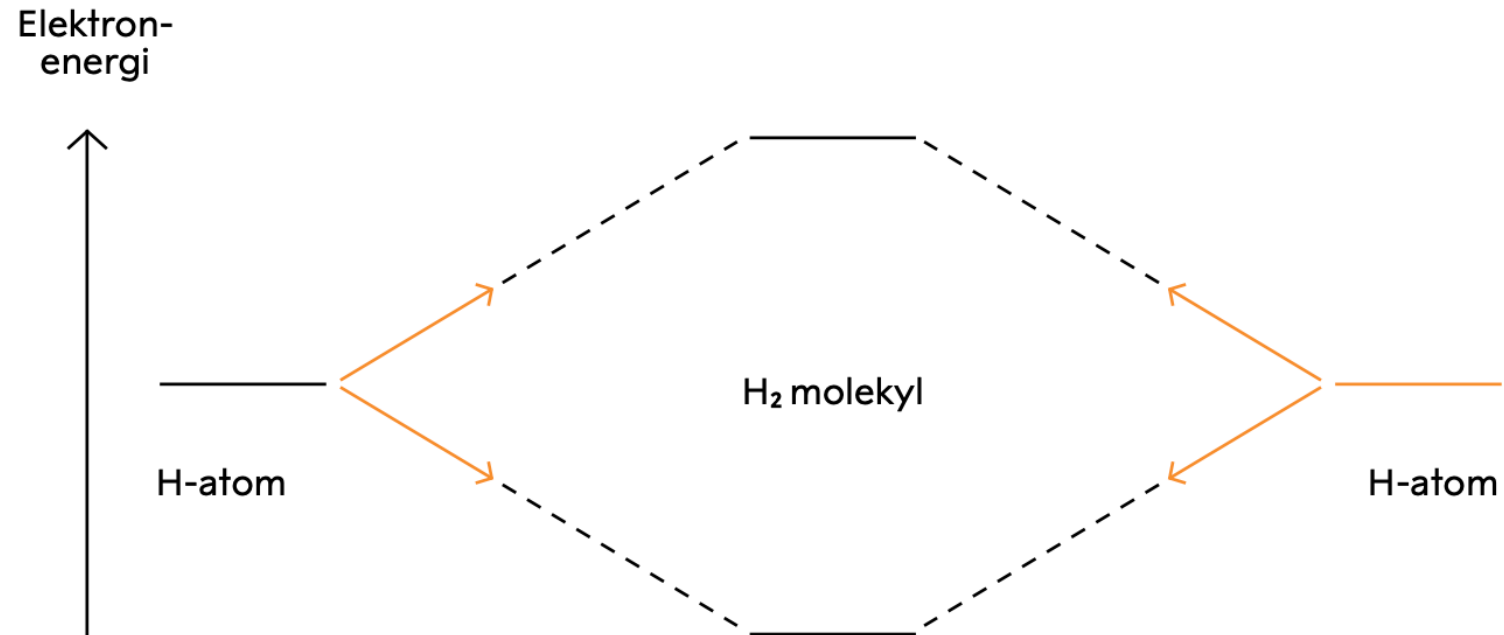
# Materiens elektroniska struktur

- Energinivåer och band



En modell av elektronerna i en atom och ett energidiagram för elektronernas energinivåer. Normalt befinner sig elektronen närmast kärnan. Endast när elektronen exciteras kan den hoppa upp till en högre energinivå.

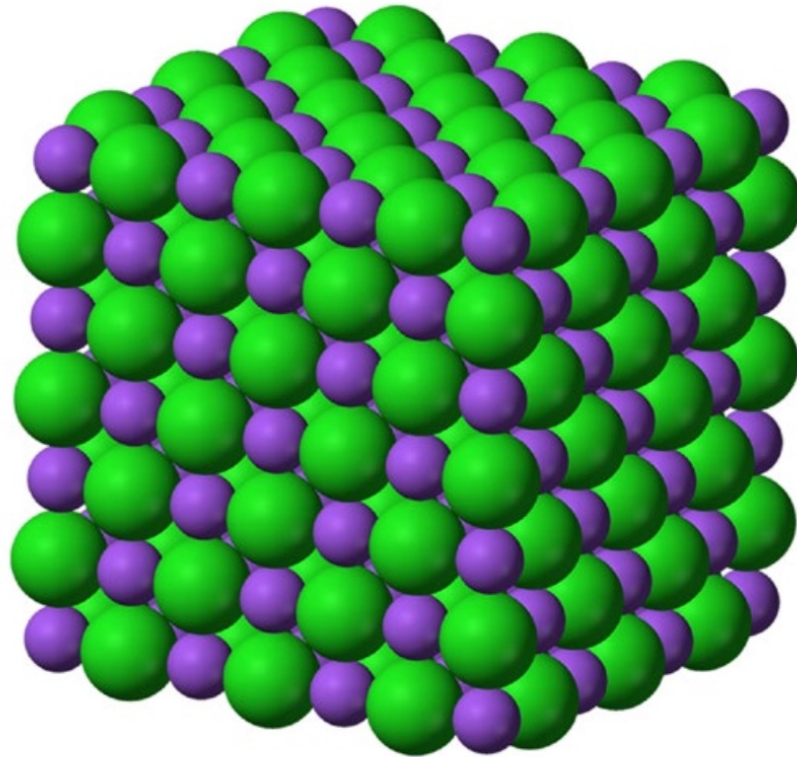
# Materiens elektroniska struktur



Energidiagrammet visar hur energinivån i två väteatomer bildar två nya energinivåer i en H<sub>2</sub>-molekyl.

