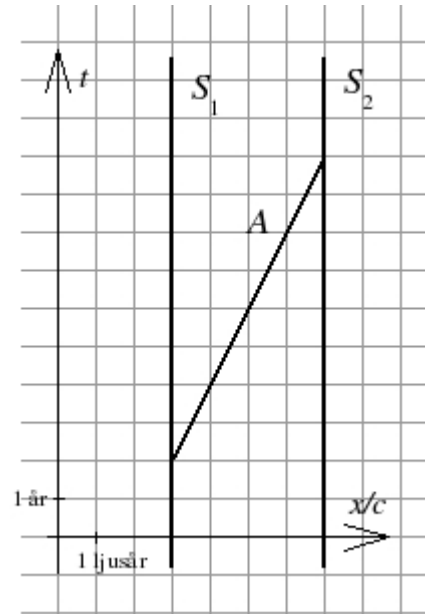


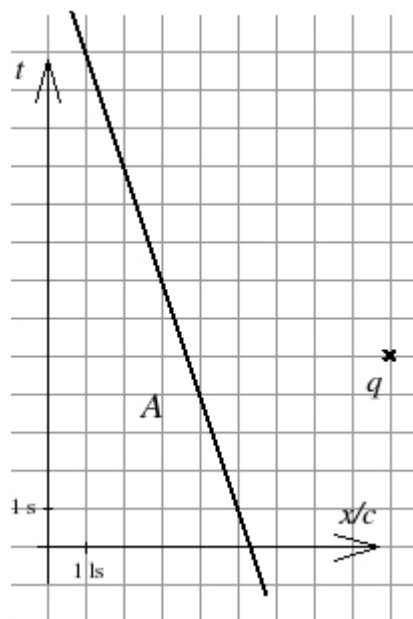
## Övningar på att läsa av, tolka och rita rumtidsdiagram

- Diagrammet till höger visar en observatör  $A$  som färdas mellan två stjärnor,  $S_1$  och  $S_2$ .
  - Hur lång tid tar resan enligt en observatör på stjärnan  $S_1$ ?
  - Hur lång tid tar resan enligt  $A$ ?
  - Hur långt är det mellan stjärnorna enligt  $A$  (under det att han är på väg)?
  - Markera det i c) efterfrågade rumtidsavståndet i diagrammet.



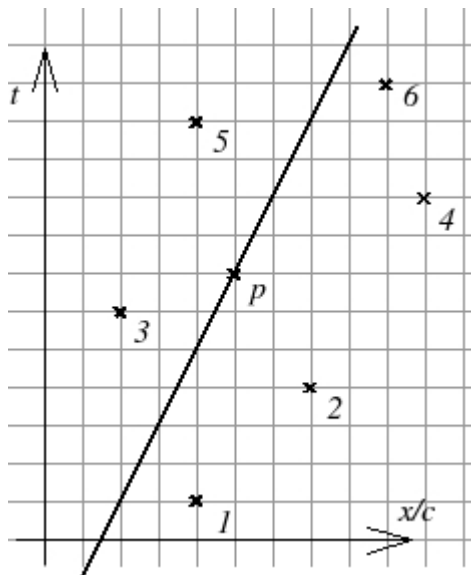
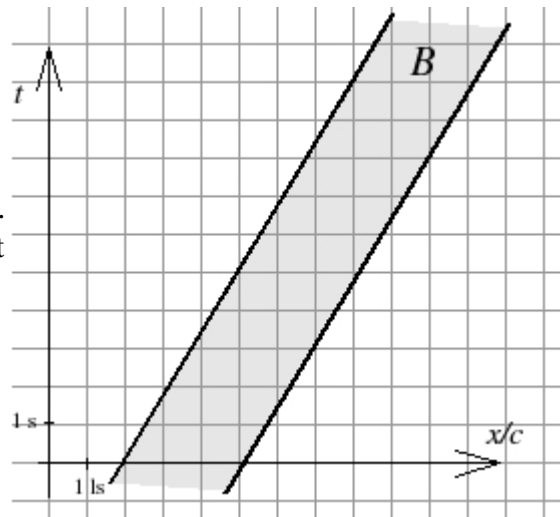
- Astronomen Solveig tar sig en kopp kaffe klockan 23.00, och observerar klockan 23.15 genom sitt teleskop en komet som far in i planeten Jupiter. Jupiter befinner sig vid det aktuella tillfället på avståndet  $6,3 \cdot 10^{11}$  meter bort från jorden.
  - Vid vilken tid (i jordtid) för kometen in i Jupiter?
  - Med vilken fart rör sig en observatör enligt vilken händelsen att Solveig tar sig en kopp kaffe inträffar samtidigt med händelsen att kometen kraschar in i Jupiter?
  - Rita en enkel skiss i ett rumtidsdiagram ur vilken det framgår hur observatören i b) rör sig i förhållande till händelserna.

