Na neutronových hvězdách mohou vznikat polární záře,   
zjistili opavští fyzikové

**O tom, že polární záře mohou vznikat hned na několika planetách ve Sluneční soustavě i jinde ve vesmíru, vědci už několik desítek let vědí. Nová studie opavských fyziků však ukazuje, že polární záře mohou vznikat i nad pozůstatky hmotných hvězd, nad tzv. neutronovými hvězdami. Zároveň tak potvrzují dřívější pozorování, která učinila NASA pomocí rentgenové observatoře Chandra.**

*Obsah obrázku prostor, Vesmír, Astronomický objekt, astronomie

Popis byl vytvořen automaticky*

*Neutronová hvězda s výskytem polárních září. Umělecká představa:* [*ESO/L. Calçada*](https://www.eso.org/public/images/eso1034a/)

#### Polární záře u planet

Polární záře je jev, který vzniká interakcí nabitých částic z vesmíru s molekulami a atomy obsaženými v atmosféře dané planety. Na pólech se vyskytuje proto, že magnetická pole planet navádějí nabité částice právě k těmto zónám. Obvykle k jevu dochází ve vrchních vrstvách atmosféry dané planety a projevuje se zářením typickým pro konkrétní prvky, které se v atmosféře nacházejí a s nabitými částicemi interagují. Ve Sluneční soustavě se s polárními zářemi setkáváme prakticky u všech planet kromě Merkuru a u Venuše, kde je výskyt polární záře doposud nejistý. Předpokládá se, že polární záře se mohou objevit u všech planet s atmosférami a magnetickým polem kdekoliv ve vesmíru. Že by se ale mohly vyskytovat i u některých typů hvězd, se zatím nepředpokládalo, neboť hvězdy jsou zdrojem nabitých částic, které polární záře způsobují, nikoliv jejich příjemcem.

*Obsah obrázku polární záře, příroda, obloha, venku

Popis byl vytvořen automaticky*

*Polární záře 10./11. května 2024 vznikla v důsledku interakce hustého oblaku nabitých částic se zemskou atmosférou po sérii silných erupcí na Slunci. Foto:* [*Petr Horálek/FÚ v Opavě*](https://www.petrhoralek.com/wp-content/uploads/2024/05/upr__MG_9839_n-kopie.png)*.*

#### Zajímavý kandidát: neutronová hvězda

Opavští fyzikové během svého teoretického výzkumu došli ke zjištění, že polární záře by se mohly vyskytovat také nad neutronovými hvězdami. Jedná se o velmi hmotné a extrémně malé hvězdné objekty. Neutronové hvězdy patří k nejextrémnějším objektům ve vesmíru, jde o zbytky vyhořelých těžkých hvězd s hmotou srovnatelnou se Sluncem stlačenou do rozměrů menšího města.

*„Vlastní gravitace stlačí po vyhasnutí termonukleárních reakcí jádro hvězdy do obřích hustot – to se stává neutronovou hvězdou, tvořenou tzv. degenerovaným neutronovým plynem*,“ popisuje prof. Zdeněk Stuchlík z Fyzikálního ústavu v Opavě s tím, že název „neutronové“ dává těmto objektům skutečnost, že při extrémních hustotách jsou elektrony „vtlačeny“ do protonů jež se tak změní na neutrony. „*Neutronová hvězda je tedy gigantické atomové jádro, které si zachovává mimořádně silné magnetické pole.* *Jde vlastně o ‚zamrzlý‘ pozůstatek po hmotné hvězdě, jehož magnetické pole může být nesmírně silné a má povahu magnetického dipólu*. *V nové práci jsme ukázali, že v případě částic, na něž působí magnetické pole odstředivě, mohou díky jemné balanci s gravitačními a setrvačnými silami existovat stabilní kruhové dráhy i mimo rovinu symetrie magnetického pole. V blízkosti magnetického pólu se tyto kruhové orbity mohou neomezeně blížit samotnému povrchu neutronové hvězdy, přičemž v extrémně silném magnetickém poli budou intenzivně zářit*,“ dodává Stuchlík.

#### Podobné jako u planet

**Princip vzniku polárních září nad neutronovými hvězdami je podobný jako v atmosférách planet**. „*Magnetická pole neutronových hvězd mohou být až miliardkrát silnější než okolo Země a velmi silně ovlivňují pohyb nabitých částic v jejich okolí. Tyto částice podléhají složitému působení magnetického pole, gravitace, a dokonce i zpětné reakci záření, kterou produkují během svého pohybu. Neutronové hvězdy jsou zároveň obklopeny velmi tenkými atmosférami těsně nad jejich povrchem, které s těmito nabitými částicemi interagují podobně jako v atmosférách planet*,“ říká Dr. Jaroslav Vrba, spoluautor vědecké práce.