# Materiens elektroniska struktur

- kristaller



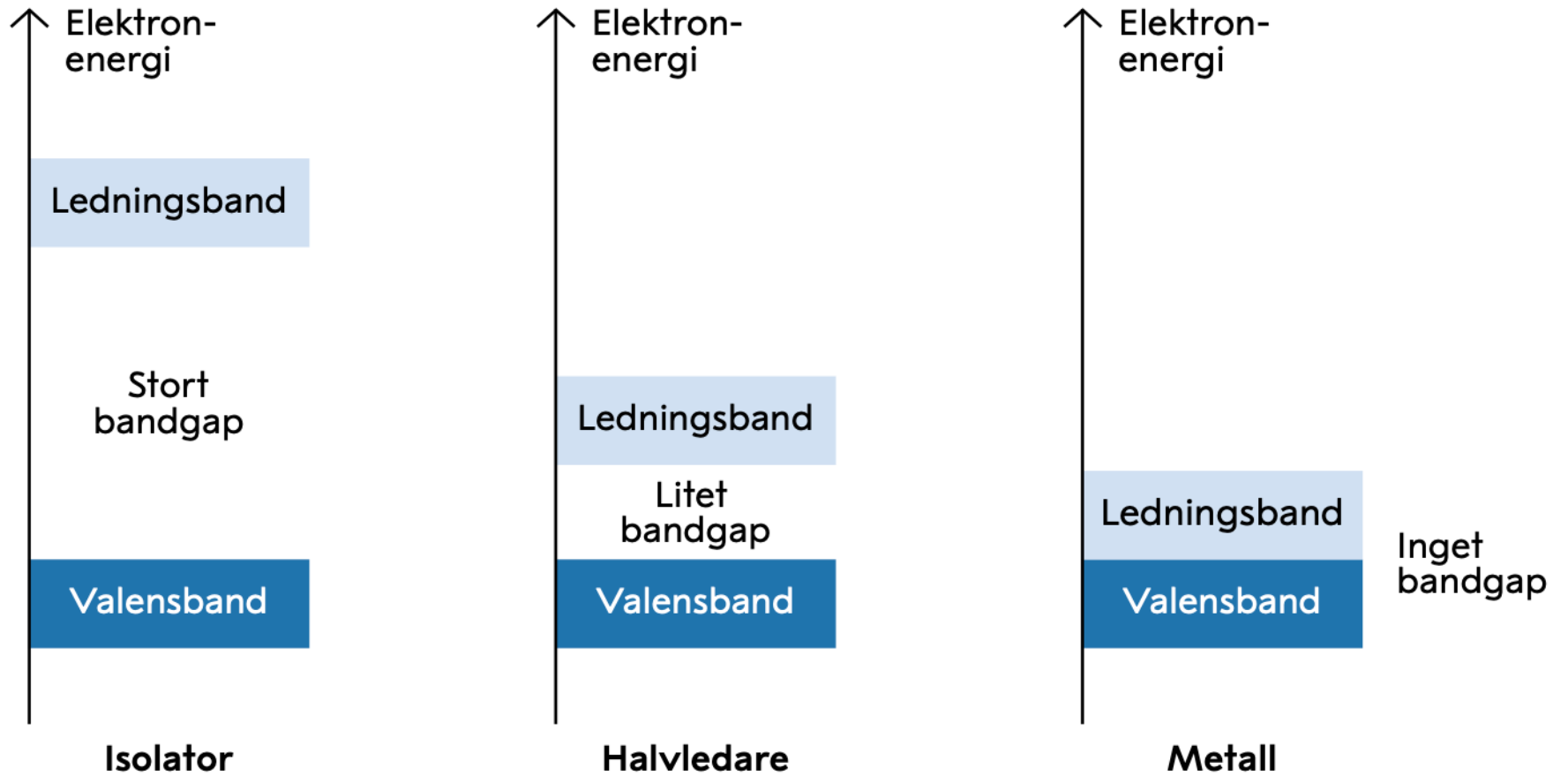
Kristallstruktur av bordssalt. Natrium-  
klorid: natrium i lila och klor i grönt.

