

GABRIEL PANKOW

Exkluzivní interview s nositelkou Nobelovy ceny za fyziku Anne L'Huillier

Nobelova cena za fyziku v roce 2023 byla udělena Anne L'Huillier a jejím dvěma kolegům Pierre Agostini a Ferenc Krausz. Pouze několik dní předtím vyznamenala nadace Bertholda Leibingera atomovou fyziku cenou budoucnosti. První nositelka Nobelovy ceny za fyziku Anne L'Huillier vypráví v exkluzivním interview, kam vede výzkum s nejkratším laserovým zářením světa.

Paní L'Huillier, když se Vás na grilovací party ptají, co děláte jako povolání: Co odpovíte?

L'Huillier: Pro takové situace jsem si připravila odpověď, se kterou jsem úplně spokojená. Říkám tedy: Pracuji na rozhraní laserové fyziky a atomové fyziky. Náš tým používá krátké, velmi, velmi krátké laserové impulzy jako světlo blesku u kamer. S tím filmujeme extrémně rychlé pohyby, jako například elektrony.

S velmi, velmi krátkými laserovými impulzy myslíte...?

L'Huillier: Impulzy, které jsou dlouhé pár atosekund.

Jak si mohu představit atosekundy?

L'Huillier: Vůbec ne. Existují různé pokusy, které znázorní krátkost časového úseku. Porovnání, které někdy používám, je takové: Jedna atosekunda se vztahuje k jedné sekundě, jako jedna sekunda k celému stáří vesmíru, tedy ke 14 miliardám let. Ale pomáhá to opravdu dále? Tady jsem skeptická. Pomáhá Vám to?

No, možná trochu.

L'Huillier: Musíme jednoduše snést, že se to nedá pochopit s naším lidským citem pro čas. Naštěstí na to ale nejsme vůbec odkázáni. Protože my máme abstraktní metody matematiky a teorie a také praktický experiment. Jedna atosekunda je tedy zkrátka dlouhá 10^{-18} sekund. Daleko zajímavější než přemýšlet o délce jedné atosekundy, je otázka, proč vůbec chceme proniknout do tak krátkých časových úseků.

Dobře. K čemu potřebujeme atosekundové impulzy?

L'Huillier: V přírodě existují procesy, které probíhají tak rychle, že je můžeme měřit jen s atosekundovými světelnými impulzy. Nejdůležitější jsou pohyby elektronů. Čím kratší je naše světlo krátké jako blesk, tedy impulz, tím přesněji sledujeme proces. Moje výzkumná skupina zaznamenává v současné době hlavně ještě procesy v jednoduchých atomech a kolem nich, protože



to je jednodušší. Když budeme chtít být ještě o kousek lepší, bude možné sledovat pohyby elektronů v komplexnějších systémech, například v molekulách. K chemickým reakcím dochází tím, že se pohybují elektrony. Tyto počítačové pohyby budou jednou měřitelné.

A potom?

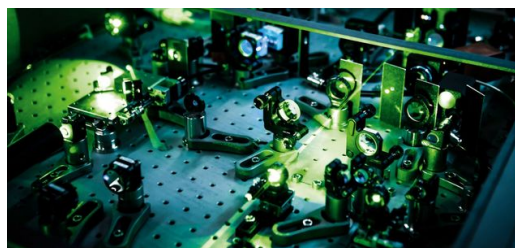
L'Huillier: Moci něco měřit, je první krok k tomu, aby bylo možné něco kontrolovat. Velkým vzdáleným cílem tedy je, někdy kontrolovat chemické reakce na úrovni elektronů.

Co tím bude umožněno?

L'Huillier: Je těžké uvést definovanou vizi. Je to prostě základní výzkum.



Prof. Anne L'Huillier jednou otevřela bránu k fyzice atosekundových laserových impulzů. Se svým výzkumem se nyní lépe na paty elektronů.



