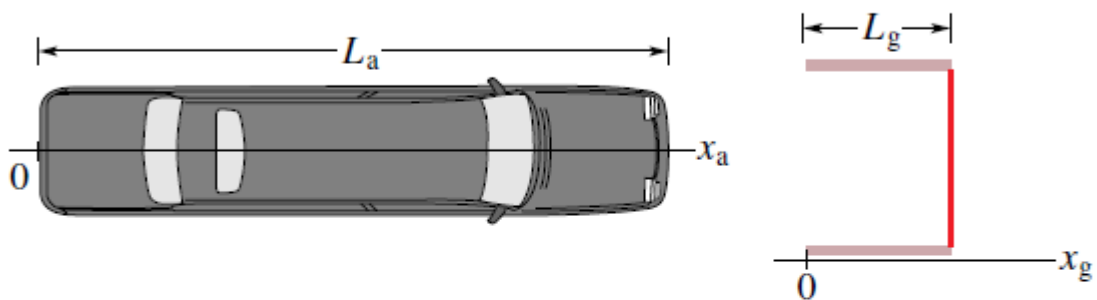


Cvičení ze STR 4. 3. 25

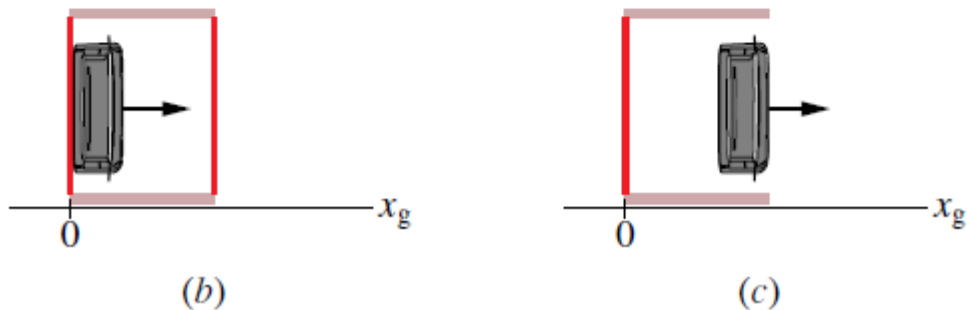
Dilatace času, kontrakce délky, skládání rychlostí

1. Kosmická loď, jejíž klidová délka je 350 m, má rychlost $0,8c$ vzhledem k jisté vztažné soustavě. Mikrometeorit, který má rovněž rychlost $0,8c$ v této soustavě, mívá loď v protisměru. Jak dlouho trvá, než ji mine, podle měření vykonaného na lodi?
2. Mějme tyč délky l_0 měřenou v jejím klidovém systému S' , která se v systému S pohybuje ve směru osy x rychlostí v . Tyč svírá úhel θ_0 s osou x' systému S' . Určete:
 - a) Délku l tyče měřenou v systému S .
 - b) Úhel θ který svírá tyč s osou x .
3. Atlet nesoucí horizontálně 20 stop dlouhou tyč vběhne rychlostí v takovou, že Lorentzův gama faktor je $\gamma = 2$, do místnosti, která má na délku 10 stop a zavře dveře. Vysvětlete, jak je to možné, když z hlediska atletovy klidové soustavy je místnost dlouhá jen 5 stop. (Nápověda: žádný signál ani interakce se nemůže šířit rychleji než světlo). Ukažte, že minimální délka místnosti, se kterou lze toto provést, je $\frac{20}{\sqrt{3}+2}$ stop.
4. Dvě částice se pohybují vysokou rychlostí v urychlovači částic. Pomalejší částice má 5m náskok před rychlejší (vzdálenost je měřena v klidové soustavě pomalejší částice). Rychlost částic je $v_1 = 0,8c$, $v_2 = 0,9c$. Rychlost obou částic je měřená ve vztažné soustavě laboratoře. Za jakou dobu vzhledem k pozorovateli v laboratoři rychlejší částice dožene pomalejší?
5. Představme si fotoaparát fotografující vzdálenou kulku. Kulka se vůči fotoaparátu pohybuje rychlostí v . Za kulkou (paralelně k její dráze) je umístěno pravítko. Pravítko je v klidu vzhledem k fotoaparátu. Směr fotoaparátu svírá s dráhou kulky úhel α . Jaká bude zdánlivá délka kulky na fotografii, když délka kulky v klidovém systému je l_0 ? (To jest, kolik dílků pravítka bude na fotografii kulkou zakryto?)

66. Problém auta v garáži. Automobilista právě koupil nejdelší limuzínu světa, jejíž vlastní délka je $L_a = 30,5$ m. Na obr. 38.25a ji vidíme parkovat před garáží, jejíž vlastní délka je $L_g = 6,00$ m. Garáž má přední vrata (která vidíme otevřena) a zadní vrata (která vidíme zavřena). Limuzína je zřejmě delší než garáž. Přesto garážmistr, který něco ví o relativistické kontrakci délky, uzavírá sázku s automobilistou, že auto lze umístit do garáže, i když budou oboje vrata zavřena. Automobilista, který ve fyzice tak daleko nedošel, prohlašuje takovou věc za principiálně nemožnou.



(a)



(b)

(c)

Abychom rozebrali představy garážmistra, spojíme osu x_a s limuzínou, nechť $x_a = 0$ na jejím zadním nárazníku, dále spojíme osu x_g s garáží a nechť $x_g = 0$ na jejích (nyní otevřených) předních vrátech. Automobilista vyjede s limuzínou přímo proti předním vratům rychlostí $0,9980c$ (což je pochopitelně technicky i finančně fantazie). Automobilista je v klidu ve vztažné soustavě x_a , garážmistr ve vztažné soustavě x_g .

Uvažujme dvě události. *Událost 1*: Když zadní nárazník projede předními vraty, tato vrata se zavřou. Nechť čas této události je pro oba pány nulový: $t_{g1} = t_{a1} = 0$. Událost nastává v místě $x_a = x_g = 0$. Obr. 38.25b ukazuje událost 1 z hlediska vztažné soustavy x_g . *Událost 2*: Když přední nárazník dosáhne zadních vrat, vrata se otevřou. Obr. 38.25c ukazuje událost 2 z hlediska vztažné soustavy x_g .

Jaké jsou podle garážmistra (a) délka limuzíny, (b) prostoročasové souřadnice x_{g2} a t_{g2} události 2? (c) Po jaký čas je limuzína „uvězněna“ v garáži s oběma vraty zavřenými?

Uvažujme nyní situaci z hlediska vztažné soustavy x_a , v níž se garáž řítí kolem limuzíny rychlostí $-0,998c$. Odpovězte z hlediska automobilisty na otázky: (d) Jaká je délka letící garáže, (e) jaké jsou prostoročasové souřadnice x_{a2} a t_{a2} události 2, (f) je limuzína po nějaký čas v garáži s oběma vraty zavřenými, (g) která z událostí 1, 2 nastala dříve? (h) Popište stručně udá-

losti 1, 2, jak je vidí automobilista. (Jsou tyto události příčinně závislé, tj. může jedna z nich způsobit druhou?) (i) A poslední otázka: Kdo vyhrál sázku?