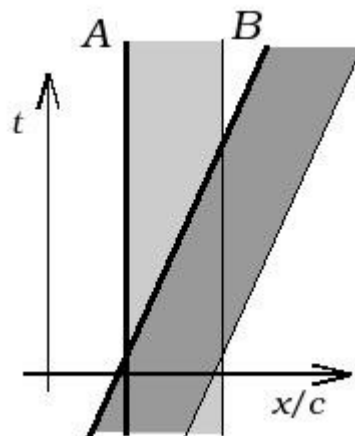


## Instuderingsfrågor till kapitel 3

1. Vad är tidsdilatation?
2. Vad är längdkontraktion?
3. Enligt relativitetsprincipen är det ingen skillnad mellan rörelse med konstant hastighet och vila. Hur går detta ihop med fenomenen tidsdilatation och längdkontraktion?
4. Astronauten Astrid färdas från jorden till planeten Pluto med hastigheten  $0,2c$ . Avståndet till Pluto är (vid det aktuella tillfället)  $5,83 \cdot 10^{12}$  meter.
  - a) Hur lång tid tar resan enligt kontrollpersonalen på jorden?
  - b) Hur lång tid tycker Astrid att resan tar? (OBS: fundera över vilket  $T$  som är vilket i tidsdilatationsformeln!)
  - c) Hur lång är resan enligt Astrid? (OBS: Detta kan du räkna ut på två sätt: dels genom att använda längdkontraktionsformeln, dels genom att använda svaret i (b) kombinerat med Astrids hastighet.)

5. Observatorerna A och B har varsin stav, representerade av de skuggade områdena i diagrammet till höger. Förutsatt att figuren är någorlunda riktigt ritad – vems stav är längst (i det egna vilosystemet, alltså)?



6. Med vilken fart måste en stav fara förbi en, för att dess längd ska uppfattas som hälften av dess vilolängd? (Detta är lätt, men kräver en liten algebraisk manipulation.)

### 7. Tvillingparadoxen

Castor ger sig iväg på en lång rymdfärd till stjärnan  $\alpha$ -Centauri medan hans tvilling Pollux stannar kvar på jorden. Castors rymdskepp färdas hela vägen med halva ljushastigheten. När han är framme vänder han tillbaka till jorden med samma fart. Där hemma har Pollux med hjälp av relativitetsteorin räknat ut att Castor kommer att vara yngre än han själv när han återkommer – Castors klockor på rymdskeppet rör sig ju hela tiden i förhållande till hans egna och kommer därför att gå långsammare.

Men för Castor ombord på rymdskeppet är det ju Pollux klockor på jorden som rör sig, först bortåt och sedan tillbaka. Så enligt Castor är det klockorna på jorden som går för långsamt, och han drar slutsatsen att det är Pollux som kommer att ha åldrats minst när de återses...

- a) Vem av dem är det som har rätt? Räkna ut hur mycket Castor respektive Pollux verkligen åldras under Castors resa. ( $\alpha$ -Centauri, som är solsystemets närmaste granne, ligger ungefär 4 ljusår bort från jorden.)
- b) Förklara paradoxen med hjälp av ett rumtidsdiagram. Hur lång tid har enligt Castor förflutit på jorden precis *innan* han vänder tillbaka? Hur lång tid har förflutit på jorden precis *efter* att han vänt?

## 8. Garageproblemet

En man och hans fru har en bil med längd  $L_0$ , men ett garage som tyvärr bara är  $3L_0/4$  långt. Mannen som har hört talas om längdkontraktionen i relativitetsteori ingår ett vad med frun: att han kan stänga garagedörren med bilen helt inuti garaget. Han säger åt frun att sätta sig i bilen och köra in i garaget med farten  $v=\sqrt{3}c/2$ . Enligt formeln för längdkontraktion bör då bilens längd bli

$$L' = L_0 \sqrt{1 - \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2} = \frac{L_0}{2}$$

så bilen får nu gott och väl plats. Så fort bakdelen av bilen har hunnit in i garaget smäller mannen igen garagedörren och hävdar att han vunnit vadet.

a) Håller frun i bilen med? Vilken längd tycker hon att garaget har?

b) Vem av dem vinner vadet? Får bilen plats eller gör den det inte? Rita ett rumtidsdiagram och förklara paradoxen!

9. Hur mycket kortare tid har förflutit på jorden än på solen sedan jordens uppkomst? Jorden bildades för cirka 5 miljarder år sedan, och har sedan dess roterat kring solen med den ungefärliga farten 30 000 m/s.

Till sist en lite klurigare uppgift:

10. En kakstansningsapparat stansar ut runda kakor ur en deg som rör sig med jämn fart fram på ett löpande band under den perfekt cirkulära stansformen. Antag nu att det löpande bandet rör sig *våldigt* fort. De färdiga kakorna kommer då inte att bli helt runda, utan elliptiska (alltså, i deras eget vilosystem, vilket ju är vad som är relevant när man ska äta dem). På vilken ledd – i rörelseriktningen, eller vinkelrät mot denna – blir kakorna längst, och vad blir förhållandet mellan längderna i dessa två ledder? Antag att stansformen har diametern  $d$  och bandet farten  $v$ .