18. ročník, úloha IV . 3 ... *limuzína v garáži* *(4 body; průměr 2,50; řešilo 32 studentů)*

Jeden z vítězů Superstar narazil na problém. Jeho nová limuzína je příliš dlouhá na to, aby se vešla do jeho staré garáže. Jeho kamarád, který studuje fyziku, si však věděl rady. Jelikož dobře zná práci Alberta Einsteina, uvědomil si, že pokud se limuzína rozjede dostatečně rychle, zkrátí se její délka z pohledu stojícího pozorovatele natolik, že se již do garáže vejde.

Na začátku a na konci garáže jsou umístěny padací dveře, které se spustí ve chvíli, kdy celá limuzína bude uvnitř. Z pohledu superstar v limuzíně se však naopak v důsledku kontrakce délek zkrátí garáž a vůz se do ní určitě nevejde. Rozhodněte, zda je možné tímto způsobem limuzínu do této garáže zaparkovat. *Podle úlohy z přednášky STR doc. Semeráka.*

Na začátku bych jen poznamenal, že tento příklad byl před rokem 1989 znám jako úloha o vysokém funkcionáři okresního výboru KSČ a jeho Tatře 613. Doba se však změnila, tudíž se změnilo i zadání úlohy.

Nezávisle na společensko-politickém podtextu je řešení tohoto zdánlivého paradoxu následovné. Z pohledu pozorovatele, který stojí v garáži, je situace jasná. Podle kontrakce délek vidí zkrácenou limuzínu, jak vjíždí do garáže. Když je uvnitř celá, zaklapnou se dveře a je hotovo. Limuzína je uvnitř, tudíž je zaparkováno.

Z pohledu řidiče limuzíny je situace poněkud složitější. Vyjdeme z Lorentzovy transformace

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}\,.$$

Nechť auto narazí předkem v čase $t = 0$ do dveří o souřadnici $x = 0$. Ve stejném okamžiku se zaklapnou zadní dveře, jež jsou v bodě $x = -g$. Pozorovatel v autě uvidí, že se dveře zaklaply v nějakém (pozdějším) čase v bodě o souřadnici

$$x' = -\frac{g}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

(do Lorentzovy transformace dosazujeme $t = 0$, $x = -g$). V soustavě spojené s autem má předek souřadnici $x' = 0$ a zadek souřadnici $x' = -a$. Požadujeme, aby se dveře zaklaply vlevo od konce auta (auto jede vůči zemi doprava, garáž proto vůči autu ujíždí doleva). To vyjádříme nerovnicí

$$\frac{-g}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} < -a\,,$$

odkud dostaneme stejnou nerovnost, jakou bychom dostali při výpočtu pomocí kontrakce délek v soustavě garáže

$$a < \frac{g}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}\,.$$

Závěrečný verdikt tedy zní: Ano, limuzína bude v garáži zaparkovaná. Otázkou však je, v jakém stavu ji její majitel (ať už je to papaláš z dob minulých či hvězda šoubyznysu z dob přítomných) najde. Po zastavení se totiž limuzína roztáhne zpět na původní délku, a do garáže se tudíž přirozeně nevejde. To ovšem nic nemění na tom, že už uvnitř je. Řešení tohoto problému však již nespadá do oblasti speciální teorie relativity, ale spíše do fyziky pevných látek. Každopádně limuzína po tomto pokusu nebude pojízdná. Na to není jiný recept než si koupit jinou (či ji dostat přidělenou z ústředí strany).

Ještě pár poznámek k došlým řešením. Velké množství řešitelů použilo následující argument: Limuzínu nelze takto zaparkovat, protože po zastavení se prodlouží na původní délku a nevejde se do garáže. To je sice pravda, ale takto zaparkovaná limuzína již nebude mít ani po zastavení svou původní délku, tentokrát však ne vlivem relativistických efektů, avšak v důsledku nevratné deformace. Hodně řešitelů dospělo k závěru, že výsledek záleží na tom, z které soustavy se díváme. Z pohledu soustavy spojené s garáží bude limuzína uvnitř, ale z pohledu soustavy spojené s limuzínou bude venku. To však není možné už z prosté úvahy, že pokud se podíváme po dlouhé době na garáž (když už se limuzína zastavila a deformační procesy ustaly), tak buď ta limuzína bude uvnitř, nebo bude kus čouhat ven. A to přece nemůže v žádném případě záviset na tom, ze které soustavy se díváme.

Jarda Trnka
jarda@fykos.mff.cuni.cz

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty UK MFF. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci UK MFF a podporován Ústavem teoretické fyziky UK MFF, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.