KÄLLA: WIKIPEDIA.ORG

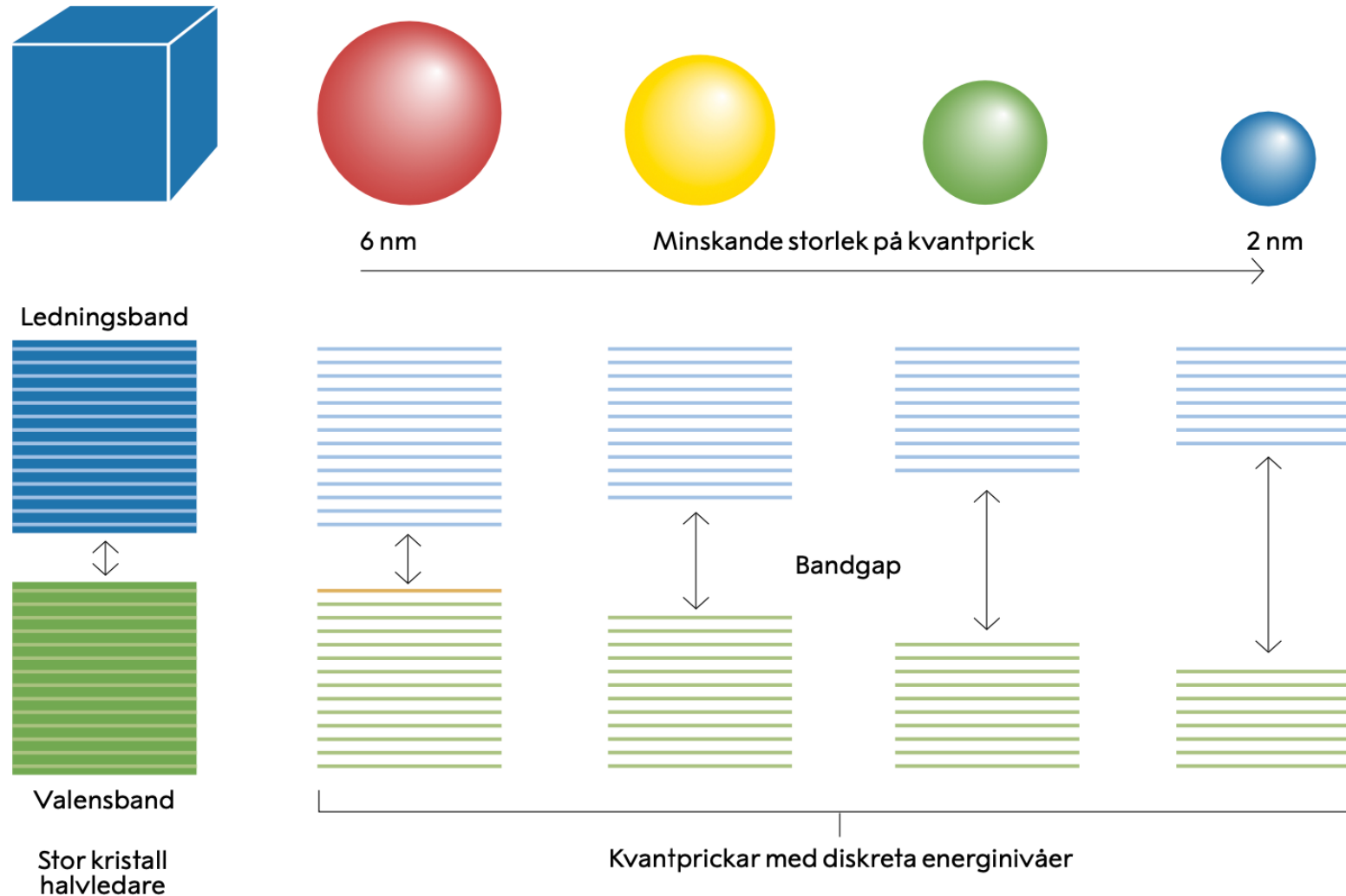


# Materiens elektroniska struktur

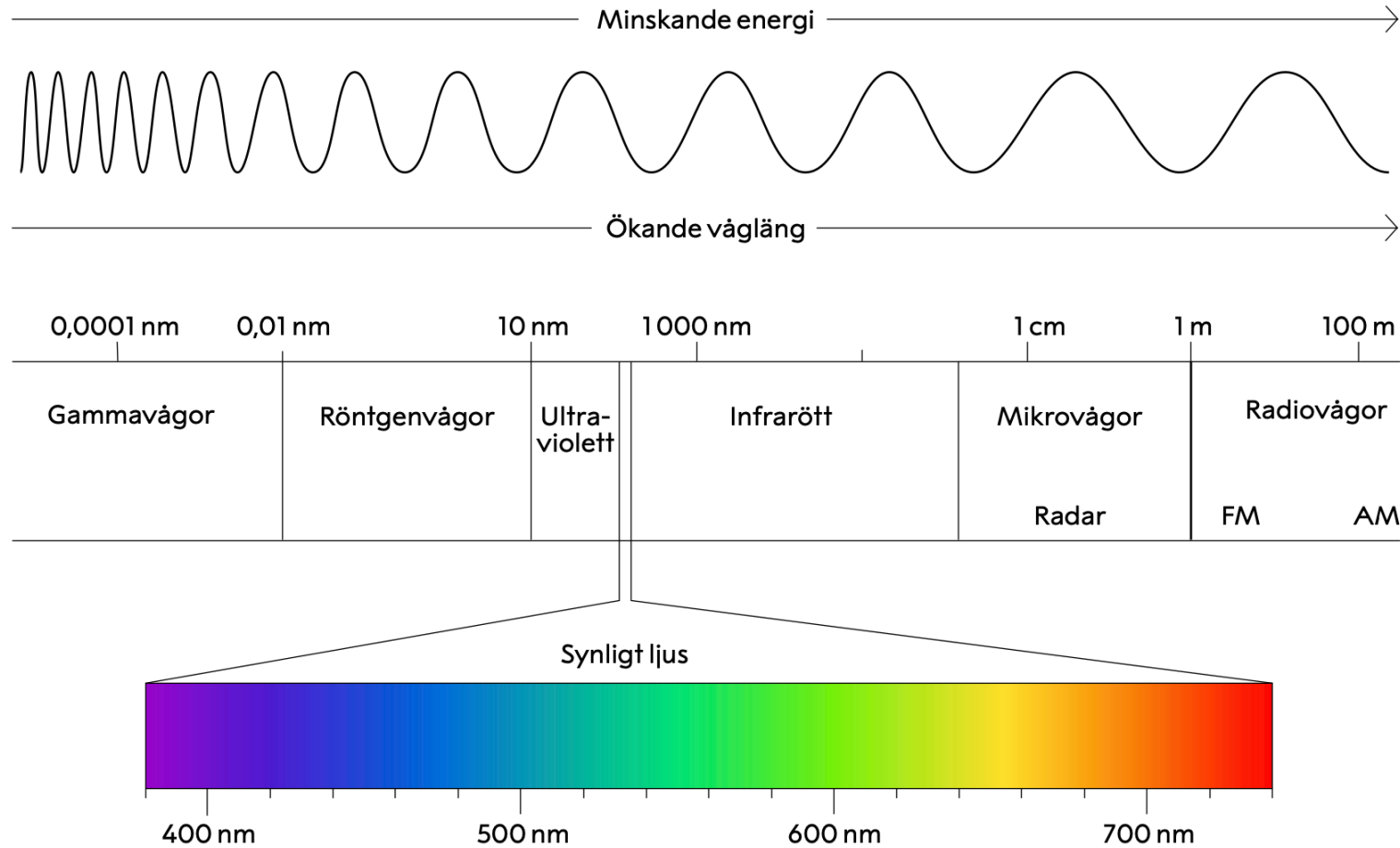
- kristaller



# Elektroner i kvantprickar - kvanttunnslutning



# Det elektromagnetiska spektrumet



