LUND UNIVERSITY

Laserteknik berättar elektronernas dramatik

Mauritsson, Johan; Dahlström, Marcus; Johnsson, Per; Mansten, Erik; L'Huillier, Anne

Published in:
Fysikaktuellt

2010

Link to publication

Citation for published version (APA):
Mauritsson, J., Dahlström, M., Johnsson, P., Mansten, E., & L'Huillier, A. (2010). Laserteknik berättar elektronernas dramatik. *Fysikaktuellt*, (4), 10-10. http://www.fysikersamfundet.se/wp-content/uploads/2010_4.pdf

Total number of authors:
5

General rights
Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.
• Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
• You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
• You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: https://creativecommons.org/licenses/

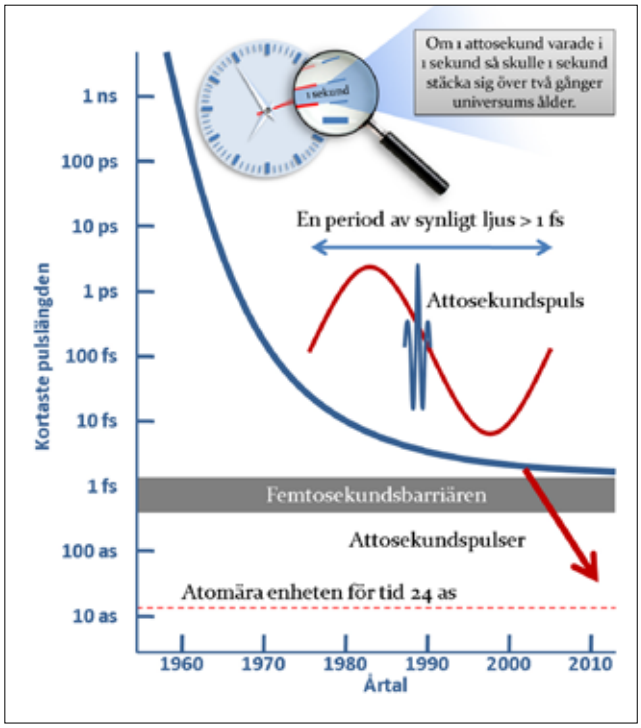
Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Laserteknik berättar elektronernas dramatik

Attofysik handlar om att öppna ögonen för en värld som vi länge vetat fanns men fram till nu inte har kunnat se – elektronernas värld. En värld av ofattbart små och snabba förlopp och fenomen. Utvecklingen av lasertekniken har kommit så långt att vi faktiskt har möjlighet att studera den världen.



Att studera fysik utan tillräckligt bra tidsupplösning är som att se en kraftigt censurerad Shakespearepjäs, en pjäs där man bara får se inledningsakten där skådespelarna gör sig redo och sedan slutscenen där alla skådespelarna ligger döda på scenen – att utifrån den informationen försöka gissa sig till vad som egentligen utspelade sig däremellan är inte lätt och antagligen frustrerande.

Utvecklingen av lasern har möjliggjort tidsupplösta mätningar av fenomen som utspelar sig på elektronens naturliga tidsskala. För att kunna göra detta utnyttjar vi de kortaste ljuspulserna som någonsin har skapats, attosekundspulser, där en attosekund är lika med 10^{-18} sekunder (en miljarddels miljarddels sekund). Med hjälp av attosekundspulser hoppas vi få ta del av den fascinerande föreställningen som utspelar sig i elektronernas värld.

Det finns en nästan symbiotisk koppling mellan elektroner och fotoner. Då elektroner rör sig skapas ljus, men ljus kan också starta elektronrörelser. Elektronernas svängande rörelser i atomer och molekyler kan lite förenklat liknas vid miniatyrantenner som antingen sänder ut eller tar emot ljus. Elektronernas rörelser kan också utnyttjas till att skapa, förstöra eller förändra molekyler. Att förstå hur elektroner rör sig och växelverkar med ljus är av central betydelse inom fysiken, kemin och biologin.

Efter realiseringen av den första lasern gick utvecklingen mot kortare laserpulser otroligt fort ända fram till mitten av 80-talet då man hade nått pulslängder som bara var några få femtosekunder långa. Här stannade utvecklingen av dramatiskt. En ljuspuls kan inte vara kortare än en svängning hos ljusfältet och i det synliga området betyder det att den måste vara längre än en femtosekund. Den här begränsningen kom därför att kallas ”femtosekundsbarriären”. Kortare ljuspulser kräver alltså att vi utnyttjar ljus med kortare våglängd, men också med en väldig bandbredd eftersom hög precision i tid oundvikligen leder till en stor osäkerhet i energi. För att åstadkomma detta utnyttjar vi återigen elektronernas rörelser och hur de växelverkar med ljus.

Femtosekundersbarriären kunde äntligen brytas år 2001 och det gjordes genom att skapa ljus med mycket kortare våglängd än synligt ljus via en process som kallas övertonsgenerering. Vid övertonsgenerering växelverkar synligt laserljus med elektroner som är bundna till atomer. I den här processen använder vi laserljus som är så starkt att det kan konkurera med kopplingen mellan elektronen och atomen. Det leder till att laserljuset till viss del joniserar atomerna och att de frigjorda elektronerna sedan kan accelereras i ljusvågen. Om elektronerna drivs tillbaka till atomen frigörs all den energin som de har ackumulerat i ljusfältet. Energin frigörs i form av en kort ljusblixt – en attosekundspuls. De senaste åren har vi ägnat åt att lära oss att kontrollera och karaktärisera dessa väldigt korta ljusblixtar. Forskningsfronten har nu med råge passerat 100 attosekunder och vi närmar oss snabbt 24 attosekunder, som är den atomära enheten för tid.

Vi har nått mycket långt och vågar påstå att ridån har gått upp: elektronernas säregna skådespel kan nu både beskådas och kontrolleras.

Johan Mauritsson
Marcus Dahlström
Per Johnsson
Erik Mansten och
Anne L'Huillier
Lunds Universitet