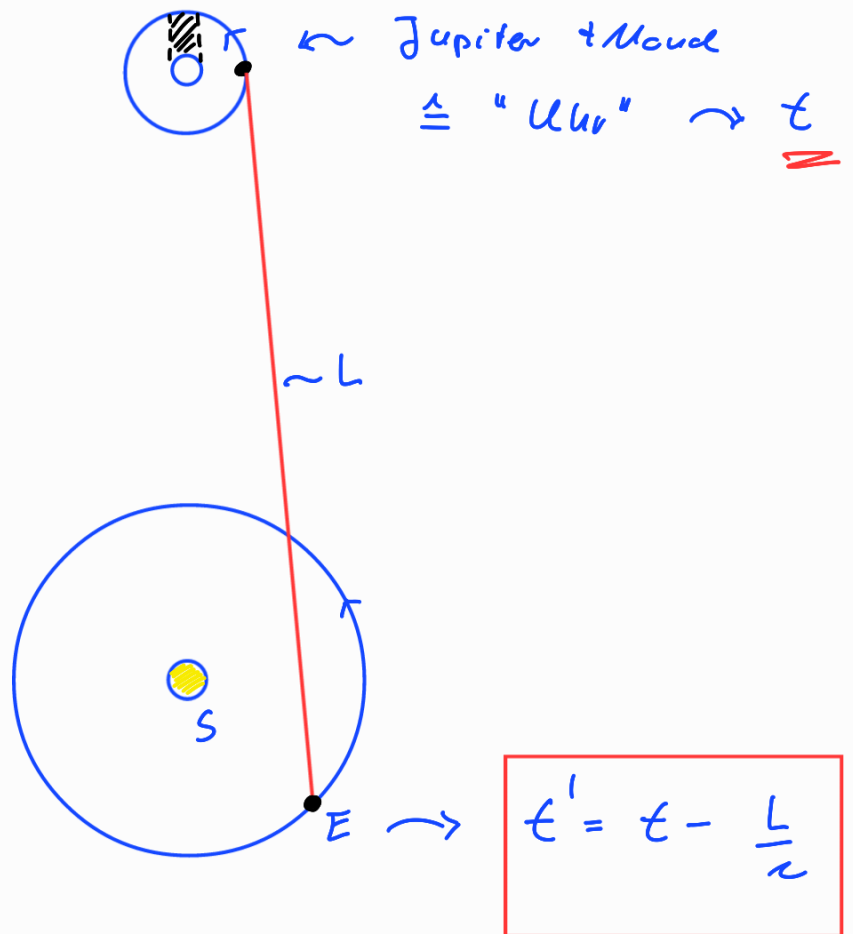


Spezielle Relativitätstheorie (SRT)

historisches:

- Endlichkeit der Lichtgeschwindigkeit erstmals nachgewiesen 1676 durch Ole Rømer durch Jupitermondenfinsternissen:



$$L = \infty : t' = t$$

$$L < \infty : t' \neq t !$$

$\rightarrow$ beobachtete veränderliche Umlaufzeiten

($\approx$ Periode der Verfinsterungen) erklärbar durch
veränderliche Position der Erde und endlicher Licht-
geschwindigkeit! (Ptolemäus)

quantitativ: $c \approx 210.000 \text{ km/s}$ (Huygens 1678)

- Maxwells Elektrodynamik (1865):

Licht = elektromagnetische Welle, Ausbreitung
mit Geschwindigkeit c in einem
Medium ("Äther")

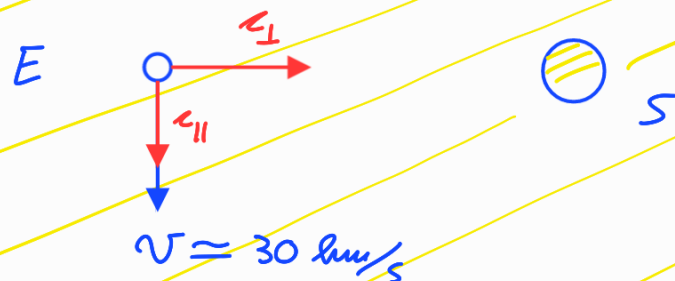
→ Richtungsabhängigkeit der Lichtgeschw.

