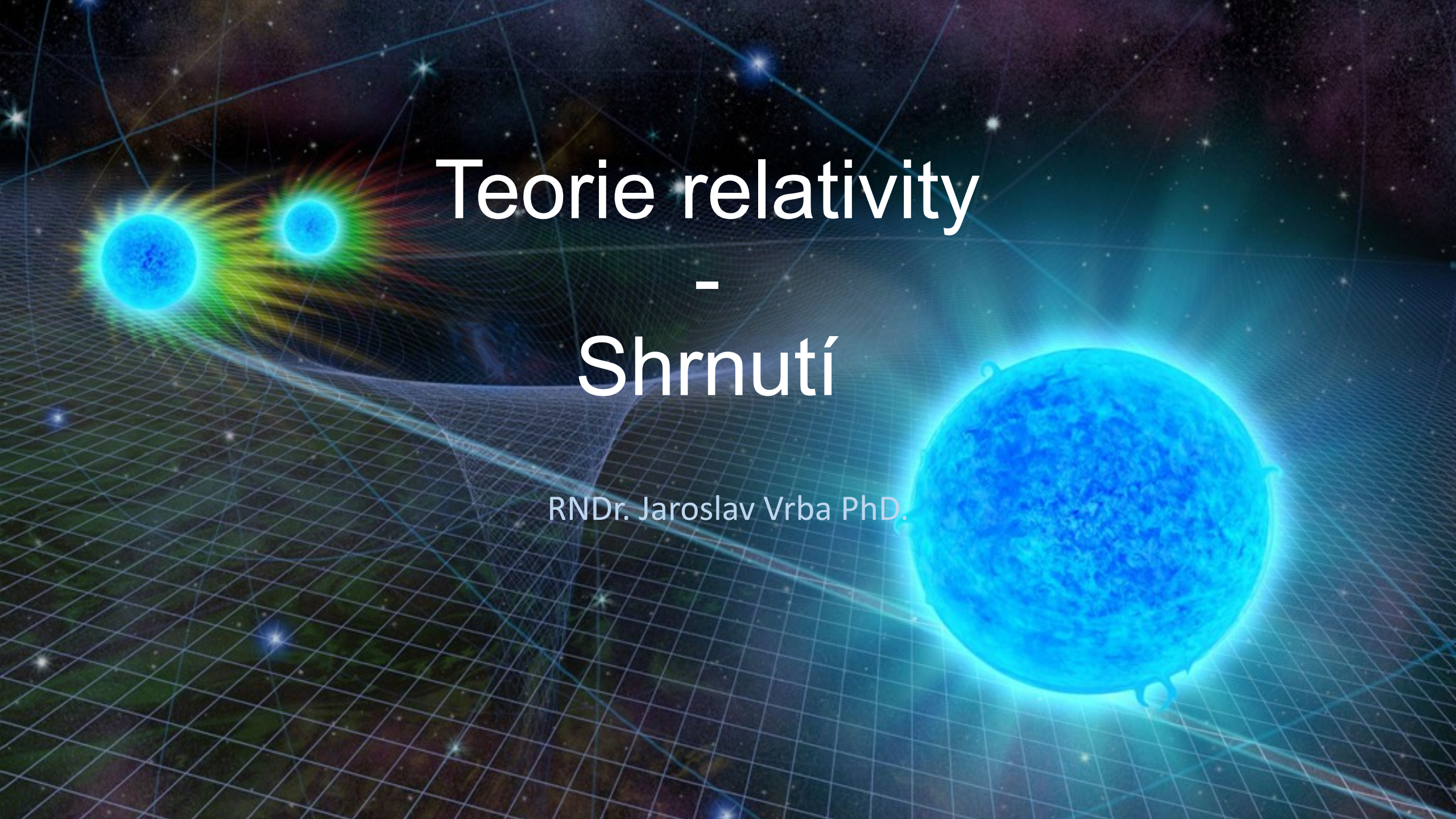


Teorie relativity

-

Shrnutí

RNDr. Jaroslav Vrba PhD.



