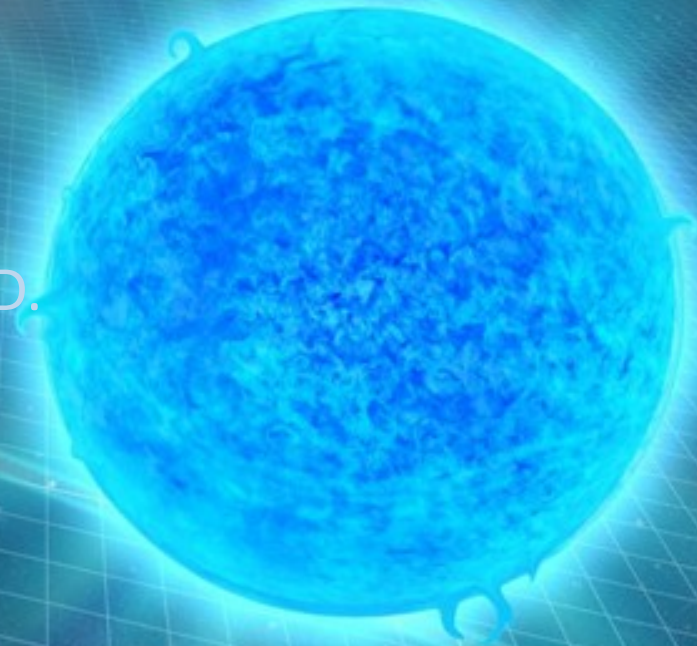


Teorie relativity

-

Zajímavé efekty plynoucí z OTR

RNDr. Jaroslav Vrba PhD.



Gravitační čočky – úvod

- Gravitační **čočky** vznikají, když masivní objekt **zakřiví** časoprostor (dráhu světa) jeho gravitačním polem
- Efekt vychází z **Einsteinovy** obecné teorie relativity a poprvé byl experimentálně **potvrzen** při zatmění **Slunce** v roce 1919.
- Rudolf (Rudi) **Mandl**, český vědec a matematik, **přispěl** k teoretickému pochopení gravitačních čoček (**ukecal** Einsteina aby se tomuto tématu **věnoval**, i když efekt se zdá být zanedbatelný)
- Gravitační čočky se **projevují** jako zkreslení nebo rozdělení obrazu vzdálených galaxií či hvězd a pomáhají studovat **neviditelné** části vesmíru, jako je temná hmota.

Typy gravitačních čoček

- Silná gravitační čočka: vytváří **výrazné** jevy, jako jsou Einsteinovy **prstence** nebo Einsteinův **kříž**.
- Slabá gravitační čočka: způsobuje jemné **zkreslení** obrazu vzdálených **objektů**, které se využívá ke studiu **rozložení** hmoty ve vesmíru.
- Mikročočky: krátkodobé **zvýšení** jasnosti hvězdy, když ji gravitačně **čočkuje** jiný objekt (často využíváno k hledání exoplanet).