- Diagrammet till höger visar en observatör  $A$  och en händelse  $q$ .
  - Markera på  $A$ 's världslinje den tidpunkt då  $A$  anser att  $q$  inträffar.
  - Markera den händelse då  $A$  ser händelse  $q$ .
  - Hur lång tid går enligt  $A$  från det att  $q$  äger rum till det att  $A$  ser händelsen?
  - Hur långt bort från  $A$  äger händelsen rum, enligt  $A$ ?



4. Rumtidsdiagrammet till höger avbildar en linjal  $B$  med vilolängden  $L_0$ .

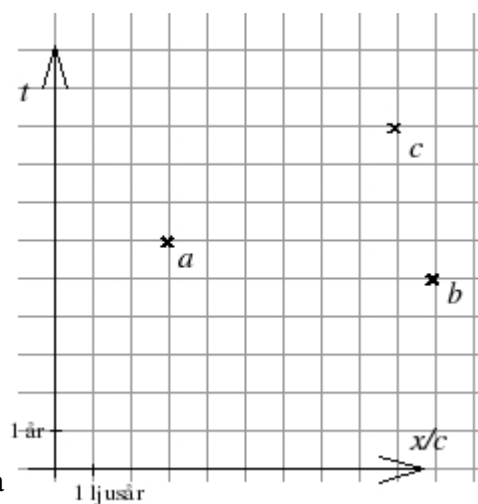
- Rita i diagrammet in en annan linjal  $A$  med samma vilolängd  $L_0$  som  $B$ , men som befinner sig i vila.
- Ange vilken längd som  $A$  har enligt  $B$ , och markera motsvarande rumtidsavstånd i diagrammet.



- Diagrammet till vänster föreställer en observatör  $A$  och några händelser.
  - I vilken ordning inträffar händelserna 1 - 6 enligt  $A$ ?
  - Vilken eller vilka av händelserna har  $A$  ännu möjlighet att påverka i punkten  $p$ ?
  - Vilken eller vilka av händelserna har  $A$  kunnat se tidigare än punkten  $p$ ?

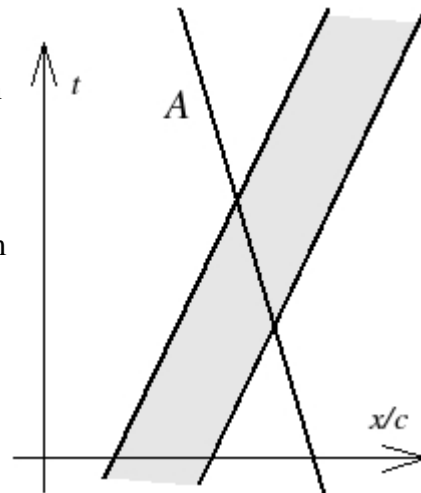
6.

