***STR a princip kauzality

Na základě relativnosti současnosti je zřejmé, že dvě události současné v jedné vztažné soustavě nemusí být současné v jiné vztažné soustavě. Zkusme nyní zjistit, zda existují dvě soustavy, v nichž dojde k prohození sledu časových událostí, tj. v soustavě *S* nastane dříve událost *A* a poté událost *B*, zatímco v soustavě S', která se vůči soustavě *S* pohybuje rychlostí $\vec{v}$, nastane dříve událost *B* a poté událost *A*.

Nechť událost *A* nastane v soustavě *S* v čase t_A v místě x_A. Pro pozorovatele v soustavě S' nastane uvedená událost v čase t'_A, pro nějž platí: $t'_A = \frac{t_A - \frac{v}{c^2}x_A}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ (podle Lorentzovy transformace). Analogicky lze předpokládat, že událost *B* nastane v soustavě *S* v čase t_B v místě x_B. Pro pozorovatele v soustavě S' pak tato událost nastává v čase t'_B, pro který platí: $t'_B = \frac{t_B - \frac{v}{c^2}x_B}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$.

Pokud by mělo dojít k prohození časového sledu událostí *A* a *B* v soustavách *S* a S', muselo by platit: $t_B > t_A$ a zároveň $t'_B < t'_A$. (Nebo případ, kdy obě nerovnosti budou opačné.) Z podmínky $t'_B < t'_A$ lze postupně odvodit, že $t'_B - t'_A < 0$ a tedy $\frac{t_B - t_A - \frac{v}{c^2}(x_B - x_A)}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} < 0$. Odtud $t_B - t_A < \frac{v}{c^2}(x_B - x_A)$ a dále $\frac{x_B - x_A}{t_B - t_A} > \frac{c^2}{v}$. Jenže $\frac{c^2}{v} = \frac{c}{v}.c > c$, což znamená, že pokud chceme dosáhnout obrácení sledu dvou událostí ve dvou různých vztažných soustavách, pak se signál v soustavě *S* musí šířit rychlostí větší než je velikost rychlosti světla ve vakuu. Podíl $\frac{x_B - x_A}{t_B - t_A}$ totiž odpovídá rychlosti šíření signálu v soustavě *S*.

Pokud by událostí *A* bylo vyslání světelného signálu a událostí *B* jeho příjem, znamenalo by to, že světlený signál je nejprve přijat a poté teprve vyslán. A to je evidentní nesmysl!

Kdyby se mohl nějaký objekt (třeba „jen“ světelný signál) pohybovat rychlostí větší než je velikost rychlosti světla ve vakuu (nadsvětelná rychlost), bylo by možné posílat zprávy do minulosti. To by ovšem vedlo k narušení **principu kauzality**. Ten říká, že následek nenastává dříve než příčina. V případě nadsvětelné rychlosti by byl tento princip porušen.

Nyní se můžeme podrobněji podívat na důvod, proč se žádné těleso nemůže pohybovat větší rychlostí, než je velikost rychlosti světla ve vakuu. Vedlo by to, jak bylo již řečeno, k narušení principu kauzality. „Zákaz“ větších rychlostí než je velikost rychlosti světla ve vakuu tedy neplyne přímo ze speciální teorie relativity, ale ze spojení speciální teorie relativity s principem kauzality.

Důsledkem tohoto zákazu pak je skutečnost, že neexistuje absolutně tuhé těleso. Absolutně tuhé těleso je model tělesa, který si lze představit tak, že jakákoliv změna provedená na jednom konci tělesa (postrčení tělesa, ...), se okamžitě projeví na konci druhém. To není reálně možné, neboť by to znamenalo šíření daného vzruchu (informace) tělesem nekonečnou rychlostí. Vzruch se ale tělesem šíří v podobě vlny elastické deformace, jejíž rychlost je stejná jako rychlost zvuku v daném materiálu. A tedy je shora omezená velikostí rychlosti světla ve vakuu.

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.