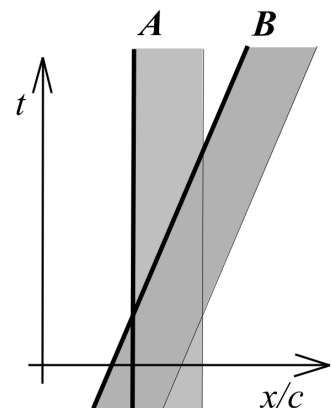


Instuderingsfrågor 3

Relativitetsteori Sommarkurs, Fysikum

1. Vad är tidsdilatation? Gör en kortfattad men så precis formulering som möjligt i ord.
2. Vad är längdkontraktion? Gör en kortfattad men så precis formulering som möjligt i ord.
3. Enligt relativitetsprincipen är det ingen skillnad mellan att befinna sig i vila och att röra sig med konstant hastighet. Hur går detta ihop med fenomenen tidsdilatation och längdkontraktion, som ju har att göra med klockors respektive linjalers rörelse?
4. Astronauten Astrid färdas från jorden till planeten Pluto med farten $0,2c$. Avståndet till Pluto är (enligt jordens system) vid det aktuella tillfället $5,83 \cdot 10^{12}$ meter.
 - (a) Hur lång tid tar resan enligt kontrollpersonalen hemma på jorden?
 - (b) Hur lång tid tycker Astrid att resan tar?
 - (c) Hur lång är resan enligt Astrid? Räkna ut detta på två sätt och kolla att det ger samma svar:
 - i. genom att använda längdkontraktionsformeln.
 - ii. genom att använda svaret i (b) kombinerat med Astrids fart.

5. Observatörerna A och B rör sig i förhållande till varandra och har varsin stav, representerade av de skuggade områdena i diagrammet. Vems stav är längst (dvs. har störst *egenlängd*, alltså längd i det egna vilosystemet)?



6. Med vilken fart måste en stav röra sig, för att dess längd ska uppfattas som hälften av dess vilolängd?
7. 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.

På nästa sida följer två lite svårare frågor.

8. Garageproblemet

En man 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 sin hustru: att han kan stänga garagedörren med bilen helt inuti garaget. Han säger åt sin fru 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 i garaget. Så snart bakdelen av bilen har hunnit in i garaget smäller mannen igen garagedörren och hävdar att han vunnit vadet.

- Håller frun i bilen med? Vilken längd anser hon att garaget har?
- Vem vinner vadet? Får bilen plats eller gör den det inte? Rita ett rumtidsdiagram och förklara paradoxen. (Antag för enkelhets skull att bilen inte försöker stanna inuti garaget utan bara fortsätter rakt igenom det med konstant fart.)

9. Snabb kaktillverkning

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 *väldigt* fort. De färdiga kakorna kommer då inte att bli helt runda, utan elliptiska (dvs. 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 .