

Korekce sférické vady elektronových mikroskopů pomocí světla

23.9.2025 - | Matematicko-fyzikální fakulta UK

Fokusační optické prvky, jako jsou čočky či zakřivená zrcadla, jsou zatíženy vadami (aberracemi), bez jejichž kompenzace by byl obraz získaný kamerou či mikroskopem nedokonalý a rozostřený. Základní vadou zobrazení je tzv. sférická vada. Pokud pozorujeme nějaký předmět lupou s vysokým zvětšením, předmět se jeví zakřivený. To je důsledkem závislosti ohniskové vzdálenosti na vzdálenosti paprsků od optické osy, kdy se paprsky u okraje čočky fokusují na kratší vzdálenosti než ty v jejím středu, což vede k zakřivení obrazu a zhoršení rozlišení.

Podobné vady jsou přítomné i v elektronových mikroskopech, které využívají proudy elektronů urychlených na vysokou energii k zobrazování vzorků s prostorovým rozlišením dovolujícím pozorovat jednotlivé atomy v materiálech. K tomu je ovšem nutné kompenzovat vady elektronových čoček pomocí složitých a drahých sestav multipólových elektronově-optických elementů, tvořících tzv. aberační korektory.

Týmu doc. Martina Kozáka z Katedry chemické fyziky a optiky se podařilo tyto korektory s mnoha elementy nahradit pomocí jediné interakce elektronů se speciálně tvarovaným laserovým svazkem.

„Ukázali jsme, že pokud je elektronový svazek procházející sestavou čoček s vadami zobrazení osvětlen ultrakrátkým laserovým pulzem se správným tvarem, je možné tyto vady kompenzovat,“ říká Marius Constantin Chirita Mihaila, první autor studie. *„Tento proof-of-concept experiment demonstroval, že tento princip je možné využít v praxi v případě speciálně upravených elektronových mikroskopů s krátkými pulzy. Aplikace této metody pro klasické mikroskopy pracující s kontinuálními svazky elektronů bude předmětem našeho dalšího zkoumání,“* doplňuje

Studie je součástí projektu *eWaveShaper*, na který doc. Kozák získal v roce 2022 prestižní ERC Starting Grant. Cílem tohoto výzkumu je vývoj nových metod umožňujících ultrarychlou kontrolu a zobrazování pohybů elektronů v pevných látkách pomocí světla a pulzních elektronových svazků.

Chirita Mihaila, M.C., Koutenský, P., Moriová, K. et al. **Light-based electron aberration corrector**. Nat. Photon. (2025). <https://doi.org/10.1038/s41566-025-01760-8>*Související:*

Kvantová elektronika v křemíku a diamantu
Na Matfyz putují dva granty ERC

KCHFO

<https://www.mff.cuni.cz/cs/verejnost/aktuality/korekce-sfericke-vady-elektronovych-mikroskopu-pomoci-svetla>