

1 Speciell relativitetsteori

1.1 Einsteinnia

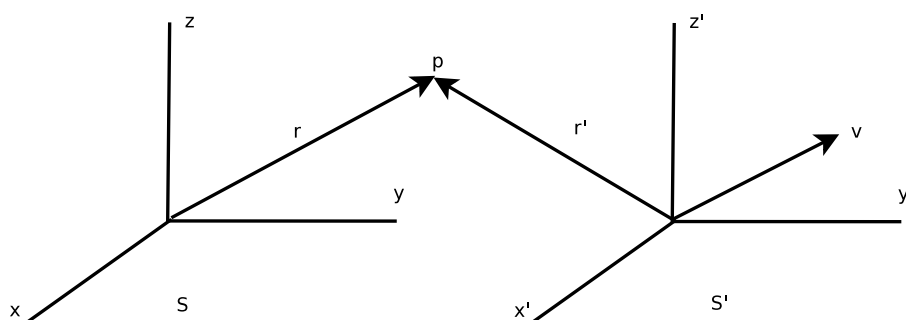
Årtal.

1. 2008: Einsteins 130 årsdag.
2. 2005: Anno Mirabilis

Einsteins arbete

1. Bromsk rörelse
2. Fotoelektrisk effekt
3. Elektrodynamik för kroppars rörelse
4. Energins tröghet

1.2 Galilei-transformationen



Figur 1: Referenssystemen S och S'

Punkten ps läge $\mathbf{r}' = \mathbf{r} - \mathbf{v}t$

$S = S', \quad t = 0$

Newtons andra lag ges på samma form i både S och S'

Partikelns hastighet \mathbf{u} i S $\mathbf{u} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}$

$$\underbrace{\frac{d\mathbf{r}'}{dt}}_{\mathbf{u}'} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} - \mathbf{v}$$

$$\boxed{\mathbf{u}' = \mathbf{u} - \mathbf{v}}$$

1.3 Lorentz transformation

1.3.1 a

Hur mäter vi koordinater (x, y, z) samt tiden t för en händelse i p?

Till vårt förfogande har vi måttstavar och klockor.

1. Måttstavar av samma längd då de är i vila relativt S
2. motsvarande för klockans gångtid.
3. Synchronisering av klockor.
Sänd en ljusstråle från O till observatör i p vid $t = 0$ och instruera observatör att sätta klockan till $t = \frac{|r|}{c}$

Två händelser i olika punkter i S anses ske samtidigt om klockor i respektive punkt (i vila), syncade med klockan i origo visar samma tid. OBS. Denna definition av samtidighet innebär ej att samtidighet i S automatiskt innebär samtidighet i S'

1.3.2 b, Lorentz transformation för läge och tid

$v\hat{x}$ är O's hastighet relativt O

Måttstavar och klockor förutsätts anbringade enligt tidigare i respektive system S och S' . Sync av klockor enligt anvisningar förutsatts gjorda.

$$\begin{array}{ll} S : (x, y, z) & t \quad \text{Händelse observerad i S} \\ S' : (x', y', z') & t' \quad \text{Händelse observerad i S'} \end{array}$$

$[x', y', z', t'] \rightarrow [x, y, z, t]$ Vi söker ett samband

Tre antaganden:

1. Linjärt samband krävs för att vissa punkter inte skall ha företräde framför andra
2. En mätning av ljushastigheten i vakuum ger i båda systemen i varje riktning värdet c
3. Det skall inte gå att med någon fysikalisk mätning konstatera någon principiell skillnad mellan de bägge systemen.

$$\left. \begin{array}{l} y = 0 \Rightarrow y' = 0 \\ z = 0 \Rightarrow z' = 0 \end{array} \right\} \text{Ger sambandet:}$$

$$y' = \epsilon_1 y \quad z' = \epsilon_2 z \quad \epsilon_1 = \epsilon_2 = \epsilon$$

$$y' = \epsilon y \quad z' = \epsilon z$$

Enhetsstav i y-axelns riktning i S synes ha längden ϵ för betraktare i S'

Enhetsstav i S' i y' -axelns riktning synes ha längden $\frac{1}{\epsilon}$ för betraktare i S

Orimligt! Slutsatsen är att $\epsilon = 1$

$$\begin{cases} y' = y \\ z' = z \end{cases}$$

$$x' = 0 \Rightarrow x = vt$$

$$x = 0 \Rightarrow x' = vt'$$

$$x' = \gamma'(x - vt)$$

$$x = \gamma(x + vt')$$

Vad är γ och γ' ?

Enhetsstav med en änden i $x = 0$ och andra änden i $x = 1$

Vid tiden $t' = 0$ synes denna ha längden $\frac{1}{\gamma}$

$$t' = 0 \Rightarrow x' = \frac{1}{\gamma}x$$

Å andra sidan så: Ena änden i $x' = 0$ och andra änden i $x' = 1$ vid $t = 0$ synes denna ha längden $\frac{1}{\gamma}$

$$\gamma' = \gamma$$

$$x' = \gamma(x - vt)$$

$$x = \gamma(x' - vt')$$

Ljusblinx avsänds från gemensamt origo vid tiden $t = 0$, $t' = 0$

Registeras i S i x och tiden t och i S' i punkten x' och tiden t'

$$x = ct \quad ct' = \gamma t(c - v)$$

$$x' = ct' \quad ct = \gamma t'(c + v)$$

multiplikation ger

$$c^2 t' = \gamma^2 t t' (c^2 - v^2)$$

$$\gamma^2 = \frac{c^2}{c^2 - v^2} \quad \gamma^2 = \pm \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\boxed{x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$