„*Je již dlouhou dobu známo, že částice v magnetosféře neutronových hvězd jsou magnetickými silami směrovány k magnetickým pólům hvězd, přičemž intenzivně záři, my jsme ale ukázali, že nemusí jít jen o pohyb z roviny symetrie k magnetickému pólu, nýbrž rovněž o pohyb podél kruhových orbit a v jejich okolí*,“ osvětluje Dr. Arman Tursunov, další z autorů vědecké studie. Jeho kolega, Dr. Martin Kološ, k celé problematice dodává: „*V naší práci jsme analyticky odvodili struktury, ve kterých se částice mohou pohybovat na částečně stabilních drahách, které připomínají zóny z okolí Země známé jako Van Allenovy pásy. Tato odvození korespondují například s pozorováním neutronové hvězdy známé jako Vela Pulsar, učiněné NASA pomocí Rentgenové observatoře Chandra v roce 2010.*“

Obsah obrázku prostor, Astronomický objekt, Vesmír, astronomie

Popis byl vytvořen automaticky

*Snímek okolí neutronové hvězdy známé jako Vela Pulsar pořízený rentgenovou observatoří Chandra v roce 2010 ukazuje na struktury, které fyzikové z Opavy analyticky odvodili ve své vědecké práci. Zdroj:* [*NASA*](https://www.nasa.gov/missions/chandra/vela-pulsar/)*.*

#### Magnetická pole klíčem k bezpečnosti

Zemské magnetické pole chrání pozemšťany před nebezpečným kosmickým zářením a polární záře jsou vlastně jen viditelným důsledkem této ochrany – nebezpečné záření se totiž vybíjí vysoko v atmosféře a k povrchu Země se tak prakticky nedostane. Van Allenovy pásy obklopující naši planetu způsobují problémy zejména naším sondám a kosmickým misím, které se kvůli tomu musí dopředu plánovat tak, aby těmito pásy neprolétávaly. „*Efekty, které pozorujeme v magnetosféře Země, pomáhají vědcům pochopit tyto extrémní jevy v okolí neutronových hvězd, kde síly dosahují nesrovnatelně větších hodnot a intenzity. A samozřejmě naopak – studium pohybů částic v okolí neutronových hvězd nám pomáhají i lépe pochopit některé jevy v magnetosféře naší planety*,“ uzavírá Dr. Jaroslav Vrba.

#### Kontakty a další informace:

**prof. RNDr. Zdeněk Stuchlík, CSc.***Ředitel Fyzikálního ústavu SU v Opavě,  
spoluautor vědecké práce*Email: [zdenek.stuchlik@physics.slu.cz](mailto:zdenek.stuchlik@physics.slu.cz)

**RNDr. Jaroslav Vrba, Ph.D.***Vědecký pracovník Fyzikálního ústavu SU v Opavě,  
spoluautor vědecké práce*Email: [jaroslav.vrba@physics.slu.cz](mailto:jaroslav.vrba@physics.slu.cz)   
Telefon: +420 605 484 525

**RNDr. Martin Kološ, Ph.D.***Odborný asistent na Fyzikálním ústavu SU v Opavě,  
spoluautor vědecké práce*Email: [martin.kolos@physics.slu.cz](mailto:martin.kolos@physics.slu.cz)  
Telefon: +420 553 684 395

**RNDr. Arman Tursunov, Ph.D.***Odborný asistent na Fyzikálním ústavu SU v Opavě,  
spoluautor vědecké práce*Email: [arman.tursunov@physics.slu.cz](mailto:arman.tursunov@physics.slu.cz)   
Telefon: +420 553 684 286

**Mgr. Petr Horálek***PR výstupů evropských projektů FÚ SU v Opavě*Email: [petr.horalek@slu.cz](mailto:petr.horalek@slu.cz)   
Telefon: +420 732 826 853

**Původní vědecká práce:** <https://arxiv.org/abs/2412.04996>

#### Související zprávy:

[1] [Opavští fyzikové měří „obezitu“ neutronových hvězd](https://progresy.physics.cz/2022/05/04/opavsti-fyzikove-meri-obezitu-neutronovych-hvezd-navazuji-na-vyzkum-legendarniho-kipa-thorna/)   
[2][Za výzkumem neutronových hvězd do Švýcarska](https://progresy.physics.cz/2024/11/19/za-vyzkumem-neutronovych-hvezd-do-svycarska/)  
[3] [Planety u pulzarů mohou mít polární záře](https://progresy.physics.cz/2024/03/28/planety-u-pulzaru-mohou-mit-polarni-zare/)  
[4] [V roce 2024 bylo v Česku očima vidět 12 polárních září](https://progresy.physics.cz/2025/01/06/v-roce-2024-bylo-ocima-videt-12-polarnich-zari/)