- 1. Betrakta kapplöpningen mellan observatören *A* och ljuspulsen som diskuteras i kursboken på sid 60 och framåt. Rumtidsdiagrammet i figur 4.2 visar hur det hela uppfattas av någon som står still på kapplöpningsbanan. Rita istället ett rumtidsdiagram ur *A*:s perspektiv, alltså ett där *A* befinner sig i vila. Diagrammet ska innehålla
 - i. A:s världslinje
 - ii. Ljuspulsen
 - iii. Banan, med start- och mållinje
 - iv. Banans samtidighetslinjer
 - v. Banans klockor vid start och mål, vid några relevanta ögonblick
- 2. Varför kan man inte addera och subtrahera hastigheter som vanligt i relativitetsteori? Förklara i ord!
- 3. Observatör A svischar förbi med farten 0,99c och strax efter kommer observatör B i samma riktning med farten 0,90c. Vad är den relativa farten mellan A och B (dvs. den fart varmed en av dem anser att den andra rör sig)?
- 4. Observatör *A* far åt vänster med farten 0,99*c* och observatör *B* far åt höger med samma fart. Vad är den relativa farten mellan dem?
- 5. Diagrammet till höger föreställer världslinjerna för tre observatörer *A*, *B* och *C*, samt några ljuslika streckade linjer.
 - (a) Hur kan man ur diagrammet se att den relativa farten mellan *A* och *B* måste vara lika stor som den relativa farten mellan *B* och *C*? (Ledning: Hur skulle diagrammet te sig ur *B*:s perspektiv?)
 - (b) Använd ditt svar i (a) för att rita in en hel serie ytterligare observatörer D, E, F, ... som alla rör sig med samma fart bort från den föregående i serien. Om serien skulle göras oändligt lång, vilken fart skulle den sista observatören i serien röra sig med? (Du har just konstruerat ett *geometriskt* bevis för att man kan addera hur många hastigheter som helst i relativitetsteori utan att överskrida ljushastigheten!)
- (a) Vad är det som påstås vara en paradox i den så kallade tvillingparadoxen?
 - (b) Varför är det ingen paradox?

6.

- (c) Om tvilling *A* stannar kvar på jorden medan tvilling *B* far iväg långt ut i rymden, vänder och far tillbaka igen, så kommer *B* att vara yngre än *A* vid återkomsten till jorden. Detta är det vanliga scenariot i tvillingparadoxen. Låt oss variera det lite: Tvilling *A* stannar kvar på jorden medan tvilling *B* ger sig iväg ut i rymden, men efter en tid ger sig även *A* iväg från jorden och lyckas så småningom komma ikapp *B* (som hållit konstant hastighet sedan sin avfärd från jorden). Vem är nu yngst när tvillingarna återses? Varför?
- 7. Observatören A far åt vänster med fart v och observatör B far åt höger med samma fart v. Hur stor får v högst vara för att det fel man begår om man säger att deras relativa fart är 2v ska vara mindre än 1%?