

Svar till övningar på massa och energi

1. Världsvektorn kan omöjligt vara densamma före som efter annihilationen om bara en foton bildas: före annihilationen är den totala världsvektorn summan av två tidlika världsvektorer, och detta är med nödvändighet en tidslig vektor. Världsvektorn för en ensam foton är å andra sidan ljuslik. (Summan av två ljuslika världsvektorer kan dock vara tidslig, varför det går bra att två fotoner bildas.)

2. Använd att den totala energin är bevarad.

$$E_{\text{före}} = \frac{2 m c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

$$E_{\text{efter}} = 3 m c^2$$

Sätt $E_{\text{före}} = E_{\text{efter}}$ och lös ut v . Resultatet blir

$$v = \frac{\sqrt{5} c}{3} \approx 0,745 c$$

3. $K = 2 E_0$

$$\frac{m c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} - m c^2 = 2 m c^2$$

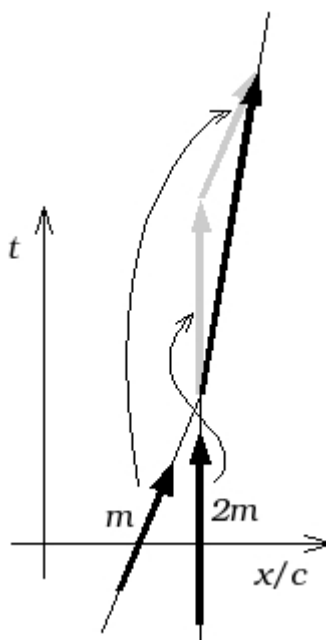
Om farten v löses ut får man

$$v = \frac{\sqrt{8} c}{3} \approx 0,943 c$$

- 4.

a) Se diagrammet.

b) Påståendena 2 och 4 är de som är riktiga. (I kollisionen omvandlas rörelseenergi till vilomassa, så den resulterande massan blir större än den sammanlagda utgångsmassan.)



5. Använd att den totala energin är bevarad.

$$E_{\text{före}} = M c^2$$

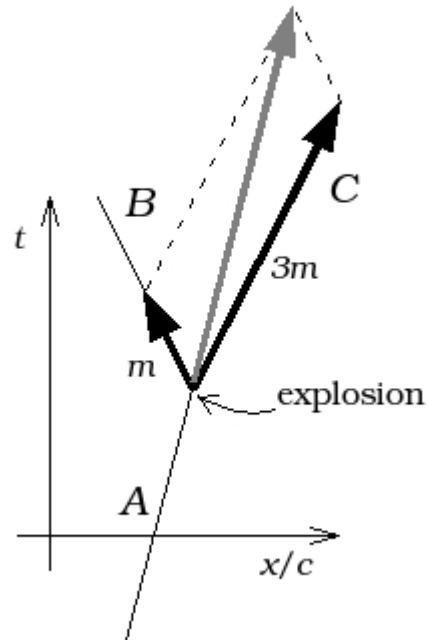
$$E_{\text{efter}} = \frac{4 m c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = \frac{4 m c^2}{\sqrt{1 - 0,99^2}}$$

Sätt $E_{\text{före}} = E_{\text{efter}}$ och lös ut m :

$$m = \frac{M}{4} \sqrt{1 - 0,99^2} \approx 0,0353 M$$

- 6.

- a) Använd att systemets totala världsvektor är bevarad. Se diagrammet.
 b) C har störst rörelsemängd. (Rörelsemängden är ju bevarad, och eftersom B och C rör sig åt varsitt håll gäller $p_A = p_C - p_B$, där p_A , p_B och p_C alla är positiva. Ur detta följer att p_C är störst.)



7. Notera att världsvektor A och B har samma längd på papperet, vilket innebär att B 's rumtidslängd är kortare än A 's.

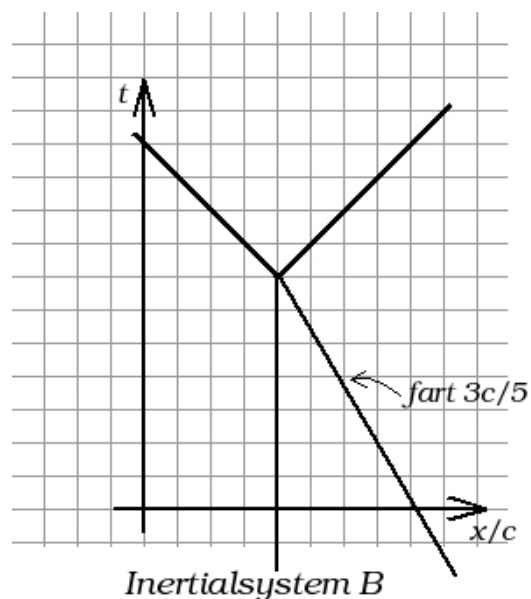
- a) C , B , A (pilarnas rumtidslängder)
 b) B , A , C (pilarnas tidskomponenter)
 c) A , B , C (pilarnas rumskomponenter)

- 8.

- a) Den högra partikelns fart i inertialsystem B är

$$\frac{c/3 + c/3}{1 + \frac{(c/3)^2}{c^2}} = \frac{3c}{5}$$

- b) Påstående 1, 3, 4 är korrekta.
 Påstående 2 är felaktigt: olika observatörer är i allmänhet *inte* eniga om energin hos ett system.



9.

- a) Se diagrammet.
- b) C rör sig med ljushastigheten så dess massa måste vara noll.
- c) Välj som enhet rutornas storlek.

A :s massa M : 6 rutor.

B :s massa: $\sqrt{4^2 - 2^2} = 2\sqrt{3}$ rutor.

Så B :s massa blir

$$\frac{2\sqrt{3}}{6} M = \frac{M}{\sqrt{3}} \approx 0,58 M$$

