

# Teorie relativity a astronomie

*Přednášející:* Mgr. Eva Kovářová, Mgr. Lukáš Richterek, Ph.D.

*Kód předmětu:* KEF/TRUA

*Studijní programy:* Fyzika B1701, obor Fyzika se zaměřením na vzdělávání (1701R003)

*Semestr:* letní, 3. ročník

*Rozsah výuky a způsob ukončení:* 3+2, zápočet a zkouška

*Náplň přednášky:*

1. Základy sférické astronomie. Astronomické souřadnice – obzorníkové, rovníkové, ekliptikální, galaktické. Postavení Země ve vesmíru, pohyby nebeských těles, precese, nutace, aberace, paralaxa, refrakce. Určování vzdálenosti a jednotky, určování času a kalendář, zatmění a zákryty nebeských těles.
2. Nebeská mechanika Gravitace, Newtonův gravitační zákon, Keplerovy zákony, problém 2 těles, Binetova rovnice, pohyb po elipse, efektivní potenciál, Keplerova rovnice a její řešení. Viriálová věta.
3. Základy astrofyziky. Jasnosti hvězd – Pogsonova rovnice. Stavové veličiny hvězd – hmotnosti, rozměry, zářivosti, spektrální třídy, chemické složení. H-R diagram, vývoj hvězd, závěrečná stádia vývoje hvězd. Vnitřní stavba hvězd, zdroje hvězdné energie.
4. Stelární a galaktická astronomie. Vlastní pohyb, proměnné hvězdy: cefeidy, hvězdy RR Lyr, T Tau, miridy, novy, supernovy. Soustavy hvězd: zákrytové dvojhvězdy, spektroskopické dvojhvězdy, vizuální dvojhvězdy, dynamická paralaxa. Hvězdokupy a asociace, stavba Galaxie, klasifikace galaxií, rotace Galaxie. Kvasary.
5. Sluneční soustava. Slunce, vnitřní stavba, fotosféra, chromosféra, koróna, sluneční vítr, sluneční činnost, planety, malá tělesa sluneční soustavy (družice planet, planetky, komety, meteoroidy), elementy drah planet. Vznik a vývoj sluneční soustavy.
6. Základy kosmologie. Kosmologické modely vesmíru – kosmologické parametry, kosmologický antropický princip. Základní představy standardního kosmologického modelu Velkého třesku a pozorování v jeho prospěch (kosmické mikrovlnné záření, vznik jader lehkých prvků, formování struktur).
7. Princip relativity v klasické fyzice. Základní principy a východiska speciální teorie relativity, obecné vlastnosti prostoru a času, princip relativity. Princip konstantní rychlosti světla. Lorentzovy transformace.
8. Základní kinematické důsledky, Minkowského prostoročas, prostoročasové diagramy, světočáry, kauzální struktura prostoročasu, čtyřvektory, zrychlený pohyb.
9. Relativistická dynamika, relativistická a klidová hmotnost, relativistická hybnost, pohybové rovnice, vztah hmotnosti a energie, transformace síly. Aplikace na jednoduché případy (srážky, rozpady částic).
10. Paradoxy v teorii relativity, experimentální ověřování. Základy relativistické optiky, Dopplerův jev, optický vzhled relativistických objektů, zdánlivé nadsvětelné rychlosti v astrofyzice.
11. Popis spojitých prostředí. Relativistická elektrodynamika, Maxwellovy rovnice, transformace elektrického a magnetického pole. Obecná Lorentzova transformace, Lorentzova a Poincarého grupa, variační princip ve speciální teorii relativity.
12. Základní představy obecné teorie relativity, princip ekvivalence. Gravitace jako zakřivení prostoročasu, základní důsledky a experimentální testy.

*Požadavky k absolvování předmětu a způsob klasifikace:*

Získání kreditů i klasifikace jsou založeny na bodování dílčích testů, na absolvování testů jsou povoleny nejvýše 3 pokusy, body se započítávají z nejlépešího.

## Bodový systém a hodnocení

### Zápočet

60 %-ní aktivní účast na cvičení	5 bodů
projekt astrosoftware	10 bodů
DCV	8 bodů
praktická orientace na obloze	5 bodů
exkurze v Pevnosti poznání	2 body

**K získání zápočtu je nutno získat 15 bodů!**

### Hodnocení

63 a více bodů .....	A
56 – 62 bodů .....	B
49 – 55 bodů .....	C
42 – 48 bodů .....	D
35 – 41 bodů .....	E
34 a méně bodů .....	F

### Zkouška

2 testy	celkem max. 40 bodů
případná ústní zkouška	7 bodů

Domácí cvičení najdete v systému Moodle na adrese:

