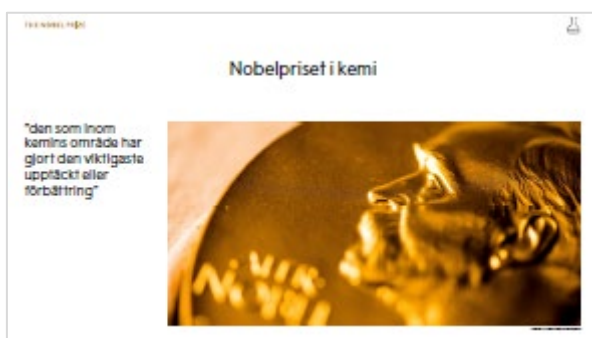


Bildspelsmanus – Kemipriset 2023

De satte färg på nanotekniken

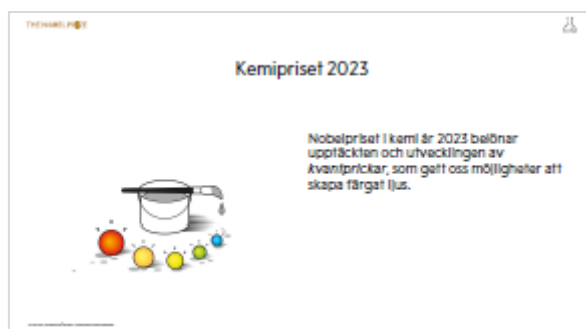
Nobelpriset i kemi

- Nobelpriset i kemi är ett av de fem priser som instiftades av Alfred Nobel och delas ut den 10 december varje år.
- Innan Alfred Nobel dog den 10 december 1896, skrev han i sitt testamente att den största delen av hans förmögenhet skulle användas till ett pris till ”dem, som hafva gjort menskligheten den största nytta”.
- Ett av de fem prisen skulle gå till “den som inom kemins område har gjort den viktigaste upptäckt eller förbättring”.
- Nobelpriset i kemi ges alltså till personer som gjort upptäckter eller förbättringar som gett oss kunskap om hur olika ämnen är uppbyggda, hur de skapas och förändras, hur atomer och molekyler ser ut, hur och varför de reagerar med varandra – och till och med hur vi kan skapa nya molekyler.



Kemipriset 2023

- Nobelpriset i kemi 2023 går till den experimentella upptäckten av kvantprickar, som är nanopartiklar av halvledarmaterial.
- Nanopartiklar är mycket små partiklar av olika ämnen. De är av storleksordningen 10^{-9} m (en miljarddels meter). För att försöka förstå hur litet det är kan man jämföra med ett knappnålshuvud – en nanopartikel är ungefär en miljon gånger mindre.
- Pristagarna har varit pionjärer i utforskandet av nanovärlden och deras arbete har haft stor betydelse för utvecklingen av nanoteknik. Kvantprickar har bland annat gett oss nya möjligheter att skapa färgat ljus.



2023 års kemipristagare

- Aleksey Yekimov och Louis Brus har oberoende av varandra lyckats syntetisera (skapa) kvantprickar och visa att storleken påverkar deras kvantmekaniska egenskaper.
- Mounqi Bawendi revolutionerade metoderna för att skapa kvantprickar, så att kvalitén på dem blev väldigt hög. Detta gjorde att kvantprickar på allvar kunde börja användas inom nanotekniken.
- Aleksey Yekimov var tidigare Chief Scientist på Nanocrystals Technology Inc. i USA.
- Louis Brus är professor vid Columbia University i USA.
- Mounqi Bawendi är professor vid Massachusetts Institute of Technology (MIT) i USA.



Hur liten är en kvantprick?

- En kvantprick består ofta bara av några tusen atomer.
- Storleksmässigt förhåller den sig till en fotboll, som en fotboll förhåller sig till jorden. Det rymms alltså lika många kvantprickar i en fotboll som det rymms fotbollar i vårt jordklot.



Kvanteffekter uppstår när partiklar krymper

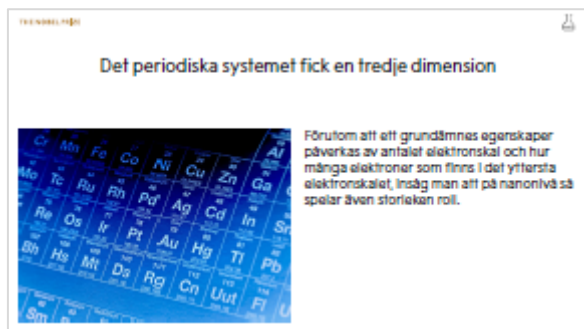
- I nanovärlden betar sig tingen annorlunda. När materiens storlek börjar mätas i miljondels millimetrar uppstår märkliga fenomen, så kallade *kvanteffekter*, som går emot vår uppfattning av hur världen fungerar och ter sig.
- När partiklar bara är några få nanometer i diameter krymper utrymmet för elektronerna att röra sig på. Det påverkar bland annat partikelns optiska egenskaper.
- Kvantprickar absorberar ljus och beroende på dess storlek skickas ljus av olika våglängd ut. Det innebär att de absorberar ett brett spektrum av ljus och sedan skickar ut ljus av en specifik våglängd. Större kvantprickar skickar ut längre våglängder, vilket ger ett rödare ljus, medan mindre kvantprickar skickar ut kortare våglängder, vilket ger ett blåare ljus.
- Det här innebär alltså att vi kan bestämma vilket ljus en viss partikel ska skicka ut genom att endast ändra dess storlek.