bzgl. erdfesten Systems:

Erde bewegt sich

mit $|\vec{v}| = 30 \text{ km/s}$

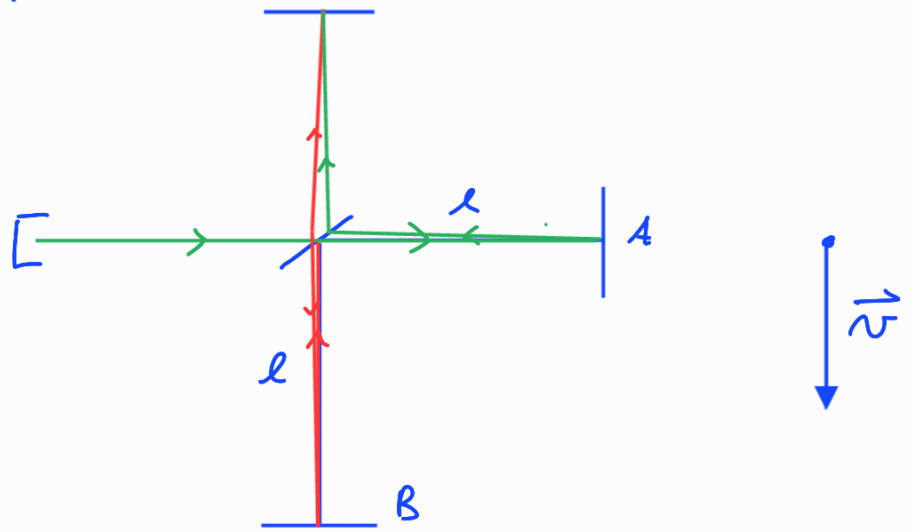
relativ zu "Äther"



→ $c_{\parallel} < c_{\perp}$!

im Widerspruch zur Beobachtung (Michelson,

Morley ~ 1880):



$$\rightarrow t_A = \frac{2l}{c_0}$$

$$t_B = \frac{l}{c_0 - v} + \frac{l}{c_0 + v} = \frac{2l}{c_0} \cdot \frac{1}{1 - v^2/c_0^2} > t_A$$

Experiment:

$$t_B \simeq t_A !$$

- Lorentz (1892): kontraktion des Interferometers

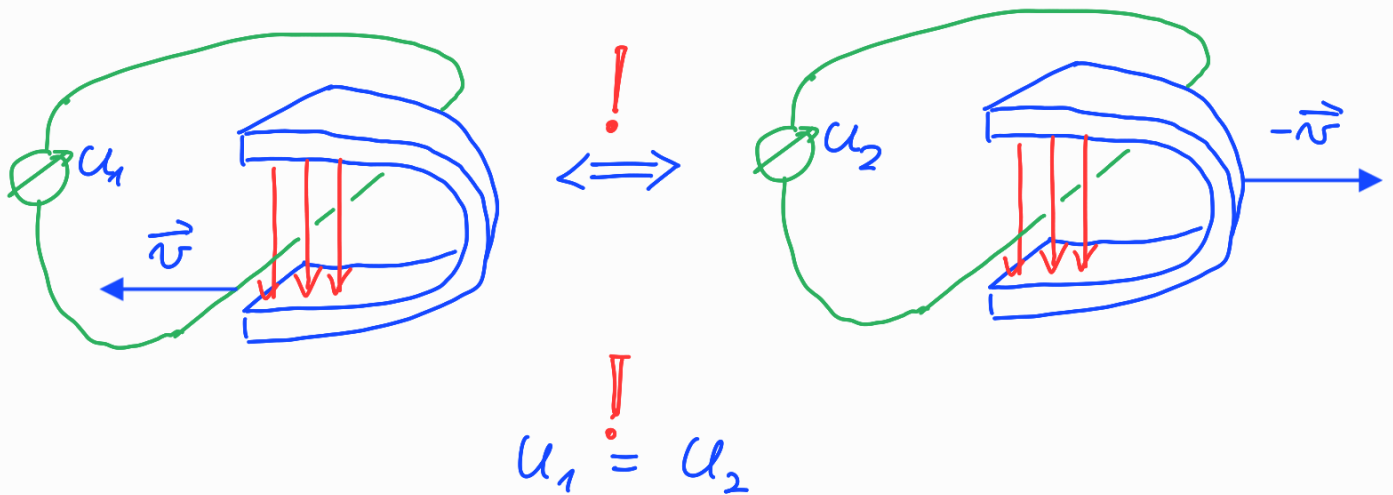
arms $\parallel \vec{v}$ durch "Ätherwind" kompensiert

