Simulace svítivých červených nov pomůže výzkumu dvojhvězd

24.11.2025 - Ondřej Pejcha | Matematicko-fyzikální fakulta UK

K lepšímu pochopení evolučních trajektorií dvojhvězd by měly přispět simulace, které vytvořili pracovníci Ústavu teoretické fyziky MFF UK ve spolupráci se zahraničními kolegy. Jejich práci podpořenou startovacím grantem Evropské výzkumné rady nyní zveřejnil časopis The Astrophysical Journal Letters.

Přibližně polovina všech hvězd ve vesmíru se nachází v gravitačně vázaných dvojhvězdách. Hmotnější z obou hvězd začne ke konci svého života zvětšovat svoje rozměry a pokud se obě hvězdy nacházejí dostatečně blízko sebe, hmota začne proudit od hmotnější k méně hmotné hvězdě. Tento proces může být nestabilní tím, že se rychlost přenosu hmoty stále zvyšuje, a zároveň nemusí být konzervativní, což znamená, že část hmoty opustí dvojhvězdu a vytvoří okolo ní diskovitý útvar.

Tato nestabilita kulminuje v podobě velice dynamického jevu nazývaného *vývoj ve společné obálce* (common envelope evolution). Jeho výsledkem může být buď výrazné zmenšení velikost orbity a značná ztráta hmoty, nebo dokonce splynutí obou hvězd do jednoho potenciálně exotického objektu. Vývoj ve společné obálce je klíčovou fází mnoha dvojhvězdných evolučních trajektorií vedoucích k blízkým dvojhvězdám obsahujících kompaktní objekty jako bílé trpaslíky, neutronové hvězdy nebo černé díry, včetně předchůdců zdrojů gravitačních vln.

Přibližně před 15 lety byla identifikována zjasnění nazývaná *svítivé červené novy* (luminous red novae), která doprovázejí dynamickou fázi vývoje ve společné obálce, konkrétně splynutí obou hvězd. Dosud ale nebylo jasné, co způsobuje vysokou svítivost těchto zjasnění. Jedna teorie předpokládá uvolňování energie spojené s rekombinací vodíku v expandující obálce, ale hmotnosti obálky vyžadované pro vysvětlení nejjasnějších objektů jsou příliš vysoké. Druhá teorie vysvětluje vysokou svítivost pomocí rázových vln vznikajících mezi rychle se rozpínající obálkou a diskovitým útvarem dříve vyvrženým kolem dvojhvězdy během nekonzervativního přenosu hmoty. Tato teorie sice může vysvětlit mnohá pozorování, ale její kvantitativní ověření vyžaduje náročné simulace.

V článku Kirilov et al. (2025) uskutečnili autoři první dvourozměrné zářivě hydrodynamické simulace svítivých červených nov pomocí programu vyvinutého za podpory ERC Starting grantu Cat-In-hAT. Nová metoda umožňuje detailní popis vlastností látky (ionizace/rekombinace vodíku a hélia, fyzika molekulárního vodíku) a interakce záření s látkou. Podařilo se prokázat, že rázová vlna vede k několikanásobně jasnějším a asi dvakrát delším vzplanutím, než jakých může dosáhnout pouhý rekombinující expandující plyn. Zároveň je ale rázová vlna „schovaná“ uvnitř expandující obálky a její přímo pozorovatelné projevy jako například emisní čáry budou nejspíš minimální. Výsledky umožňují budoucí použití svítivých červených nov k lepšímu pochopení různých evolučních trajektorií dvojhvězd.

Na publikaci se dále podíleli výzkumníci z německého Ústavu Maxe Plancka pro astrofyziku a americké Purdueovy univerzity.

Kirilov, A., Calderón, D., Pejcha, O., & Duffell, P.C. (2025). **Two-Dimensional Radiation-Hydrodynamic Simulations of Luminous Red Novae.**
https://iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/ae1ae7

https://www.mff.cuni.cz/cs/verejnost/aktuality/simulace-svitivych-cervenych-nov-pomuze-vyzkumu-dvojhvezd