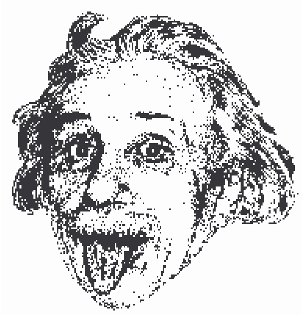


Einsteins spezielle Relativitätstheorie

Lektion 5b

Die Berechnung der Zeitdilatation:

II. Zeit- und Längenangaben aus Sicht verschiedener Bezugssysteme

Solange also die Beobachter B bzw. B’ Vorgänge in ihren **eigenen** Bezugsystemen beobachten, ergeben sich keinerlei Probleme.

So lassen sich die **Länge des Lichtwegs hin und her**,
sowie die **Zeitdauer dieses Lichtwegs hin und her** sehr einfach angeben:

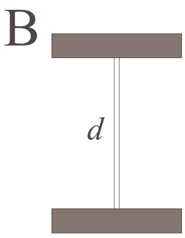
B beurteilt Uhr im eigenen System B

Länge des Lichtwegs:

$$l_{B \to B} = 2 \cdot d$$

Zeitdauer des Lichtwegs:

$$t_{B \to B} = 1s$$



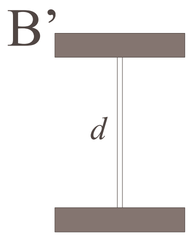
B’ beurteilt Uhr im eigenen System B’

Länge des Lichtwegs:

$$l_{B' \to B'} = 2 \cdot d$$

Zeitdauer des Lichtwegs:

$$t_{B' \to B'} = 1s$$



Allerdings beurteilen hier **ruhende Beobachter** Vorgänge bei **ebenfalls ruhenden Objekten** (hier: Lichtuhren). Das Ergebnis ist nicht sonderlich überraschend.

Jetzt aber überlegte sich Albert Einstein, wie ein **ruhender Beobachter** einen **bewegten Vorgang** beurteilt. In unserem Beispiel bedeutet dies:

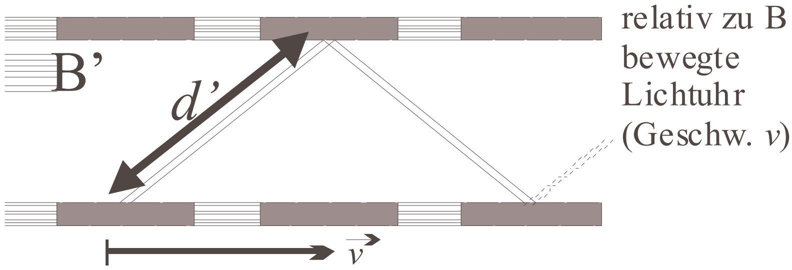
B beurteilt die bewegte Uhr B’

Länge des Lichtwegs:

$$l_{B \to B'} = 2 \cdot d'$$

Zeitdauer des Lichtwegs:

$$t_{B \to B'} = ???$$



Ohne weitere Rechnung ist der exakte Wert für die **Zeitdauer $t_{B \to B'}$** nicht klar.

Aber es lassen sich folgende Dinge festhalten:

- Die **Lichtgeschwindigkeit** ist für jeden Beobachter **gleich groß**.
- Eine **Zick-Zack-Kurve** ist immer **länger** als der **direkte Weg auf und ab** ($d' > d$).
- Darum ist der **Lichtweg** in der Uhr B' aus Sicht von B länger als aus Sicht von B'. Es muss sein:

$$\boxed{l_{B \to B'} > l_{B' \to B'}}$$

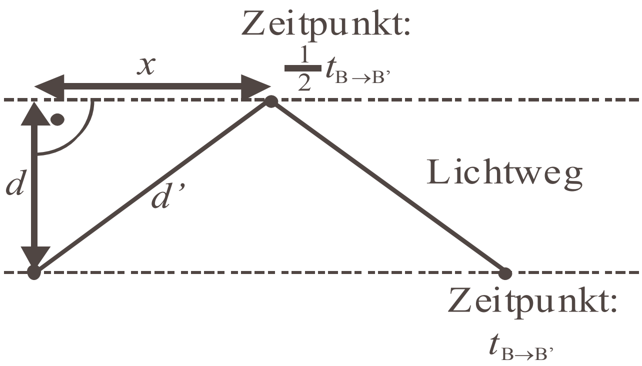
- Wie lange dauert der Lichtweg hin und her in der Uhr B'? Auch hier kommen Beobachter B und B' zu verschiedenen Ergebnissen.

  Wegen der verschieden langen Lichtwege in der Uhr B' aus Sicht von B und B' muss auch die **Zeitdauer** aus Sicht von B und B' verschieden groß sein:

$$\boxed{t_{B \to B'} > t_{B' \to B'}}$$

III. Berechnung der Länge des Zick-Zack-Lichtwegs $l_{B \to B'}$

Hier hilft eine Skizze, in der nur die nötigsten Größen eingezeichnet sind:



Es gilt ja:

$$l_{B \to B'} = 2 \cdot d'$$

Wir müssen *d'* berechnen.

Dazu gelten folgende Tatsachen:

- Je schneller sich die Uhr B' relativ zum Beobachter B bewegt, desto weiter zieht sich die Zick-Zack-Kurve auseinander.
- Und zwar beeinflusst die **Geschwindigkeit *v*** der Uhr B' die **Länge der Strecke *x***.
- Aus der **Strecke *x*** und dem **Spiegelabstand *d*** lässt sich dann die **Länge von *d'*** bestimmen. Hier hilft der Satz von Pythagoras.

Aufgabe 4.3: Der Satz des Pythagoras im Einsatz

► *Formuliere den mathematischen Zusammenhang zwischen den Größen d, d' und x!*

Aufgabe 4.4: Die Berechnung der Größe *x*

►*Die Uhr B' bewegt sich mit der Geschwindigkeit v nach rechts. Der Lichtstrahl kommt nach der Zeitdauer $\frac{1}{2} t_{B \to B'}$ beim oberen Spiegel an. Berechne aus diesen Größen die Länge x!*