Laufzeitunterschied !

$$\rightarrow \frac{L_B}{L_A} = 1 - \frac{1}{2} \frac{v^2}{c_0^2} \quad \left(\simeq \sqrt{1 - \frac{v^2}{c_0^2}} \right)$$

$\swarrow$
 $v \ll c_0$

- Einstein: "Elektrodynamik ist relativ".



(vgl. Einstein "Zur Elektrodynamik bewegter Körper" (1905))

→ Postulate der SRT

(I) Relativitätsprinzip: in allen Inertialsystemen gelten dieselben Naturgesetze.

(II) Konstanz der Lichtgeschwindigkeit: in allen Inertialsystemen breitet sich Licht mit derselben Geschwindigkeit (im Vakuum)

$$c = 299\,792\,458 \text{ km/s} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

aus; unabhängig vom Bewegungszustand der Lichtquelle.

→ • Relativität der Gleichzeitigkeit

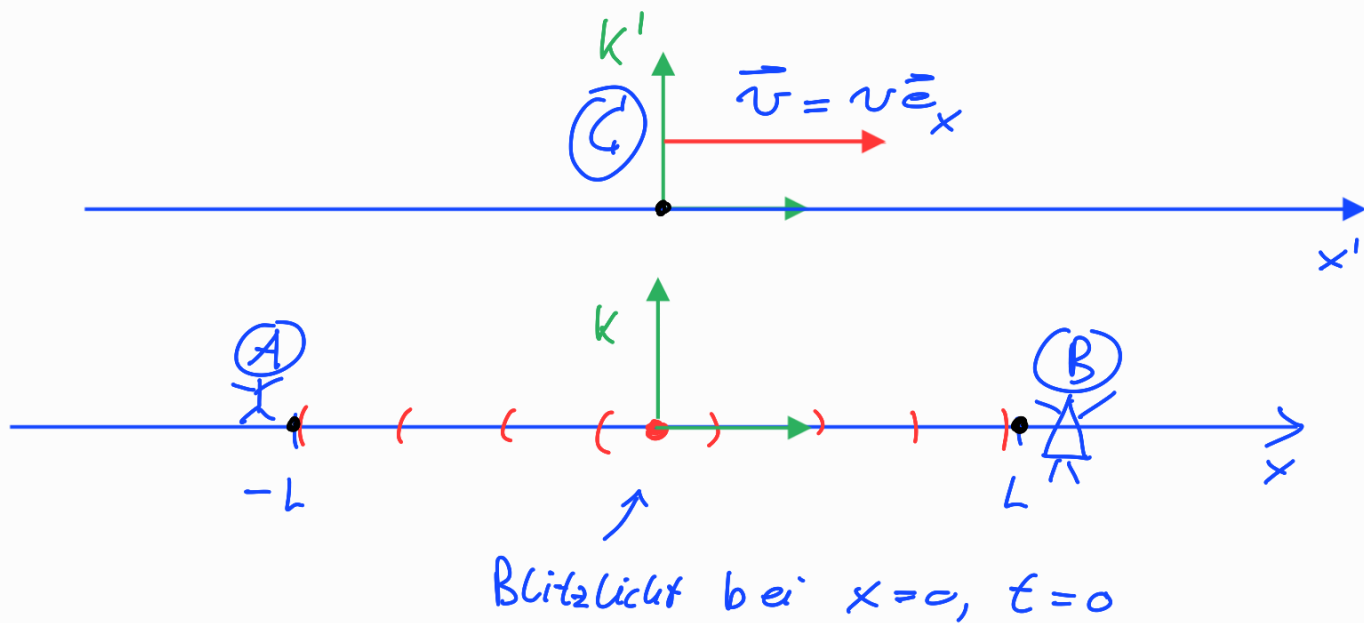
• Zeitdilatation

• Längenkontraktion

↳ Lorentztransformation der Raum-Zeit

• relativistische Mechanik

Relativität der Gleichzeitigkeit, Uhrensynchronisation