# Fotoluminescens

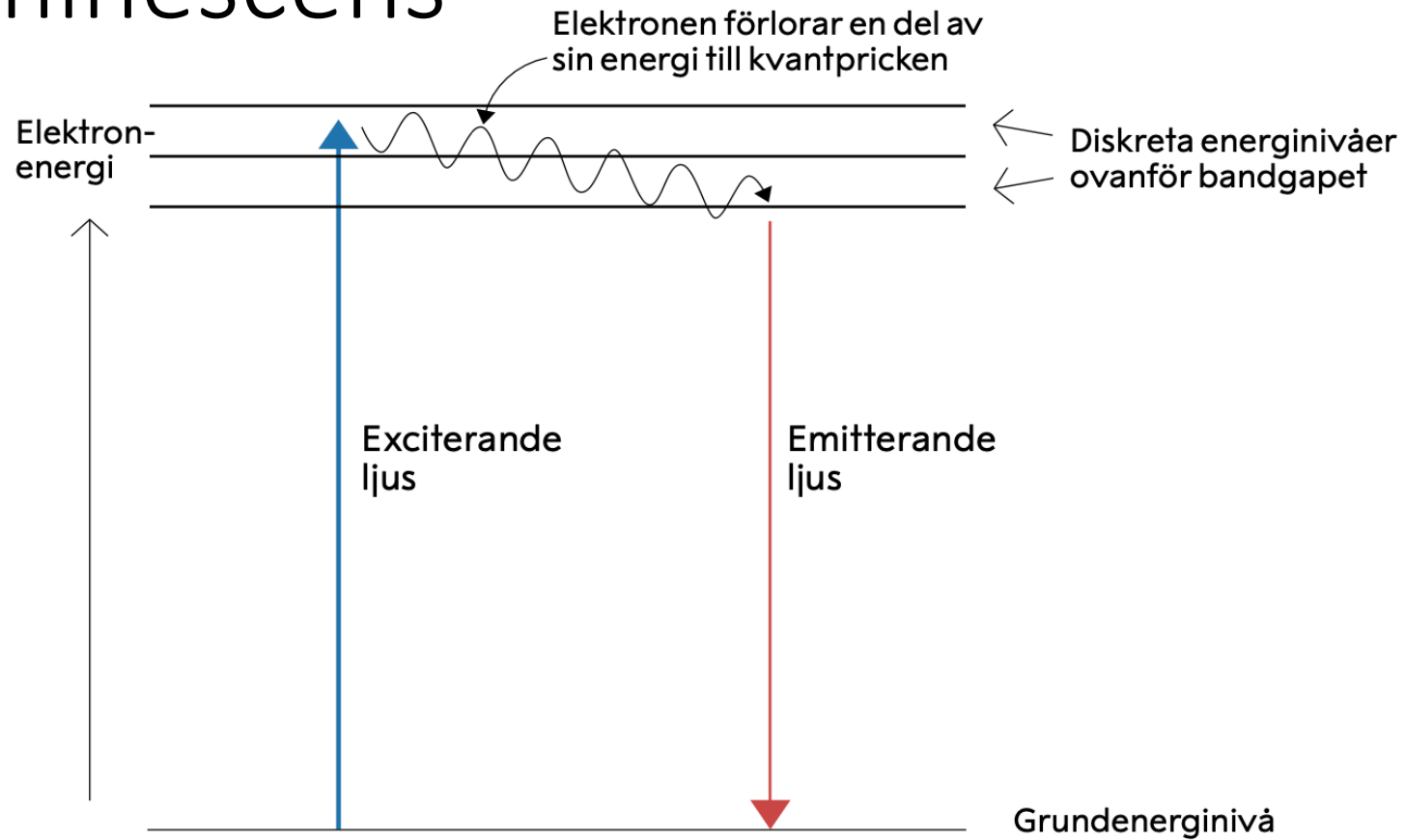
- fluorescens
- fosforescens



Källa: wikipedia

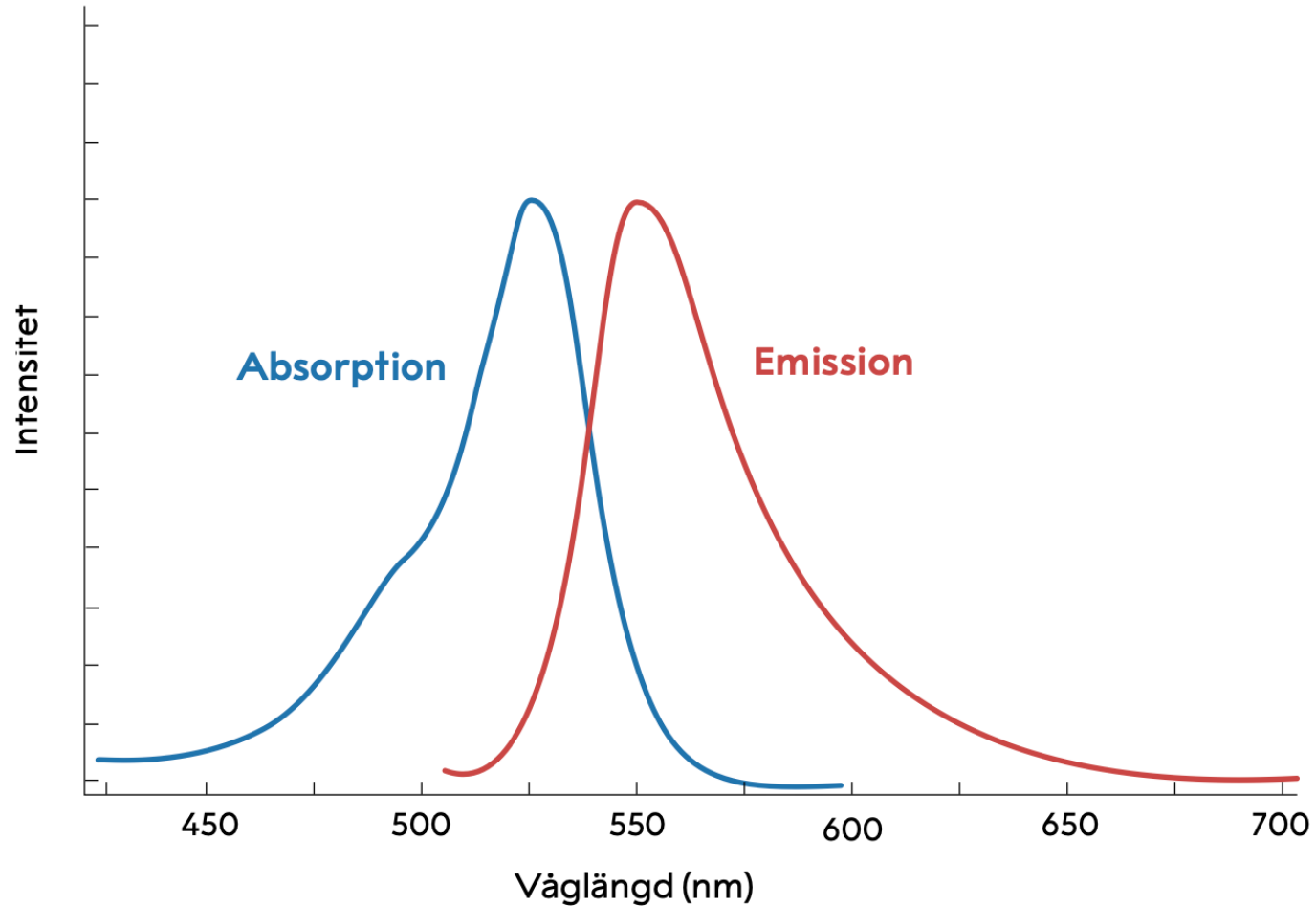


# Fotoluminescens



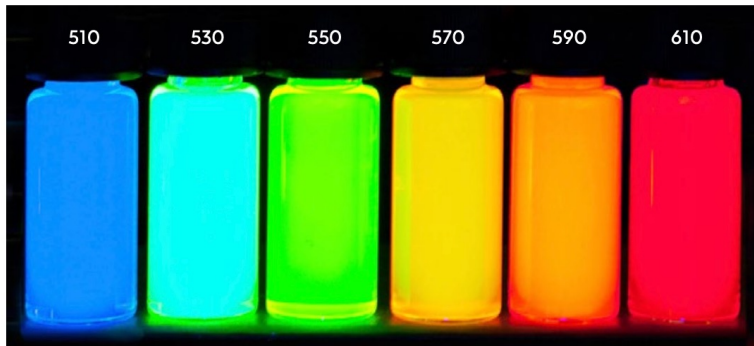