S femtosekundovými laserovými impulzy vytváří tým v. dc. v Lund, Švédsko, takzvané vysoké harmonické. Ty používají k vytváření atosekundových laserových impulzů, a sledují tím atomové procesy.

V roce 1987 v experimentu vynalezli, jak se vytváří takzvané vysoké harmonické. Předpoklad k vytvoření atosekundových impulzů.

L'Huillier: Ano, to byla šťastná náhoda! To je vždy nejhezčí, když člověk narazí na něco, co vůbec neočekával. Potom je co skládat dohromady. Chtěli jsme tehdy vlastně vzácné plyny osvětlovat intenzivním laserovým světlem a zkoumat efekty fluorescence. Ukázalo se, že to nejlepší u sledovatelného světla nebyla fluorescence, ale vysoké harmonické laserové frekvence. Tento objev změnil mou kariéru. Pomocí vysokého harmonického bylo později možné generovat atosekundové impulzy, a to dělám ještě dnes.

Mohu si alespoň představit vysoké harmonické?

L'Huillier: Ano, to jde! Zde mám porovnání, které funguje daleko lépe než to s vesmírem a atosekundami. Když po struně houslí přejíždíte smyčcem, vzniká nejen čistý tón, tedy čistá frekvence tónu. Vznikají také jiné frekvence. V hudbě se nazývají horní tóny. Zvuku teprve propůjčují barvu. Horní tóny jsou harmonické. Něco podobného se děje, když je plyn za určitých podmínek vystaven intenzivním femtosekundovým laserovým impulzům: Vznikají nové, daleko krátkovlnnější laserové frekvence. Vysoké harmonické jsou horní tóny laserové fyziky.

Co se dá s vysokými harmonickými světelnými impulzy podniknout?

L'Huillier: V dalším kroku udělat atosekundové impulzy. Ale jsou užitečné i samy o sobě. Právě spolupracujeme s výrobcem zařízení v oblasti litografie a měřicí techniky pro polovodičový průmysl. Idea je, s vysokými harmonickými kontrolovat nepatrné struktury na polovodičích. Pro mne jako výzkumnou pracovníci v oblasti základního výzkumu je to nezvykle konkrétní projekt. Jsem překvapená a šťastná, že naše práce by mohla být užitečná pro společnost.

Má tedy také laserová technologie něco z Vašeho výzkumu?

L'Huillier: Ano. My z atosekundové fyziky jsme po desetiletí stále znovu vybízeli výrobce laserů, aby vyvinuli nové a lepší lasery s ultrakrátkými impulzy. Na druhé straně profitujeme samozřejmě také z lepších zdrojů laserového paprsku. Čím lepší počítačový zdroj paprsku, tím lepší jsou vysoké harmonické, tím lepší atosekundové impulzy. Z toho potom u nás vzniknou opět nové technické vývoje, tedy metody diagnostiky a měření v oblasti laserové technologie s ultrakrátkými impulzy. Je to tedy stále podněcování. Kromě těchto potěšujících efektů je ale něco, co je pro mne na mé práci nejdůležitější.

Co je pro Vás nejdůležitější?

L'Huillier: Jsem výzkumná pracovníce. Jsem ale také učitelka. Mohu vzdělávat mnoho chytrých mladých lidí a sledovat, jak získávají znalosti. Považuji to za svůj největší přínos.





Anne L'Huillier je profesorka pro atomovou fyziku na univerzitě Lund ve Švédsku. Je považována za jednu z nejdůležitějších spoluzakladatelek směru výzkumu atosekundové fyziky. L'Huillier v roce 2023 za svůj přínos výzkumu obdržela cenu budoucnosti nadace Bertholda Leibingera. O pár dní později jí byla společně s Pierre Agostini a Ferenc Krausz udělena Nobelova cena za fyziku.



GABRIEL PANKOW
MLUVÍ PRO LASEROVOU TECHNIKU

