

1. Newtons gravitationslag förutsätter att gravitationskraften mellan två massor verkar momentant: om något händer med den ena massan så påverkar detta kraften på den andra ögonblickligen. Enligt den speciella relativitetsteorin kan denna informationsöverföring inte ske snabbare än ljuset.

2. Enligt ekvivalensprincipen finns två par av situationer som är ekvivalenta:
I: Att befinna sig i fritt fall mot till exempel jordytan, är ekvivalent med att befinna sig i tyngdlöst tillstånd ute i rymden, långt från stjärnor och planeter.
II: Att stå stilla på ytan av en himlakropp, till exempel jorden, är ekvivalent med att befinna sig i konstant acceleration ute i rymden, med en acceleration som är densamma som tyngdaccelerationen på himlakroppen ifråga.
Att situationerna är ekvivalenta innebär att det inte finns något (lokalt) experiment som kan användas för att skilja mellan dem. Man kan därmed säga att det inte finns något (lokalt) sätt att skilja mellan effekterna av gravitation och effekterna av acceleration. (Se vidare kursboken sid 145–147.)

3.
 - (a) A (Klockor går snabbare ju högre upp de befinner sig.)
 - (b) A (enligt en observatör i raket) (Se kursboken sid 147–148.)
 - (c) A och B går lika fort. (Det är ju fråga om fritt fall, så enligt ekvivalensprincipen måste de gå lika fort.)
 - (d) A (Tänk på tvillingparadoxen!)
 - (e) B (Situationen är enligt ekvivalensprincipen densamma som den i (d), men klockornas roller är ombytta.)
 - (f) A och B går lika fort. (Fritt fall!)

4. Använd formeln
$$T = \frac{L a}{c^2} t_{acc}$$
med $a = g \approx 10 \text{ m/s}^2$.
Om du är 30 år ($9,46 \cdot 10^8$ sekunder) blir svaret cirka $2,1 \cdot 10^{-6}$ sekunder.

5.

- (a) En sten, precis efter att den har släppts och faller mot marken (då vi kan anta att den närmar sig jordytan med ungefär $9,8 \text{ m/s}^2$). Enligt Newton rör sig stenen med accelerationen $9,8 \text{ m/s}^2$ nedåt. Enligt Einstein faller stenen fritt och har därför accelerationen 0. (Istället är det jordytan som accelererar uppåt mot stenen med $9,8 \text{ m/s}^2$.)
- Ett annat exempel är månen (eller någon annan himlakropp i bana kring någon annan): Enligt Newton accelererar månen i sin cirkelbana kring jorden, i meningen att den hela tiden ändrar hastighetsriktning. Enligt Einstein faller månen fritt och har därför ingen acceleration.
- (b) En äpple som ligger på jordytan. Enligt Newton ligger äpplet stilla och har accelerationen 0 (om vi bortser från att Newton anser att jorden som helhet befinner sig i svagt accelererad rörelse i sin bana kring solen). Enligt Einstein befinner sig äpplet inte i fritt fall, utan har istället en acceleration $9,8 \text{ m/s}^2$ uppåt.

6. Om man betraktar en ljuspuls som skjuts ut inne i en accelererande raket i rät vinkel mot accelerationsriktningen inser man att ljuspulen, betraktad inifrån raket, kommer tendera att böja av "bakåt" (i förhållande till accelerationsriktningen). Men enligt ekvivalensprincipen är denna situation ekvivalent med en där ljuspulsen istället skjuts ut i ett gravitationsfält nära en himlakropp. I denna ekvivalenta situation kommer ljuspulsen då böja av "nedåt", mot himlakroppen. Se vidare kursboken sid 149.
7. Ljusets bana kröker sig när ljus passerar i närheten av massiva objekt. Det gör att massiva objekt ute i rymden, som t.ex. svarta hål eller hela galaxer, fungerar som linser för det ljus som sänds ut från stjärnor eller galaxer bakom dem (från jorden sett). När vi ser sådana stjärnor eller galaxer är det alltså en deformerad bild vi ser, beroende på hur gravitationslinsen mellan ljuskällan och jorden fått ljuset att böja av, och ofta blir resultatet flera bilder av samma objekt.
8. Om vi tar ekvivalensprincipen på allvar måste vi säga att det vi upplever som en kraft nedåt, när vi står på jordytan, i själva verket beror på att jordytan accelererar uppåt. Å andra sidan, när vi faller fritt mot jordytan har vi acceleration 0. När ett föremål "faller" är det alltså snarare jordytan som kommer rusande mot föremålet. Skälet till att jordens volym inte ökar, trots att varje punkt på dess yta accelererar utåt, är att rumtiden är krökt inuti (och omkring) jorden. Denna krökning gör även att fritt fallande (dvs. icke-accelerande) radiella banor tenderar att konvergera mot jordens centrum.