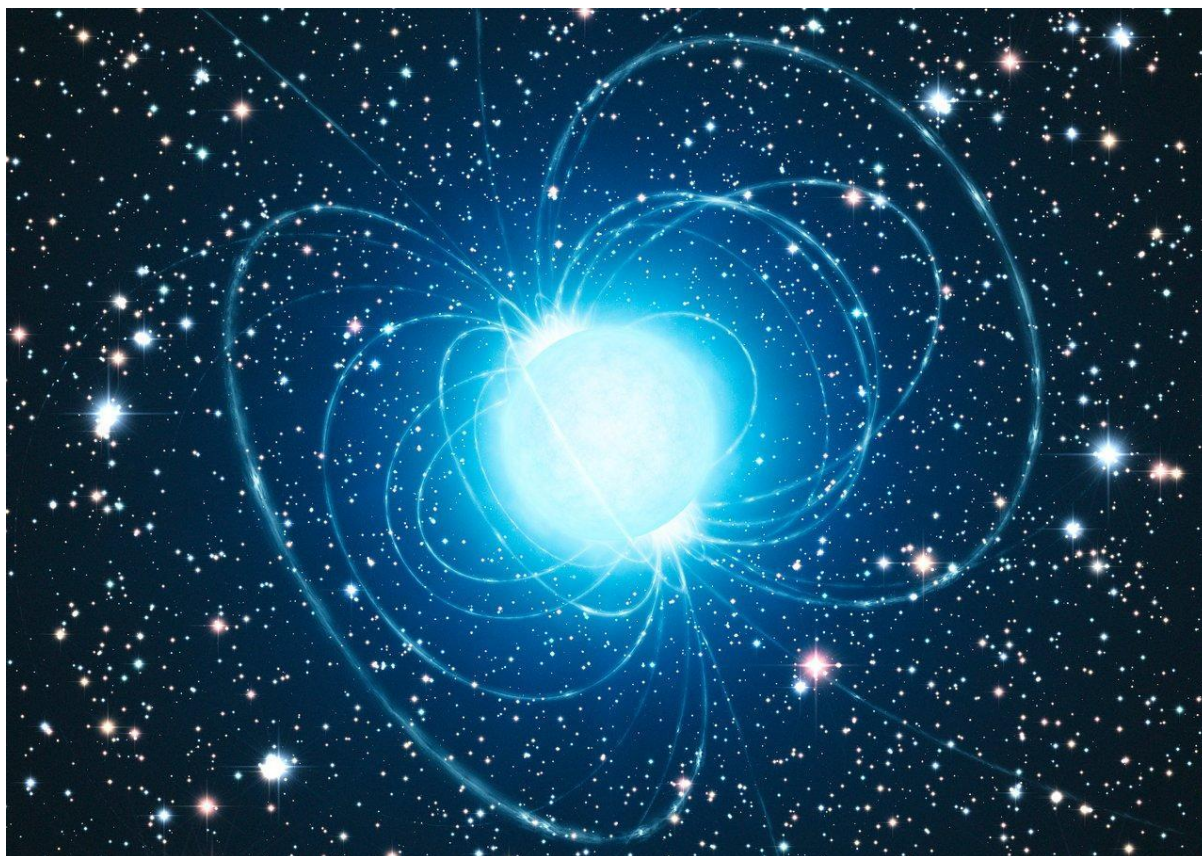


## Na neutronových hvězdách mohou vznikat polární záře, zjistili opavští fyzikové

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.



*Neutronová hvězda s výskytem polárních září. Umělecká představa: ESO/L. Calçada*

### 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

**Astrofyzikální proGResy** z Opavy jsou komunikační platformou evropských projektů řešených na Fyzikálním ústavu Slezské univerzity v Opavě. Je zaměřená na komunikaci výsledků práce opavských astrofyziků a teoretických fyziků, zejména v oblasti teorie relativity a gravitace (velká písmena GR ve slově proGResy). Název je volně inspirován také workshopy RAGTime, které probíhají na Fyzikálním ústavu v Opavě déle než 20 let. Více informací na [progressy.physics.cz](http://progressy.physics.cz).

planet navádějí nabitě 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.



*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.*

### 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

**Astrofyzikální proGResy** z Opavy jsou komunikační platformou evropských projektů řešených na Fyzikálním ústavu Slezské univerzity v Opavě. Je zaměřená na komunikaci výsledků práce opavských astrofyziků a teoretických fyziků, zejména v oblasti teorie relativity a gravitace (velká písmena GR ve slově proGResy). Název je volně inspirován také workshopy RAGTime, které probíhají na Fyzikálním ústavu v Opavě déle než 20 let. Více informací na [progresy.physics.cz](http://progresy.physics.cz).

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 bilanci 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 směřovány k magnetickým pólům hvězd, přičemž intenzivně září, 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.“*

**Astrofyzikální proGResy** z Opavy jsou komunikační platformou evropských projektů řešených na Fyzikálním ústavu Slezské univerzity v Opavě. Je zaměřená na komunikaci výsledků práce opavských astrofyziků a teoretických fyziků, zejména v oblasti teorie relativity a gravitace (velká písmena GR ve slově proGResy). Název je volně inspirován také workshopy RAGTime, které probíhají na Fyzikálním ústavu v Opavě déle než 20 let. Více informací na [progressy.physics.cz](http://progressy.physics.cz).





*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.*

## 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 našim 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.

**Astrofyzikální proGResy** z Opavy jsou komunikační platformou evropských projektů řešených na Fyzikálním ústavu Slezské univerzity v Opavě. Je zaměřená na komunikaci výsledků práce opavských astrofyziků a teoretických fyziků, zejména v oblasti teorie relativity a gravitace (velká písmena GR ve slově proGResy). Název je volně inspirován také workshopy RAGTime, které probíhají na Fyzikálním ústavu v Opavě déle než 20 let. Více informací na [progresy.physics.cz](http://progresy.physics.cz).

## 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](#)
- [2] [Za výzkumem neutronových hvězd do Švýcarska](#)
- [3] [Planety u pulzarů mohou mít polární záře](#)
- [4] [V roce 2024 bylo v Česku očima vidět 12 polárních září](#)

**Astrofyzikální proGResy** z Opavy jsou komunikační platformou evropských projektů řešených na Fyzikálním ústavu Slezské univerzity v Opavě. Je zaměřená na komunikaci výsledků práce opavských astrofyziků a teoretických fyziků, zejména v oblasti teorie relativity a gravitace (velká písmena GR ve slově proGResy). Název je volně inspirován také workshopy RAGTime, které probíhají na Fyzikálním ústavu v Opavě déle než 20 let. Více informací na [progresy.physics.cz](http://progresy.physics.cz).