Začátky zkoumání gravitace

- Aristoteles: První pokusy **popsat** gravitaci, chápal ji jako **přirozený** pohyb těles směrem k Zemi
- Galileo Galilei: Experimenty s volným pádem; **objevil**, že všechny objekty padají **stejnou** rychlostí (bez odporu vzduchu)
- Isaac Newton: Formulace zákona **univerzální** gravitace – gravitační síla závisí na **hmotnosti** těles a jejich vzdálenosti
- Problém Newtonovy gravitace: Předpokládá **okamžitý** přenos síly na **nekonečné** vzdálenosti a nevysvětluje, co gravitační sílu skutečně **přenáší**

Speciální teorie relativity (STR)

- Rychlost světla je **stejná** ve všech **inerciálních** soustavách
- Fyzikální zákony jsou **stejné** ve všech **inerciálních** soustavách
- Dilatace času: Čas **plyne** pomaleji pro **pohybující** se objekty
- Kontrakce délek: **Pohybující** se objekty se ve směru pohybu **zkracují**
- Ekvivalence hmotnosti a energie: $E=mc^2$
- STR položila základy pro **pochopení** vztahu mezi časem, prostorem a pohybem, což vedlo k rozšíření na **obecnou** teorii relativity

Úvod do obecné teorie relativity

- Obecná teorie relativity (OTR) je **rozšířením** speciální teorie relativity na **zrychlené** soustavy a gravitaci
- Gravitace není **síla**, ale **zakřivení** prostoročasu způsobené hmotou a energií
- Prostoročas jako **dynamická** struktura: masivní objekty **ovlivňují** jeho zakřivení a zakřivení **ovlivňuje** pohyb objektů

Principy obecné teorie relativity

- Princip ekvivalence: Gravitační a setrvačné **síly** jsou **nerozlišitelné**.
Těleso ve volném pádu necítí gravitaci
- Princip obecné kovariance: Zákony fyziky musí být **stejné** ve všech **soustavách**, bez ohledu na jejich pohyb

Einsteinovy rovnice gravitačního pole

- Popisují, jak hmota a energie **zakřivují** prostoročas
- „Hmota říká prostoročasu, jak se má zakřivit, a prostoročas říká hmotě, jak se má pohybovat.“
- **Nelineární** parciální **diferenciální** rovnice druhého řádu (těžko se hledá analytické řešení)
- Rovnice umožňují **modelovat** různé extrémní **jevy**, jako jsou černé díry a vývoj vesmíru

Kosmologická konstanta

- Zavedena Einsteinem v roce 1917 při aplikaci obecné teorie relativity na **vesmír** jako celek, cílem bylo **vytvořit** model statického vesmíru, který byl tehdy považován za správný
- Představuje **energii** prostoročasu, která **působí** jako odpudivá síla proti gravitačnímu **kolapsu**
- Po objevu rozpínání vesmíru Edwinem Hubblem v roce 1929 Einstein **kosmologickou** konstantu **odmítl** a označil ji za „největší chybu svého života“
- Pozdější výzkumy ukázaly, že vesmír nejen **expanduje**, ale zrychluje svou expanzi
- **Kosmologická** konstanta je nyní **spojována** s temnou energií

Klíčové fenomény OTR

- Gravitační červený posuv: Posun světla k **delším** vlnovým **délkám** při opuštění gravitačního pole
- Černé díry: Objekty s **extrémním** zakřivením prostoročasu, kde ani **světlo** nemůže **uniknout** (první „fotografie“ **okolí** černé díry z EHT v roce 2019)
- Gravitační vlny: **Zvlnění** prostoročasu způsobené **zrychleným** pohybem masivních objektů (potvrzené LIGO v roce 2015)
- Gravitační čočky: Zakřivení světla **masivními** objekty, umožňuje **studovat** temnou hmotu a vzdálené galaxie

Limity teorie relativity a kvantová gravitace

- Problémy teorie relativity: **Selhává** při popisu **extrémních** podmínek, jako jsou singularity nebo Velký třesk
- Kvantová gravitace: Snaha sjednotit OTR a **kvantovou** mechaniku (**pokusy**: teorie strun, smyčková kvantová gravitace)
- Budoucí výzkum: Porozumění Velkému třesku, černým díram a primordiálním gravitačním vlnám

Otázky

- Jaké fenomény OTR vás zaujaly a proč?
- Které koncepty by mohly mít podle vás zajímavé využití v multimédiích? (např. vizualizace, téma knih/filmů, ...)
- Jak hodnotíte strukturu a přístup přednášek? Co byste případně změnili?