Cvičení 17.3.

1. Užitím faktoru k nalezněte vztah pro relativistické skládání rychlostí v jednom směru.

Návod: Uvažujte světelný signál vyslaný pozorovatelem v jeho klidové soustavě S v čase t1. Pozorovatel V je v klidu v soustavě S´, která se pohybuje rychlostí v ve směru osy x´ splývající s osou x soustavy S, a zaregistruje tento signál v čase t2´=k(v)t1. Podobně pozorovatel U je v klidu v soustavě S´´, která se pohybuje ve směru osy x´´ splývající s x, x´ rychlostí u vzhledem k soustavě S, a rychlostí u´ vzhledem k soustavě S´. Tento pozorovatel zaregistruje signál v čase t3´´=k(u)t1=k(u´)t2´.

1. Dokažte, že je-li v<c, a zároveň u´<c, potom u<c. Návod: Podle podmínek úlohy je (c-v)(c-u’)>0.
2. Kosmická loď, jejíž klidová délka je 350 m, má rychlost 0,82c vzhledem k jisté vztažné soustavě. Mikrometeorit, který má rovněž rychlost 0,82c v této soustavě, míjí loď v protisměru. Jak dlouho trvá, než ji mine, podle měření vykonaného na lodi?
3. 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 v1 = 0, 8c, v2 = 0, 9c. Rychlost obou částic je měřená ve vztažné soustavě laboratoře. Za jakou dobu vzhledem k pozorovateli v laboratoři rychlejší částice dožene pomalejší?
4. 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 ? (To jest, kolik dílků pravítka bude zakryto?)
5. Odvoďte užitím faktoru k speciální Lorentzovu transformaci. Návod: Chceme najít vztah mezi souřadnicemi (t,x,y,z) a (t´,x´,y´,z´), které popisují tutéž událost U, pozorovanou ve dvou různých inerciálních vztažných soustavách S, S´, pohybujících se navzájem rychlostí v ve směru jejích splývajících os x, x´. Uvažujme pozorovatele A, který je v klidu v soustavě S a pozorovatele B, který je v klidu v S´.  Dejme tomu, že uvažovaná událost U je odraz signálu vyslaného pozorovatelem A v čase t1, který se vrátil v čase t2. Tento signál minul pozorovatele B v čase t1´=k t1 a při návratu v čase t2´=t2/k.

Úlohy na transformaci složek rychlosti:

1. Systém S´ se pohybuje rychlostí v vzhledem k systému S. Kulka je v systému S´ vypálena rychlostí u´ do úhlu vzhledem ke směru pohybu systému S´. Jaký je úhel θ měřený v S? Jaký bude tento úhel pro foton?
2. Úloha z minula: Aberace je jev popisující závislost směru pozorovaného světelného paprsku na rychlosti pozorovatele. Tudíž, jestliže dalekohled pozoruje hvězdu pod inklinačním úhlem θ´ vzhledem k horizontální rovině, ukažte že podle klasické fyziky bude „skutečná“ inklinace θ hvězdy dána vztahem , kde v je rychlost dalekohledu vzhledem ke hvězdě. Dále ukažte, že odpovídající relativistická formule je .