

## Úloha VI.C ... Stlačená Země

5 bodů; průměr 4,04; řešilo 25 studentů

Mnoho lidí se neopodstatněně obává toho, že vědci v CERNu jednou omylem vyrobí černou díru, která vzápětí pohltí celou Zemi. Představte si, že by k této katastrofě opravdu došlo a spočtete, jak velká díra (tzn. s jakým Schwarzschildovým poloměrem) by tímto způsobem vznikla. Potřebné údaje hledejte v textu Výfučení nebo na internetu.

Proces vzniku černé díry<sup>1</sup> je obtížně popsatelný, nicméně si musíme uvědomit, že ho pro tuto úlohu nepotřebujeme znát. Zajímá nás pouze konečný stav děje a vlastnosti černé díry na konci tohoto stavu. Můžeme se proto ihned podívat na vzorec pro Schwarzschildův poloměr a zjistit, co potřebujeme vypočítat, abychom ho dokázali určit:

$$r_s = \frac{2GM}{c^2}.$$



V této rovnici je  $G \doteq 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1}$  univerzální gravitační konstanta, kterou si lze dohledat ve fyzikálních tabulkách,  $c \doteq 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  je rychlost světla ve vakuu, kterou jsme našli opět v tabulkách a jediný volný parametr, který se v rovnici nachází, je hmotnost černé díry  $M$ .

Černá díra, která se vytvoří, bude mít stejnou hmotnost jako má naše planeta Země, ze které vznikla. Tato hmotnost je opět dostupná v tabulkách jako  $M \doteq 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ . Nyní stačí již jen dosadit do vzorce všechny hodnoty:

$$r_s = \frac{2GM}{c^2} = \frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{(3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})^2} \doteq 0,88 \text{ cm}.$$

Černá díra, která by vznikla stlačením Země by tedy měla poloměr pouze 8,8 mm. Takto malá hodnota má původ v malé hodnotě gravitační konstanty  $G$  (gravitace je oproti ostatním základním interakcím výrazně nejslabší) a relativně velké rychlosti světla  $c$ .

## K realnosti úlohy

Na začátku řešení jsme zmínili, že nic nevíme o procesech, které stály za stvořením černé díry. Autor řešení by však chtěl rozptýlit případné obavy o tom, že by pokusy v CERNu mohly skutečně vytvořit černou díru, která by mohla nějak ohrožovat Zemi?<sup>2</sup>

I kdyby se černá díra opravdu v CERNu vytvořila, nemohla by přeměnit celou Zemi na černou díru. Gravitační síla, kterou by okolí přitahovala, by se totiž nezměnila a pořád by byla stejná (tudíž zanedbatelná, jelikož v CERNu se sráží protony). Černým díram se sice zvětší hustota, ne však hmotnost. Jediným způsobem, jak by mohla pohlcovat ostatní látky, by bylo, kdyby do nich narazila. Schwarzschildův poloměr pro proton je však malý, dokonce je menší, než velikost atomu. Taková díra by tedy měla vůbec obtíže nabrat další hmotu.

Můžeme tedy kategoricky odmítnout jakékoliv domněnky o tom, že by černé díry vytvořené v CERNu mohly pohltit Zemi. Pokud vás tato problematika zajímá více, můžete se podívat na řešení podobné úlohy ve FYKOSu.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>A to, jestli vůbec může vzniknout.

<sup>2</sup>Tato potřeba pramení z panických novinových článků, jako například zde: <http://bit.ly/2qYWWtC>.

<sup>3</sup><http://fykos.cz/rocnik29/reseni/reseni3-5.pdf>

*Poznámky k došlým řešením*

Většina řešitelů správně dokázala počítat Schwarzschildův poloměr, nicméně někteří si špatně přečetli zadání a počítali poloměr dvou protonů namísto celé Země. Také se vyskytly případy špatného doplnění jednotek konstant. Fyziku za úlohou však všichni řešitelé pochopili.

*Jindřich Dušek*

`jindra@vyfuk.mff.cuni.cz`

---

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.  
Pro zobrazení kopie této licence navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.