- Rita i diagrammet till höger in världslinjen för en observatör  $O$  enligt vilken  $a$  och  $c$  är samtidigt, och som ser händelserna  $a$  och  $b$  samtidigt. Rita in relevanta hjälplinjer.
- Hur lång tid passerar för  $O$  (enligt  $O$ ) från det att händelse  $b$  inträffar till dess att  $O$  ser händelsen. Markera detta rumtidsavstånd i diagrammet, och ange dess storlek.
- Hur långt bort från observatör  $O$  inträffar händelse  $b$ , enligt observatör  $O$ ? Markera även detta rumtidsavstånd i diagrammet, och ange dess storlek.



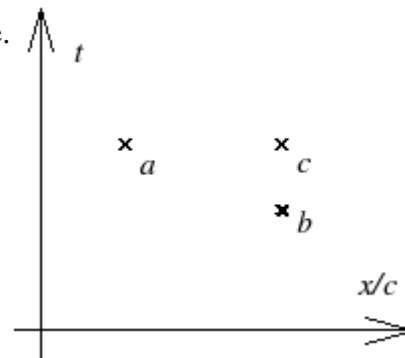
7. Det skuggade området i diagrammet visar ett föremål med vilolängd  $L$  som rör sig åt höger. En observatör  $A$  som med konstant fart rör sig förbi föremålet åt vänster anser att det tar henne tiden  $T$  att passera det.

- a) Markera i diagrammet det rumtidsavstånd som motsvarar den tid som någon som följer med föremålet anser att det tar  $A$  att passera det.  
b) Hur lång är denna tid, uttryckt i  $L$  och  $T$ ?



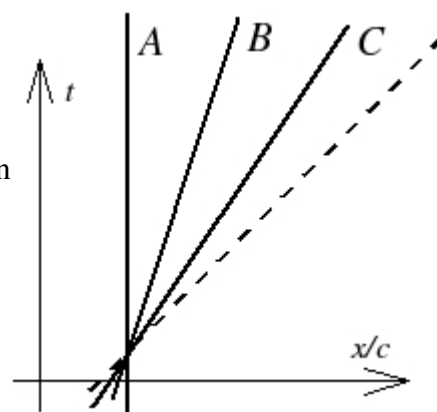
8. I diagrammet till höger finns tre händelser inritade. Rumtidsavståndet mellan  $a$  och  $b$  är 2 ljusår, och det mellan  $b$  och  $c$  är 1 år. Inertialobservatören  $A$  passerar händelsen  $a$  och anser att  $a$  och  $b$  är samtidigt. Inertialobservatören  $B$  passerar händelserna  $b$  och  $c$  och tycker att  $a$  och  $c$  är samtidigt.

- a) Rita in världslinjerna för  $A$  respektive  $B$ .  
b) Hur långt bort är  $B$  enligt  $A$  när hon passerar punkten  $a$ ?  
c) Hur långt bort är  $A$  enligt  $B$  när han passerar punkten  $c$ ?  
d) Hur lång tid har gått för  $A$  i punkten  $a$  sedan hon passerade  $B$ , om man förutsätter att ingen av dem har ändrat sin hastighet sedan dess?



9. Observatörerna  $B$  och  $C$  samt en ljuspuls passerar i samma ögonblick observatören  $A$ . Enligt  $A$  rör sig  $B$  med farten  $c/3$ ,  $C$  med farten  $2c/3$  och ljuspulsen med farten  $c$ , alla åt höger.

- a) Rita ett rumtidsdiagram som visar situationen ur  $C$ 's perspektiv (alltså, ett där  $C$  befinner sig i vila.), och ange vilka farter som  $C$  anser att  $A$ ,  $B$  respektive ljuspulsen har.  
b) Beskriv kort ett geometriskt sätt att rita upp diagrammet i a) på, alltså ett där du inte behöver räkna ut något, men ändå kan rita diagrammet helt korrekt. (Ledning: använd  $A$ 's samtidighetslinje!)



10. För en observatör som färdas från  $b$  till  $d$  är  $a$  och  $b$  samtidigt, och för en som färdas från  $a$  till  $d$  är  $c$  och  $d$  samtidigt. Hur mycket åldras en observatör som färdas mellan  $a$  och  $c$ ?