<http://moodle.upol.cz>

## Doporučená literatura

- Bajer, J. (2004). *Mechanika 2*. PřF UP Olomouc, ISBN 80-244-0884-8.
- Bartuška, K. (1991). *Kapitoly ze speciální teorie relativity*. Praha: SPN, ISBN 80-04-22915-8.
- Bartuška, K. (2010). *Fyzika pro gymnázia – Speciální teorie relativity*. Praha: Prometheus, ISBN 978-80-7196-388-2.
- Dvořák, L. (1984). *Obecná teorie relativity a moderní fyzikální obraz vesmíru*. Praha: SPN.
- Feynman, R. P., Leighton, R. B., Sands, M. (2000–2002). *Feynmanovy přednášky z fyziky 1–3*. Havlíčkův Brod: Fragment, ISBN 80-7200-405-0, 80-7200-420-4, 80-7200-421-2.
- Hanč, J., Tuleja, S. (2008). *Teória relativity s príkladmi* [online]. Košice: PřF UPJŠ. Dostupné z [http://physedu.science.upjs.sk/modelovanie/files/hanc\\_relativita\\_2008.pdf](http://physedu.science.upjs.sk/modelovanie/files/hanc_relativita_2008.pdf).
- Halliday, D., Resnick, R. a Walker, J. (2013). *Fyzika 2*. Brno: VUTIUM, ISBN 978-80-214-4123-1.
- Hartle, J. B. (2003). *Gravity: An Introduction to Einstein's General Relativity*. San Francisco: Addison Wesley, ISBN 0-8053-8662-9.
- Hlad, O., Pavloušek, J. (1990). *Přehled astronomie*. Praha: SNTL, ISBN 80-03-00160-9.
- Karttunen, H. et al. (2007). *Fundamental Astronomy*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, ISBN 978-3-540-34143-7.
- Kleczek, J. (2002). *Encyklopedie Vesmíru*. Praha: Academia. ISBN 80-200-0906-X.
- Kleczek, J. (2013). *Toulky vesmírem*. Praha: Aldebaran Group for Astrophysics. ISBN 978-80-904582-4-6.
- Klepešta, J. a Růkl, A. (1971). *Souhvězdí*. Praha: Artia.
- Kulhánek, P. a Červenka, M. (2001). *Příklady z astrofyziky* [online]. Dostupné z <http://www.aldebaran.cz/studium/astrofyzika.pdf>.
- Lambourne, R. J. A. (2010). *Relativity, Gravitation and Cosmology*. Cambridge: Cambridge University Press, ISBN 978-0-521-13138-4.
- Lenža, L. (2002). *Astronomie pro každého*. Olomouc: Rubico. ISBN 80-85839-84-9.
- Macháček, M. (1998). *Fyzika pro gymnázia – Astrofyzika*. Praha: Prometheus, ISBN 80-7196-091-8.
- Mikulášek, Z. a Krtička, J. (n.d.). *Fyzika hvězd a hvězdných soustav* [online]. Dostupné z <http://astro.physics.muni.cz/download/documents/skripta/F3080.pdf>.
- Mikulášek, Z. a Votruba, V. (n.d.). *Stavba a vývoj vesmíru* [online]. Dostupné z <http://astro.physics.muni.cz/download/documents/skripta/F6550.pdf>.
- Novotný, J. et al. (2005). *Základy teorie relativity* [online]. Brno: MU, ISBN 1802-128X. Dostupné z <http://is.muni.cz/elportal/?id=703391>.
- Richterek, L. (2013). *Teorie relativity a astronomie*. Olomouc: UP, ISBN 978-80-244-3335-6. Dostupné z [http://mofy.upol.cz/vystupy/02\\_texty/modul\\_trua.pdf](http://mofy.upol.cz/vystupy/02_texty/modul_trua.pdf).
- Rindler, W. (2006). *Relativity. Special, General, and Cosmological*. Oxford University Press, ISBN 0-19-856732-4.
- Shu, F. H. (1982). *The Physical Universe: An Introduction to Astronomy*. Sausalito: University Science Books, ISBN 0-935702-05-9.
- Šedivý, P. (2003). *Kapitoly ze speciální teorie relativity*. Knihovnička FO č. 60. Hradec Králové: MAFY. Dostupné z <http://fo.cuni.cz/texty/str.pdf>.
- Štefl, V. a Krtička, J. (n.d.). *Historie astronomie* [online]. Dostupné z <http://astro.physics.muni.cz/download/documents/skripta/F6560.pdf>.
- Štefl, V., Krtička, J. a Korčáková, D. (2002). *Úlohy z astrofyziky*. Brno: PřF MU. Dostupné z <http://astro.physics.muni.cz/download/documents/skripta/F9090pc.pdf>.
- Široký, J., Široká, M. (1966). *Základy astronomie v příkladech*. Praha: SPN.
- Šolc, V. et al. (1983). *Fyzika hvězd a vesmíru*. Praha: SPN.
- Vanýsek, V. (1980). *Základy astronomie a astrofyziky*. Praha: Academia.
- Wolf, M. (1992). *Astronomická příručka*. Praha: Academia.
- Zejda, M. (n.d.a). *Základy astronomie 1* [online]. Dostupné z <http://astro.physics.muni.cz/download/documents/skripta/F1251.pdf>.
- Zejda, M. (n.d.b) *Základy astronomie 2* [online]. Dostupné z <http://astro.physics.muni.cz/download/documents/skripta/F2252.pdf>.