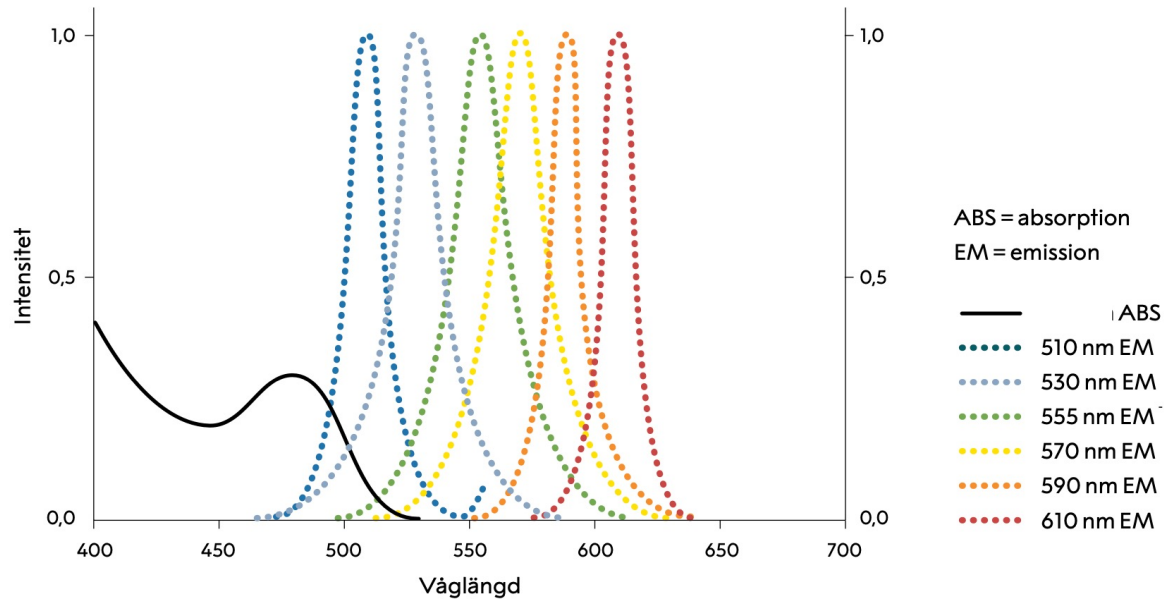
Processen med fotoluminescens i en kvantprick visar hur en elektron exciterad till en högre energinivå av blått ljus i ett senare skede emitterar rött ljus när elektronen återgår till sitt ursprungliga energitillstånd.