1) bzgl. K ruhende Beobachter A und B

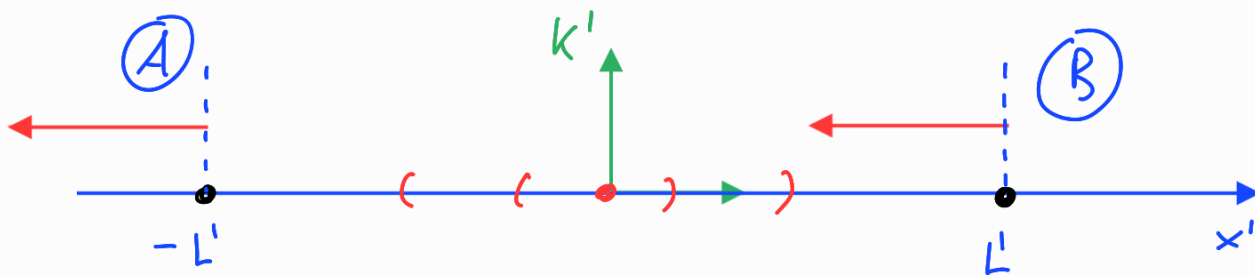
bei $x = \pm L$ empfangen Lichtblitz gleichzeitig

zur Zeit $t_A = t_B = L/c$. ✓

2) Beobachterin G' ruht bzgl. K' , dass sich relativ zu K mit $\vec{v} = v \vec{e}_x$ bewegt.

(i) gemäß Post. (II) breitet sich Lichtblitz auch bzgl. K' mit Lichtgeschw. c aus (!)

(ii) B bei $x' = L'$ zur Zeit $t' = 0$ und A bei $x' = -L'$ zur Zeit $t' = 0$ bewegen sich jeweils mit $\vec{v} = -v \vec{e}_x$



→ Lichtblitz erreicht B zur Zeit t'_B bestimmt durch $c t'_B = L' \ominus v t'_B$

$$\rightarrow t'_B = \frac{L'}{c + v}$$

Lichtblitz erreicht A zur Zeit t'_A bestimmt ~~)))~~

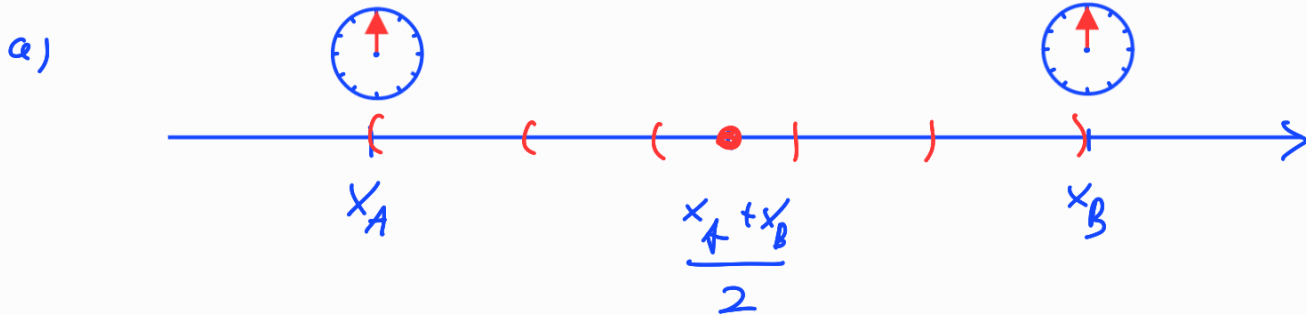
durch $c t'_A = L' \oplus v t'_A$

$$\rightarrow t'_A = \frac{L'}{c - v}$$

somit Gleichzeitigkeit zweier Ereignisse an unterschiedlichen Orten abhängig vom Bezugssystem!

