

## Princip gravitačních vln a jejich šíření

[Gravitační vlny](#) je možné si představit analogicky jako např. [elektromagnetické vlny](#). Ty mohou vznikat např. tak, že dvě [částice](#) se stejně velkým, ale opačným nábojem obíhají kolem středu své spojnice. V jejich okolí vzniká elektrické [pole](#) i [magnetické pole](#).

Nabitá částice, která se pohybuje, vytváří kolem sebe magnetické pole.

Výsledné [elektromagnetické pole](#) lze registrovat v libovolné [vzdálenosti](#) od rotujících částic. To znamená, že prostorem se šíří elektromagnetická vlna.

[Elektromagnetická interakce](#) má nekonečný dosah, takže teoreticky je elektromagnetické pole vznikající při [pohybu](#) dvou částic registrovatelné kdekoliv v prostoru. Prakticky ovšem od určité vzdálenosti od pohybujících se částic naměříme tak malou hodnotu velikosti [magnetické indukce](#), velikosti [elektrické intenzity](#), ..., které budou menší, než je přesnost měřících přístrojů a technické možnosti těchto přístrojů. Od této vzdálenosti bude tedy elektromagnetické pole nedetekovatelné.

Analogickým způsobem se šíří i gravitační vlny. Je nutné je ale popisovat [obecnou teorií relativity](#), neboť [Newtonův gravitační zákon](#) předpokládá působení [gravitační síly](#) přímo do dálky. To je ovšem ve sporu se závěry speciální teorie relativity, která spolu s [principem kauzality](#) zakazuje šíření jakéhokoliv signálu [rychlostí](#) o větší velikosti, než je [velikost rychlosti světla](#) ve [vakuu](#).

Rozdíl mezi Newtonovým působením do dálky a Einsteinovým působením do blízka lze vysvětlit na následujícím smyšleném příkladu. Kdyby [Slunce](#) náhle zmizelo ze své standardní polohy ve [Sluneční soustavě](#), podle Newtonovy teorie bychom se to dozvěděli okamžitě se zmizením Slunce. Okamžitě by na [Zemi](#) byla tma, začalo by se ochlazovat a Země by se začala pohybovat rovnoměrným přímočarým pohybem (neexistovala by [dostředivá síla](#) realizovaná gravitační silou Slunce, která způsobuje [pohyb po kružnici](#)).

V Einsteinově pojetí bychom se o zmizení Slunce dozvěděli až za zhruba 8 minut - to je doba, kterou potřebuje světelný [paprsek](#) (i [gravitační interakce](#), která se též přenáší rychlostí světla), aby urazil vzdálenost ze Slunce na Zem.

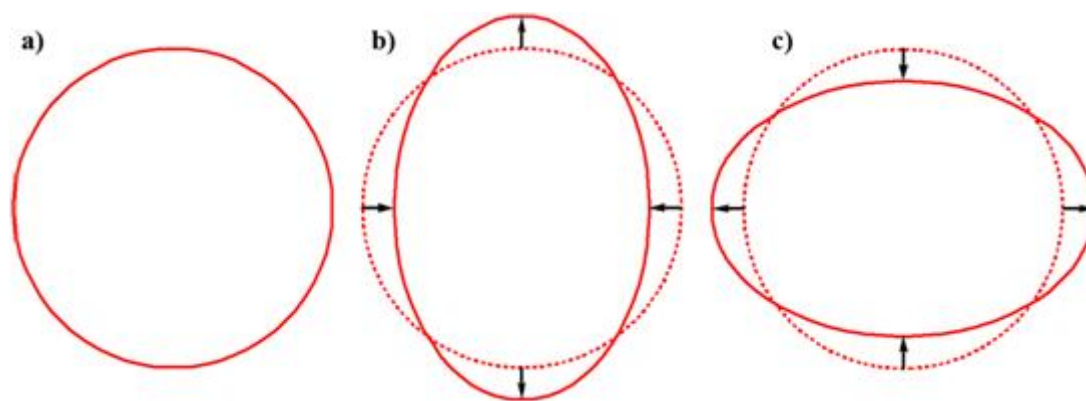
Gravitační vlny vznikají při vzájemném pohybu dvou a více těles a jedná se o [příčné vlnění](#). Většina blízkých vesmírných objektů (Slunce, [planety](#), [hvězdy](#), ...) vytvářejí velmi slabé [gravitační pole](#). Vzdálenější objekty a [události](#) ([černé díry](#), [pulsary](#), [kvasary](#), ...; [srážky](#) pulsarů, srážky černých děr, nesymetrický kolaps hvězdy, [výbuch supernovy](#), ...) vytvářejí sice silnější gravitační pole, ale tyto objekty a události jsou od nás dále. A [amplituda gravitační vlny](#) přitom klesá nepřímo úměrně se vzdáleností. Z těchto důvodů jsou gravitační vlny velmi těžko detekovatelné pomocí [detektorů gravitačních vln](#).