# Fotoluminescens – fluorescerande molekyl

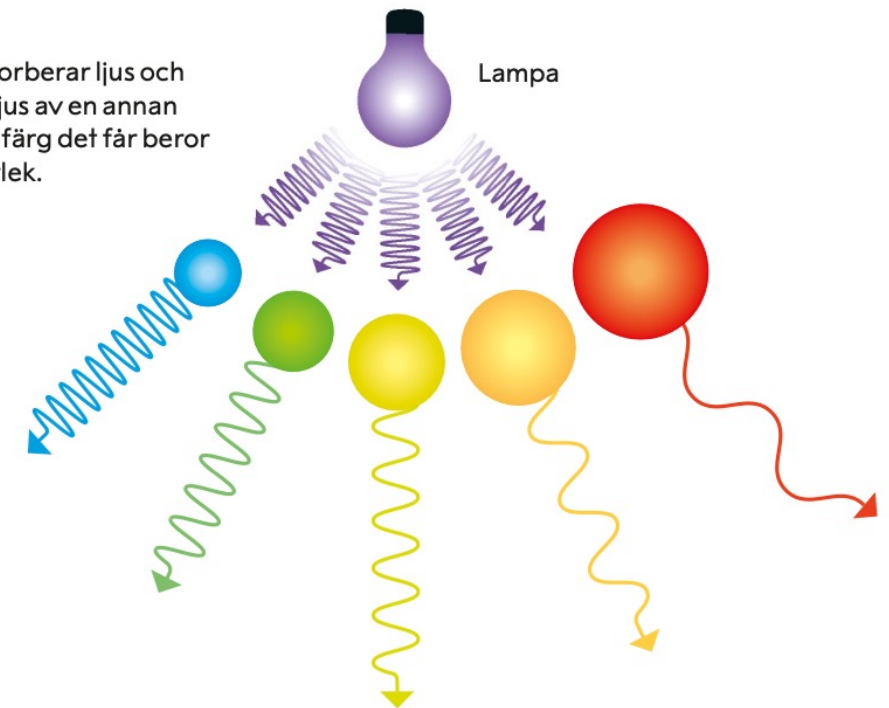


Intensitet av exciterande och emitterade ljus i en fluorescerande molekyl.

# Fotoluminescens – kvantprick



Kvantprickar absorberar ljus och skickar sedan ut ljus av en annan våglängd. Vilken färg det får beror på partikelns storlek.



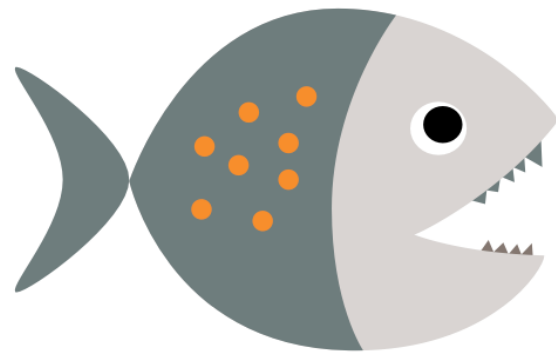
# Kolkvantprickar

- Traditionella kvantprickar är uppbyggda av halvledare, t ex:
  - Kadmiumselenid (CdSe), indiumarsenid (InAs) och blyulfid (PbS)
  - Innehåller tungmetaller
- Kolkvantprickar består nästan helt av kol
  - Mer miljövänlig och biokompatibel

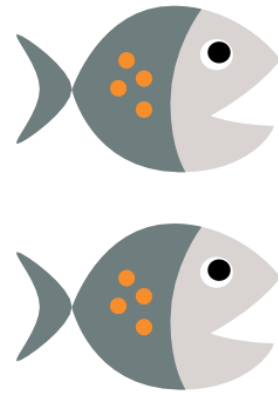


# Detektion av tungmetaller med kolkvantprickar

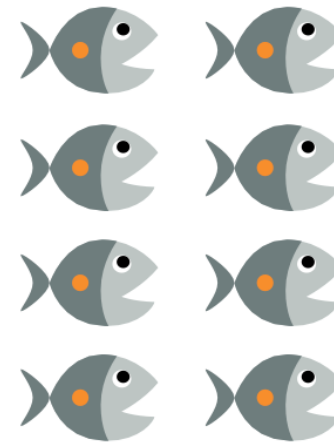
- Varför?
- Tungmetaller i vatten
  - Industriella processer, gruvdrift och jordbruk
  - Bioackumulering




Enheter gift: 



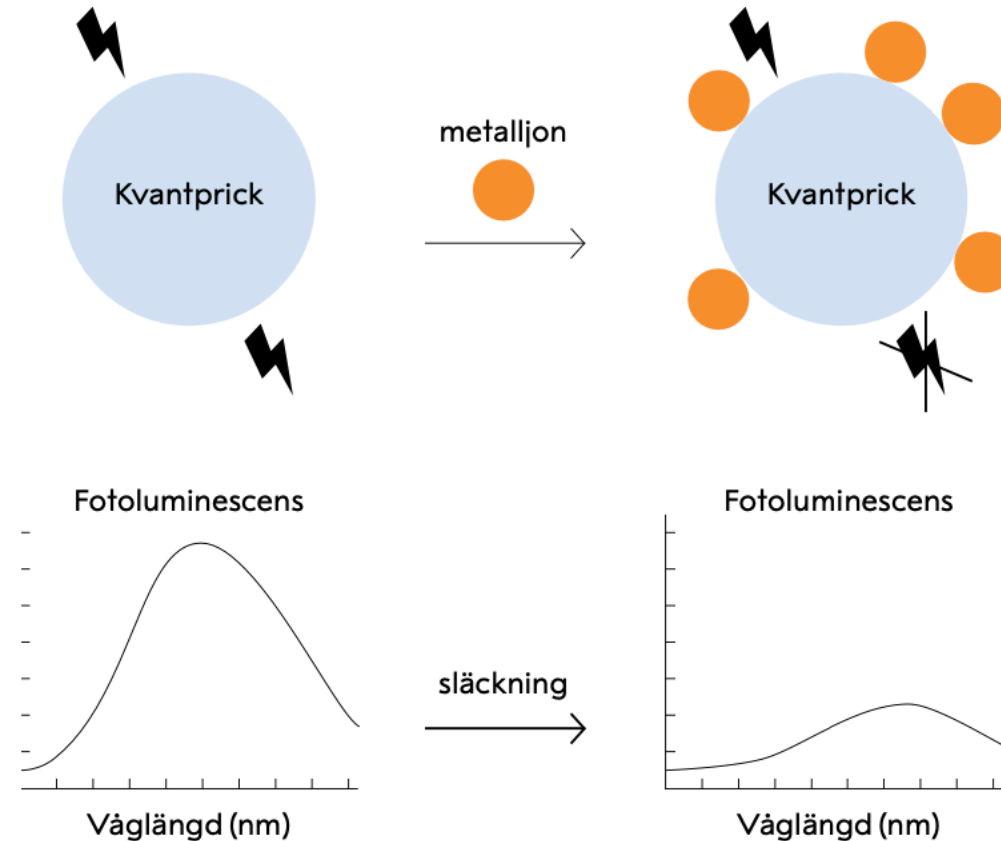
Enheter gift: 