E

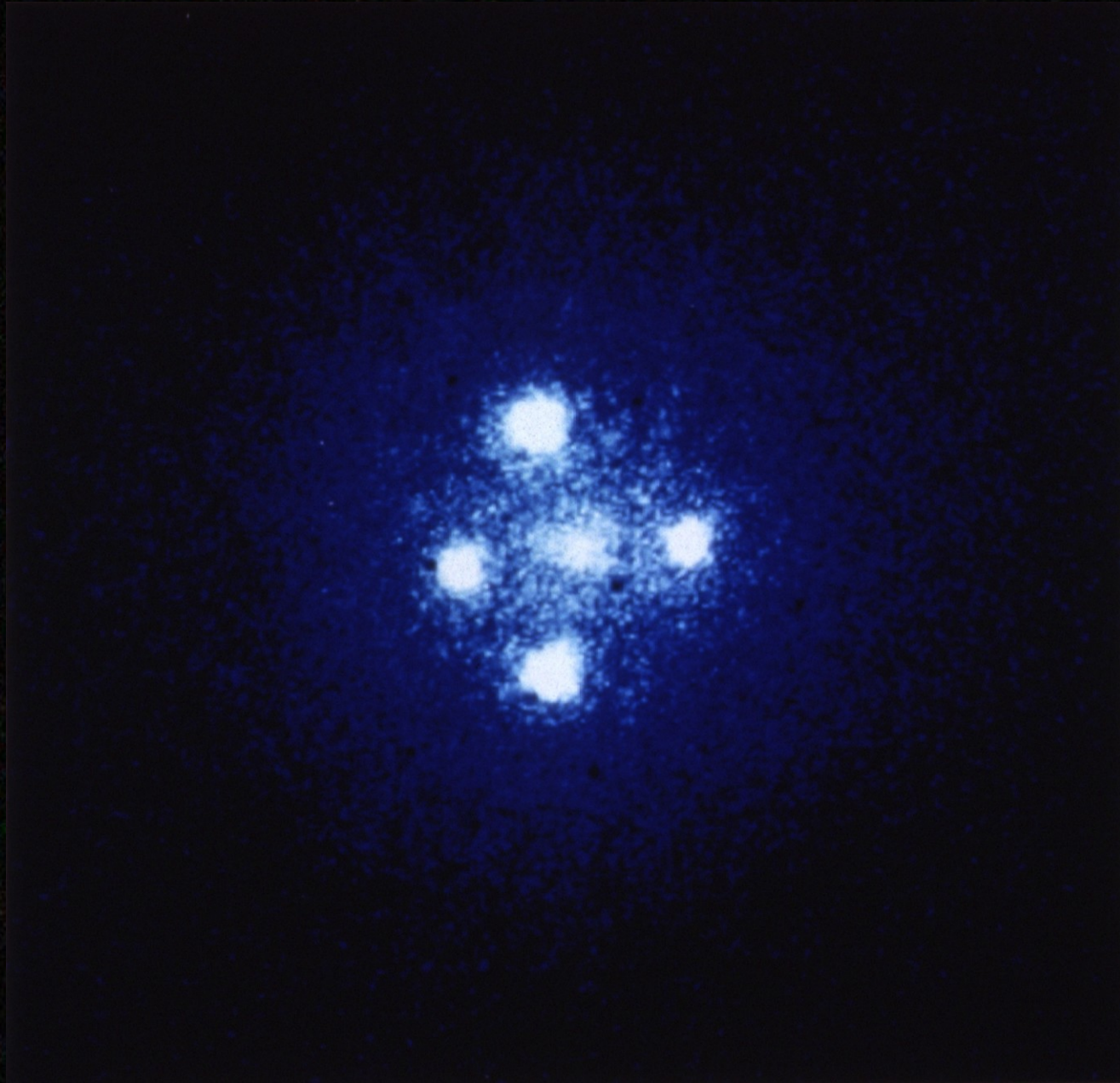
• E

V

• E

g

• T



m

Gravitační čočky jako nástroj pro studium vesmíru

- Gravitační čočky odhalují **rozložení** temné **hmoty**, která nevydává světlo, ale má **gravitační** vliv
- Umožňují **pozorování** vzdálených galaxií a jejich **vlastností**, které by jinak **nebyly** viditelné
- Pomocí čoček lze **měřit** hmotnost a hustotu velkých **struktur**, jako jsou kupy galaxií – video [8h0](#), [8h0a](#)

"Fotografie" černých děr (Event Horizon Telescope – EHT)

- V roce 2019 byla zveřejněna **první** přímá „fotografie“ **supermasivní** černé díry a jejího okolí v centru **galaxie** M87
- Event Horizon Telescope (**EHT**): síť **propojených** rádiových dalekohledů po **celém** světě – video [8ha](#)
- Další (přímé/nepřímé) potvrzení existence **horizontu** událostí a **testování** Einsteinovy teorie v extrémních podmínkách – video [8hb](#)

Červí díry – hypotetické „zkratky“ ve vesmíru



M87 Blackhole



M87 Wormhole

Event Horizon Telescope Collaboration

Institute of Physics in Opava, CZ

- **Neexistuje** přímý experimentální **důkaz** o existenci červích děr

Vliv mediálně známých fenoménů na vědu a společnost

- Popularizace fyziky: snímky černých děr nebo objev gravitačních vln **zvýšily** zájem o **astrofyziku**
- Filmový **průmysl** (např. Interstellar, zaměstnával vědce) **ovlivněn** novými objevy a nový impuls, **grafické** efekty!!
- **Literární** bum, nejen ve **populárně** naučné literatuře

Otázky

- Co jsou gravitační čočky a jak pomáhají při studiu vzdáleného vesmíru?
- Jak vznikla „fotografie“ černé díry z EHT a co jsme z ní zjistili?
- Kde se vzal koncept červí díry a proč je tak lákavý?
- Jaký je pro vás nejlepší vědecký koncept ve filmu nebo literatuře?
- <https://www.youtube.com/watch?v=-T7QBMI5s3A>
- <https://www.youtube.com/watch?v=ox2rCqjnXLI>