- Denna storleksberoende kvanteffekt observerades av Aleksey Yekimov och Louis Brus, oberoende av varandra. De arbetade med olika material och båda gjorde upptäckten att storleken på kvantprickarna påverkade färgen på ljuset som de skickade ut.

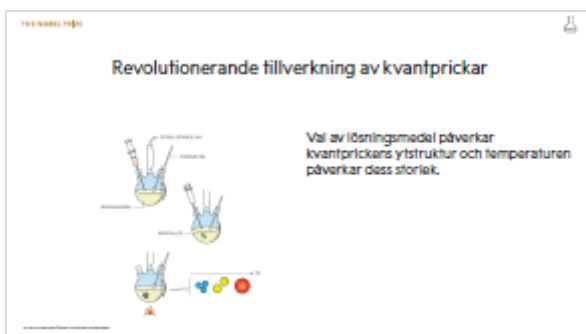
Det periodiska systemets tredje dimension

- För att förstå storheten i Aleksey Yekimovs och Louis Brus upptäckt kan man föreställa sig att det var som om det periodiska systemet plötsligt hade fått en tredje dimension. Förutom att ett grundämnes egenskaper påverkas av antalet elektronskal och hur många elektroner som finns i det yttersta elektronskalet, insåg man att på nanonivå så spelar även storleken roll. För den kemist som ville utveckla nya material fanns det alltså ytterligare en faktor att laborera med.
- De optiska förändringarna hos kvantprickarna visade att ett ämne får helt nya egenskaper när storleken förändras. Ämnets optiska egenskaper styrs av dess elektroner. Samma elektroner styr även andra egenskaper, som ämnets förmåga att katalysera kemiska reaktioner eller att leda ström.
- Det var bara ett problem – de metoder som användes för att ta skapa kvantprickar gav ofta partiklar av dålig kvalitet. De kvantprickar man fick fram var ofta defekta och varierade mycket i storlek.



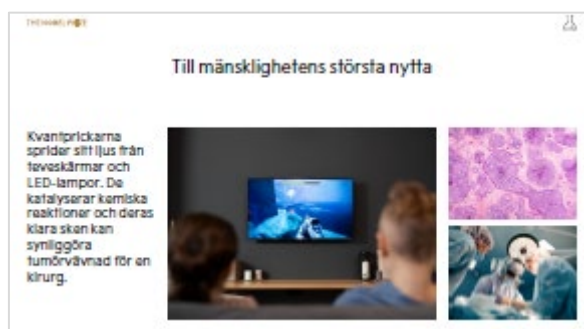
Revolutionerande tillverkning av kvantprickar

- Det här var ett problem som den tredje pristagaren bestämde sig för att lösa. Mounji Bawendi arbetade intensivt med att utveckla bättre metoder för tillverkning av kvantprickar. Han jobbade med olika lösningsmedel och med att variera temperaturen för att kunna bestämma storleken på kvantprickarna. Han utvecklade även en metod för att kvantprickarna skulle få en jämn och fin yta.
- Valet av lösningsmedel påverkade ytans struktur och temperaturen påverkade kvantprickarnas storlek.
- Detta var ett stort genombrott. De kvantprickar som Mounji Bawendi framställde var i det närmaste perfekta och gav upphov till mycket tydliga kvanteffekter. Dessutom var tillverkningsmetoderna billiga och enkla att använda.



Till mänsklighetens största nytta

- Kvantprickars lysande egenskaper utnyttjas bland annat i bild- och teveskärmar som bygger på så kallad QLED-teknik, där Q:et står för *quantum dot* (kvantprickar). I sådana skärmar skapas blått ljus med hjälp av de energisnåla dioder som belönades med Nobelpriset i fysik 2014. Sedan används kvantprickar för att ändra färg på en del av det blå ljuset, så att det blir rött eller grönt. På det viset får man fram de tre grundfärger som krävs för att få fram alla färger som behövs i en teve.
- På ett liknande vis används kvantprickar i vissa LED-lampor för att justera diodernas kalla sken. Ljuset kan då bli lika uppiggande som dagsljus eller lika lugnande som det varma skenet från en dimmad glödlampa.
- Kemister använder kvantprickarnas katalytiska egenskaper för att driva kemiska reaktioner och läkare har börjat att utforska möjligheterna att använda kvantprickarna för att spåra tumörvävnad i kroppen.



“This is a collaborative effort.”

I anslutning till tillkännagivandet av Nobelpriset i kemi 2023 berättade Louis Brus om andra forskare som han samarbetat med genom åren och som varit viktiga för utvecklingen inom nanoteknik.