Enheter gift: 

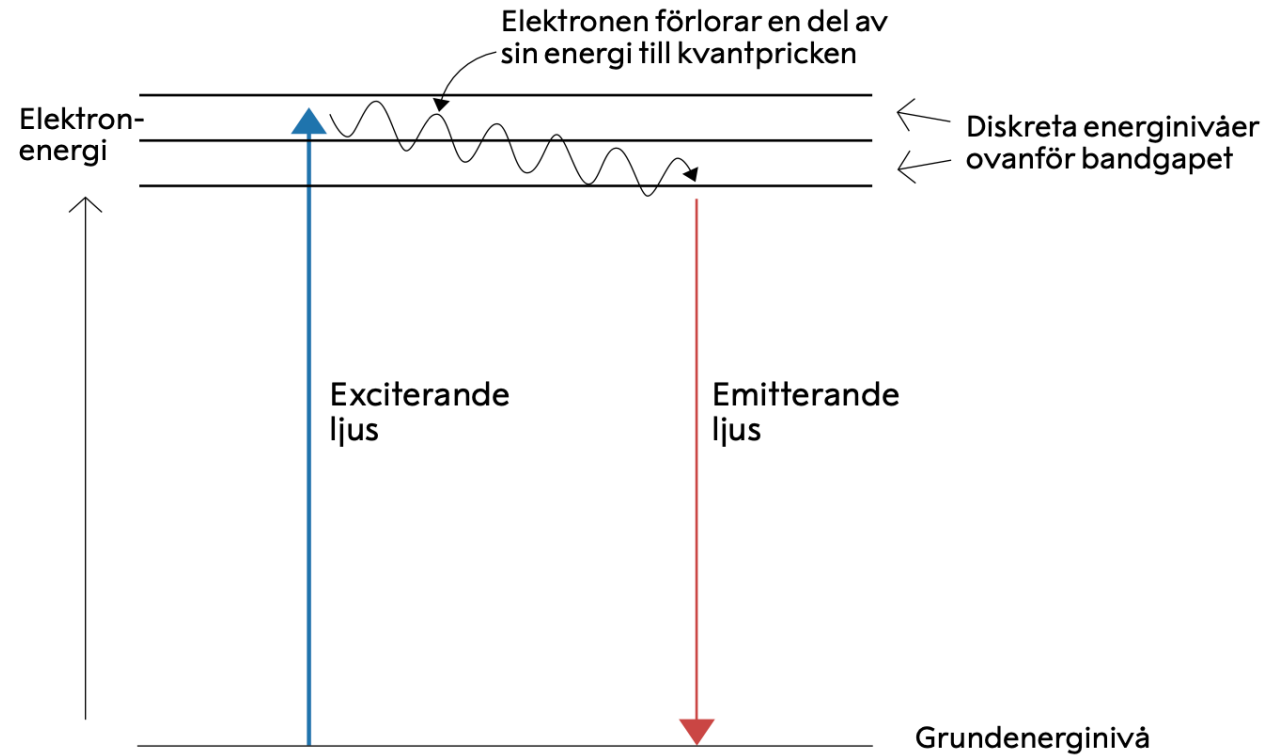
# Detektion av tungmetaller med kolkvantprickar

