

Al henvendelse til:  
 Aktuel Naturvidenskab,  
 Ny Munkegade 120, 8000 Aarhus C  
 E: abo@aktuelnaturvidenskab.dk  
 T: 87152094

# Fysik på den helt korte tidsskala

Af Carsten R. Kjaer, Aktuel Naturvidenskab

Samme år som Aktuel Naturvidenskab udkom første gang – i 1999 – blev der uddelt en Nobelpris i kemi indenfor området “femtosekund-spektroskopi”. Det gik ud på at bruge ultrakorte laserpulser – et femtosekund er  $10^{-15}$  sekunder (eller en milliardtedel sekund) – til at undersøge kemiske reaktioner.

At tiden går og grænserne for den tekniske formåen i forskningen rykker sig, får vi et meget anskueligt eksempel på med årets Nobelpris i fysik. For nu handler det ikke om femtosekunder, men om attosekunder. Forskerne kan med andre ord nu frembringe lypulser, der er så korte, at de skal måles i attosekunder – dvs.  $10^{-18}$  eller en trilliontedel af et sekund.

Faktisk anså man længe femtosekund-lypulser som en hård grænse for, hvor korte lypulser, det teknisk er muligt at producere. Det skyldtes meget simpelt, at den kortest tænkelige lypuls svarer til en enkelt periode i en lysbølge – altså den cyklus, hvor lysbølgen svinger op til et toppunkt, ned i en bølgedal og tilbage til udgangspunktet. Med de bølgelængder, som laser-systemer i 1980'erne opererede ved, var det umuligt at komme under femtosekundgrænsen.

Matematikken til at beskrive bølger fortæller os imidlertid, at man principielt kan frembringe en vilkårlig bølgeform ved at kombinere tilstrækkelig mange bølger af den rette størrelse, bølgelængde og amplitude. Tricket til at opnå attosekund-pulser er således at kombinere flere og kortere bølgelængder. Men det

kræver mere end blot en laser. Gennembruddet stod den fransk-svenske fysiker Anne L'Huillier for i 1987. Ved at sende lyset fra en infrarød laser gennem en ædelgas kunne hun demonstrere, at vekselvirkningen mellem laserlyset og atomerne i gassen skabte overtoner – dvs. lysbølger, der fuldfører et antal cykler indenfor hver cyklus af den originale bølge.

I 2001 lykkedes det den franske fysiker Pierre Agostini at producere og undersøge en serie af fortløbende lypulser, hvor hver puls havde en varighed på kun 250 attosekunder. Nogenlunde samtidig lykkedes det ved hjælp af en anden type eksperiment den tredje af årets nobelpristagere, den østrig-ungarske fysiker Ferenc Krausz, at isolere en enkelt lypuls på 650 attosekunder.

På baggrund af de tre pionerers arbejde har forskerne således i dag et værktøj til at undersøge fundamentale fænomener som, hvordan elektroner bevæger sig eller ændrer energi i atomer og molekyler. Det gør forskerne i stand til bedre at “styre” elektronerne, hvilket eksempelvis kan lede til mere kontrol over molekylære processer og udvikling af endnu hurtigere elektronik.

I øvrigt er zepto – dvs.  $10^{-21}$  (en trilliontedel) – næste step på fysikernes målepind for ultrakorte tidsskalaer. Og det er skam allerede lykkedes forskere at lave målinger på zeptosekund-skalaen – nemlig den tid, det tager lys at passere et dihydrogen-molekyle (247 zeptosekunder). Så hvem ved – måske ser vi om en 25 års tid en nobelpris til zeptosekund-forskning.

Kilde: [www.nobel.se](http://www.nobel.se) ■

Indtryk af attosekund-forskningen på Max-Planck-Institut für Quantenoptik, hvor Ferenc Krausz er professor.

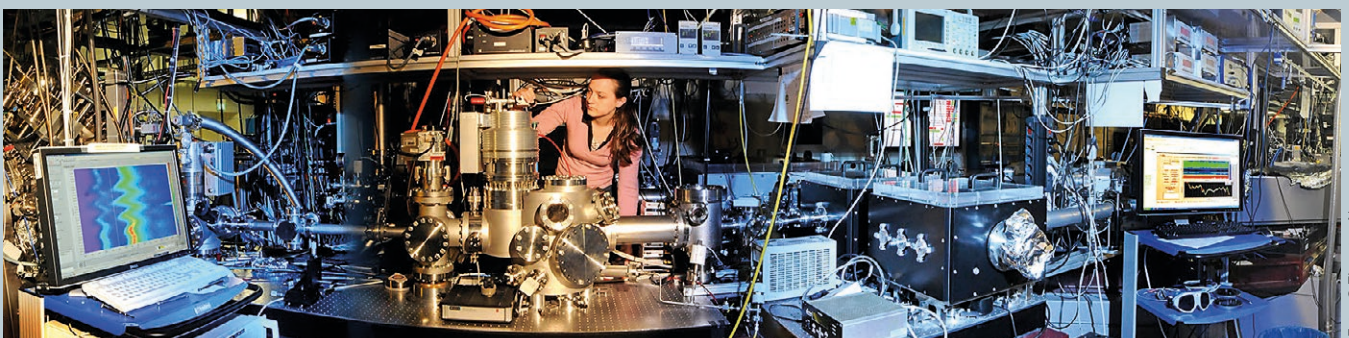


Foto: © Thorsten Naeser.