Velké [zakřivení prostoročasu](#) kolem masivních vesmírných objektů a vznik gravitačních vln ve vesmíru si lze představit velmi jednoduchým modelem: s pomocí trampolíny. Ta představuje prostoročas. Jestliže na trampolínu umístíme nějaké těleso nebo si na ní stoupne nějaká osoba, trampolína se prohne. Fyzikálně tedy vznikne [zakřivený prostoročas](#). S rostoucí hmotností tělesa na trampolíně (dítě, silný velký muž, ...) roste průhyb trampolíny - tj. roste zakřivení prostoročasu.

Položíme-li na trampolínu těžší kouli a uvedeme jí do pohybu, bude se po trampolíně posouvat i průhyb, který koule způsobí. Použijeme-li více koulí a budeme je např. na trampolíně srážet, bude se trampolína vlnit - tj. po trampolíně (prostoročas) se budou šířit vlny. Analogicky se šíří i gravitační vlny vesmírem.

Gravitační vlny, které se šíří prostoročasem, tento prostor deformují. Zakřivením prostoročasu tak vzniká [síla](#), která působí na volná tělesa. Ta se vlivem této síly deformují tak, že periodicky zvětšují a zmenšují své rozměry po dobu, po kterou daným místem prostoročasu prochází gravitační vlna. Při průchodu gravitační vlny se dané těleso deformuje tak, že se v jednom směru prodlouží a

ve směru kolmém se zkrátí (viz obr. 105, na kterém se gravitační vlna šíří z roviny obrázku). Během průchodu gravitační vlny se periodicky střídají stavy tělesa, která jsou zobrazená na obr. 105b a obr. 105c.



Obr. 105

Gravitační vlny deformují tělesa (viz obr. 105), což znamená, že tyto vlny přenášejí [energii](#). energii získávají gravitační vlny na úkor [vazebné energie](#) soustavy, vlivem jejíhož pohybu vznikají (masivní hvězdy, černé díry, ...). Tyto soustavy jsou většinou tvořeny více tělesy ([dvojhvězdy](#), černá díra a kolem ní rotuje hvězda, ...). Tím, že se zmenšuje jejich energie (kterou odnášejí gravitační vlny), se tělesa dané soustavy přibližují k sobě. Na základě [zákona](#) zachování momentu [hybnosti](#) (resp. [zákona zachování energie](#)) to znamená, že roste [velikost rychlosti](#) těles v soustavě. Jednotlivá tělesa soustavy se proto k sobě přibližují, až soustava zanikne. Tím ovšem vzniknou gravitační vlny s relativně velkou amplitudou gravitační vlny.

Ve výše uvedené analogii prostoročasu a trampolíny, je zřejmé, že když se budou dva objekty na trampolíně (např. dva míče s velkou hmotností) vzájemně pohybovat, budou se šířit po trampolíně vlny (trampolína se bude vlnit).

Fakt, že zmenšení energie těles dané soustavy znamená jejich přiblížení k sobě, vyplývá ze vzájemného [gravitačního působení](#) těles soustavy. Nebudou-li mít dostatečnou energii, nebudou moci „vzdorovat“ gravitační síle a napadají navzájem na sebe. [Družice](#) obíhá kolem Země také proto, že má určitou [kinetickou energii](#) (pohybuje se „správnou“ [kruhovou rychlostí](#)). Když energii ztratí, začne se přibližovat vlivem gravitační síly k Zemi.

© Encyklopedie Fyziky (<http://fyzika.jreichl.com>); Jaroslav Reichl, Martin Všeticka

Licence <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/> zakazuje úpravy a komerční distribuci.