fotoluminescenssläckning

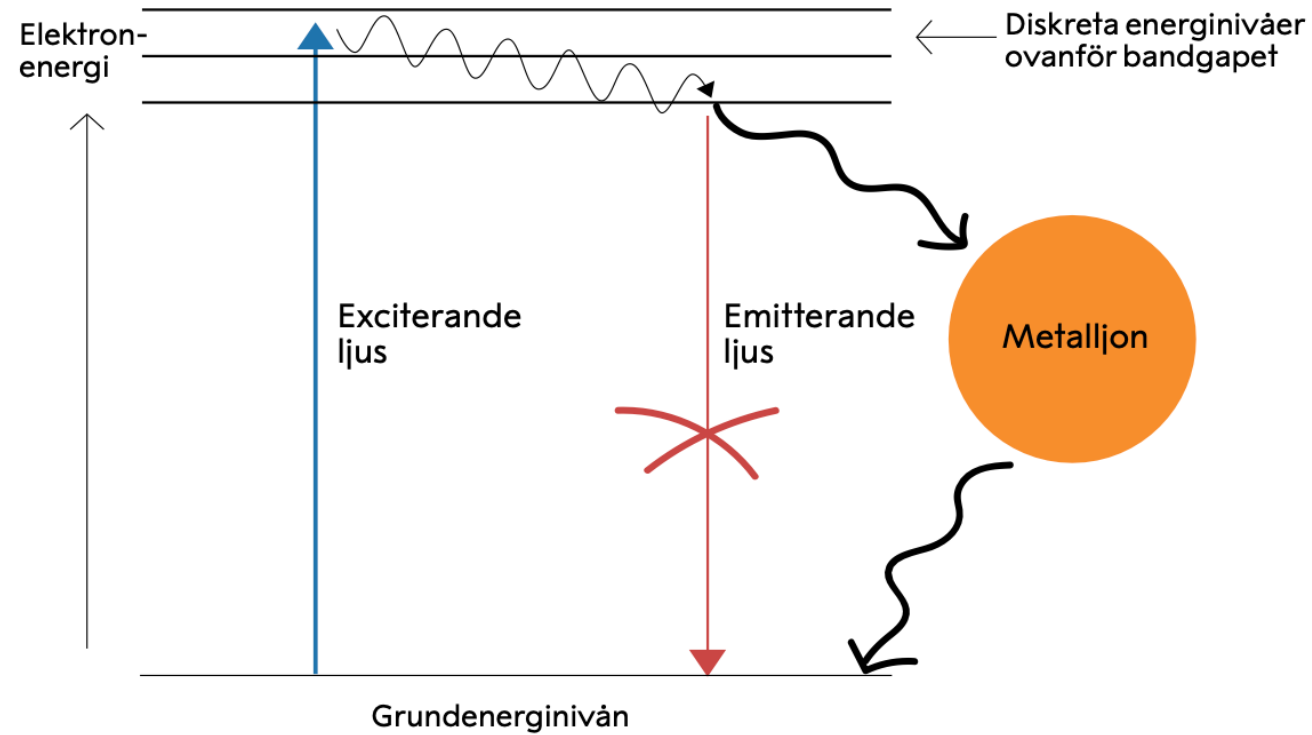


Fotoluminescenssläckning. När metalljoner binder sig till kvantpricken så minskar fotoluminescensen.

# Fotoluminescenssläckning

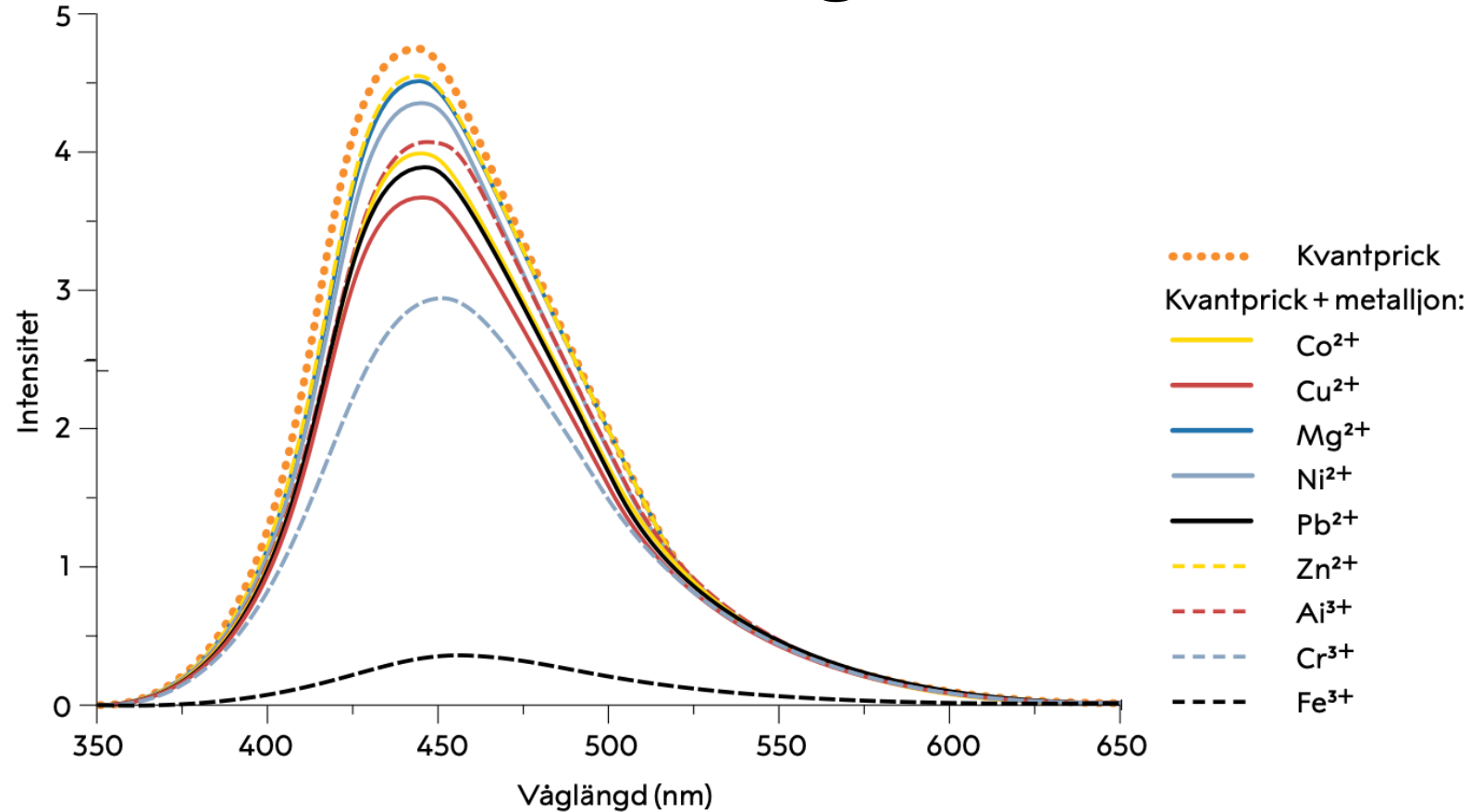


# Fotoluminescenssläckning



Energidiagram för fotoluminescenssläckning. Istället för att emittera ljus, absorberas energin från den exciterade elektronen av metalljonen så att elektronen kan återgå till sin ursprungliga energinivå.

# Fotoluminescenssläckning



En kurva över den fotoluminescerande släckningen av kolkvantprickar i närvaro av olika tungmetalljoner i en vattenlösning.

Tack

