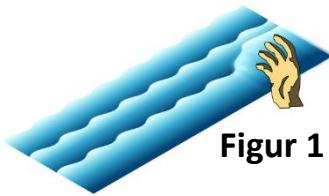


Ljus som styr ljus - går det?

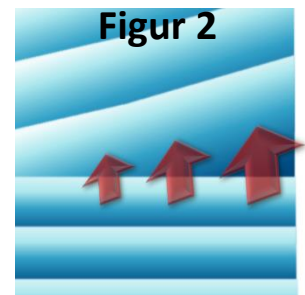
Att styra ljus med ljus kan låta som en befängd idé, för att i vår vardag upplever vi inte något sådant: när du lyser på solljus med en ficklampa så ser du ingen skugga av ficklampans stråle - så uppenbarligen ändrar inte solens strålar sin riktning för att du lyser på dem! Du ser inte heller någon förändring i färgen på solstrålarna efter att de passerat ficklampans stråle, vilket innebär att deras energi inte heller förändrats. Ändå hävdar jag att det går att styra och förändra ljus med ljus!



Figur 1

Hur kan det fungera? Jo, det fungerar eftersom ljus är en våg: om man först tänker sig en vågrörelse på havet, där vågtopparna rör sig framåt i en rak linje, och sedan funderar på vad som händer om något puttar på en del av vågen. Barndomens plasklekar har nog gett de flesta tillräcklig erfarenhet av detta för att kunna säga att den vågtoppen som knuffas

kommer att hamna framför de andra vågtopparna. Tänk dig sedan att du lägger till fler knuffar bredvid den första, som blir mindre och mindre. Effekten av detta kommer då bli som i figur 2, att vågtopparna knuffas mindre och mindre, och de hamnar i en rak linje igen - men med en annan vinkel än tidigare.



Figur 2

Detta fungerar på ungefär samma sätt för ljus; fast nu är det inte vatten som är mediumet man "knuffar" på, utan det är atomer. När en ljusvåg träffar en atom sätts atomens omgivande elektronmoln i vibration med samma frekvens som den ljusvågen har, förutsatt att ljusvågens frekvens på ett ungefär stämmer överens med atomens egenfrekvenser, det vill säga de frekvenser som atomen kan vibrera med. Vilka egenfrekvenser en atom har är en specifik egenskap för varje ämne och beror bland annat på hur många elektroner som atomen har. Så fort atomens elektronmoln börjar vibrera kommer atomen att skicka ut ljus, med samma frekvens som vibrationen, för att bli av med energin som tillförts den av den infallande ljusvågen.

Men vad händer när det är många atomer som påverkas? Om man antar att den infallande ljusvågen är tillräckligt bred för att påverka alla atomer på samma sätt, så får man en situation där ljusvågtopparna från atomerna skickas ut exakt samtidigt – som den raka vågen på havet fast med ljus! Detta ljuset kan man styra genom att "knuffa" på atomerna med en andra ljusvåg. Det fungerar bara med väldigt korta ljuspulser, därför har detta experimentet utförts med ljuspulser som har varit ungefär 20 femtosekunder, eller 0.00000000000002 sekunder långa.

Nästa fråga är: Hur mycket av energin i den infallande ljusvågen riktas om? För att kunna styra det behöver man veta hur snabbt atomen gör av med energin som den infallande ljusvågen tillfört den. Detta har länge varit svårt att mäta eftersom ljuset från atomen blandas med den delen av den infallande ljuspulsen som inte tas upp av någon atom, men med omriktningstekniken borde man kunna isolera ljuset från atomerna eftersom deras ljus kommer att få en ny riktning. Det är denna mätteknik jag utvärderar i min mastersuppsats.

Om denna teknik för att styra ljus med ljus fungerar betyder det att man kan styra både riktning och intensitet på även ultrakorta ljuspulser, och högintensiva ljuspulser som är svåra att styra med speglar då de bränner sönder dem. Ljus-ljusstyrning är efterfrågat av både industri och forskning, då det skulle kunna hjälpa till enormt mycket med att föra vetenskapen och den digitala utvecklingen ett stort steg framåt.

Handled av:

Johan Mauritsson & Samuel Bengtsson

vid avdelningen för atomfysik

på fysiska institutionen vid Lunds Universitet