Uhrensynchronisation

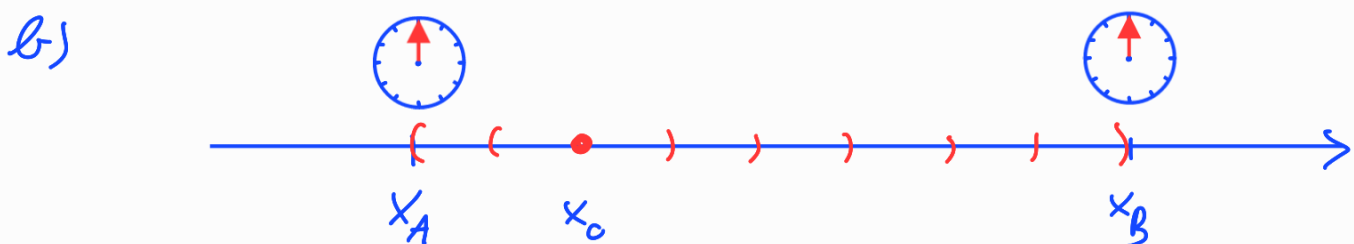
zwecks Zeitbestimmung bzgl. eines Systems K



Start der in K ruhenden Uhren bei

Eintreffen des Lichtblitzes: $t_A = t_B = 0$

äquivalent:

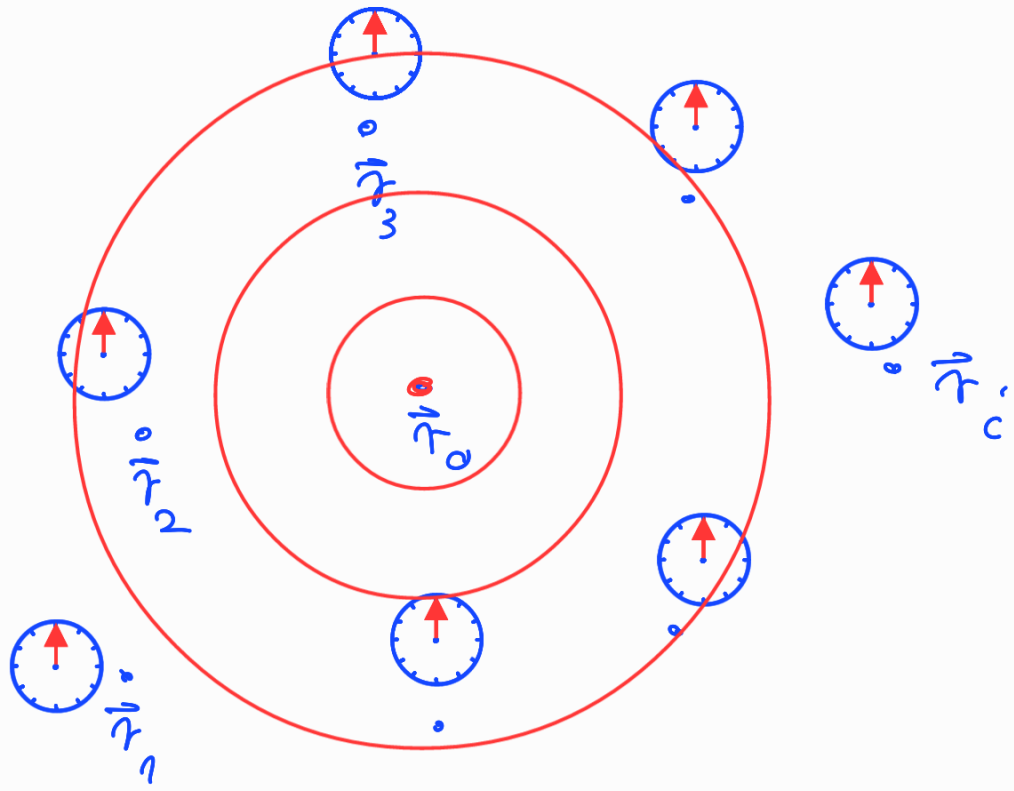


bei Eintreffen des Lichtblitzes: $t_A := \frac{|x_A - x_0|}{c}$

$t_B := \frac{|x_B - x_0|}{c}$

alg. :

c)



$$\tau_i := \frac{|\vec{r}_i - \vec{r}_0|}{r}$$