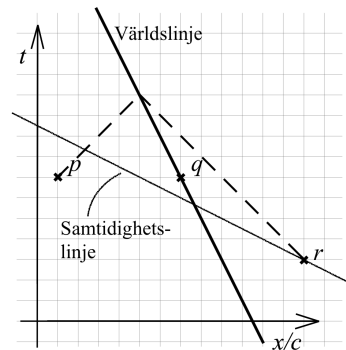


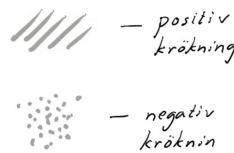
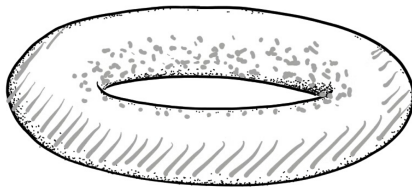
LÖSNINGAR TILL TENTAMEN RELATIVITETSTEORI

24/8 2019

1. (a) Se diagrammet.
(b) p, r, q

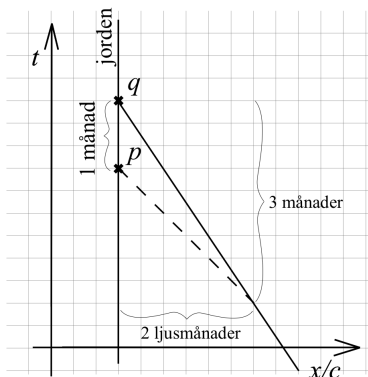


2. (a)



- (b) Vinkelsumman i en triangel: – större än 180° vid positiv krökning
– mindre än 180° vid negativ krökning
Omkretsen O av cirkel med radie R : – $O < 2\pi R$ för positiv krökning
– $O > 2\pi R$ vid negativ krökning

3. (a)



- (b) Ur Pythagoras sats tillämpad på diagrammet:

$$\sqrt{3^2 - 2^2} = \sqrt{5} \approx 2,2 \text{ månader}$$

- 4.

- (a) Ett system som befinner sig i fritt fall mot jorden är en inertialsystem enligt den allmänna relativitetsteorin men inte enligt Newtonsk fysik.
(b) Ett föremål (eller system) kan inte ha mindre massa än sin viloenenergi mc^2 .
(c) En invariant storhet är en som antar samma värde i alla inertialsystem, dvs. en storhet vars värde alla inertialobservatörer är eniga om.
(d) Pappersarket går sönder, dvs. materialet i pappret räcker inte till.
(e) (1) Ljusets hastighet är densamma för alla observatörer.
(2) Ingenting kan färdas snabbare än ljuset.

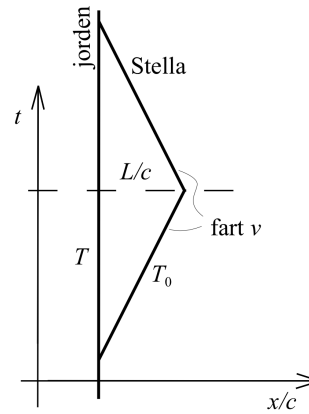
5. $v = 0,9c$

$T_0 = 2,5$ år (om Stella ska vara hemma igen efter 5 år ombord på rymdskeppet)

Tidsdilatationsformeln ger

$$T = \frac{T_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \approx 5,74 \text{ år}$$

Så $\frac{L}{c} = \frac{v}{c} \cdot T \approx 5,2$ ljusår



6. *B* kommer att ha tickat fram längst tid. Anledningen är följande.

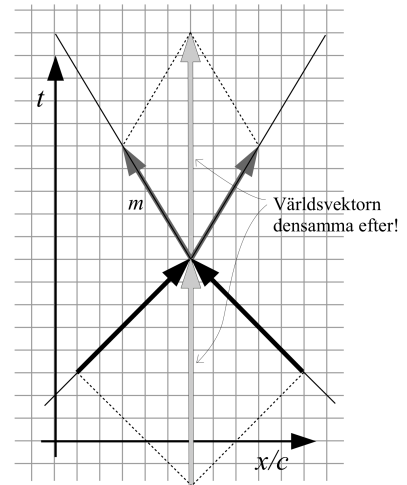
Enligt den speciella relativitetsteorin kommer en klocka som befinner sig i ett inertialsystem, dvs. som *inte* accelererar, att ticka fram längre tid än en som accelererar (som i t.ex. tvillingparadoxen). Att så är fallet är en konsekvens av Pythagoras sats i rumtiden: Den accelererande klockans världslinje kan approximeras som en serie hypotenusor hos rätvinkliga trianglar, där motsvarande serie av trianglarnas längsta katetrar motsvarar den tid som förflyter för den icke-accelerande klockan. Och varje triangelns hypotenusor är alltid kortare än den längsta kateten.

Enligt ekvivalensprincipen är fritt fall (rörelsen hos klocka *B* i detta fall) ekvivalent med inertialrörelse. Därför kommer en klocka i fritt fall alltid ticka fram längre tid än en klocka som avviker från fritt fall (klocka *A* i detta fall).

7. (a) och (b) – se diagrammet!

(c) Massan m motsvarar 4 rutenheter (ur Pythagoras sats). Fotonernas vardera energier E_f motsvarar 5 rutenheter (tidsdelen av respektive världsvektor).

$$\text{Alltså: } E_f = \frac{5}{4} mc^2$$

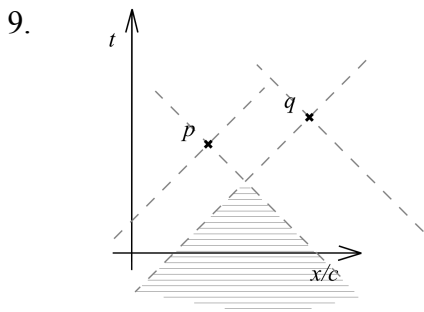


8. (a) 15 (b) 31

(c) Den totala rörelsemängden och den totala energi är båda oförändrade.

Summan av partiklarnas enskilda massor ökar i processen.

Den kinetiska energin minskar i processen.



- | | |
|-------------|----------|
| 10. (a) Fel | (f) Fel |
| (b) Fel | (g) Rätt |
| (c) Rätt | (h) Rätt |
| (d) Fel | (i) Rätt |
| (e) Rätt | |