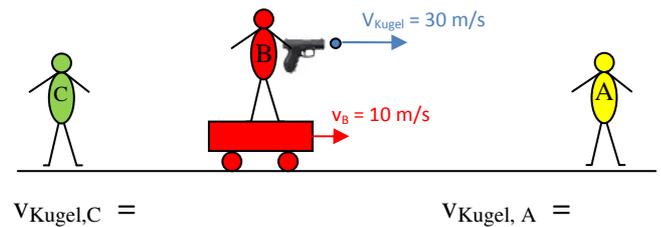


Physik * Jahrgangsstufe 10 * Grenzen der newtonschen Mechanik

Spezielle Relativitätstheorie (SRT, A. Einstein 1905)

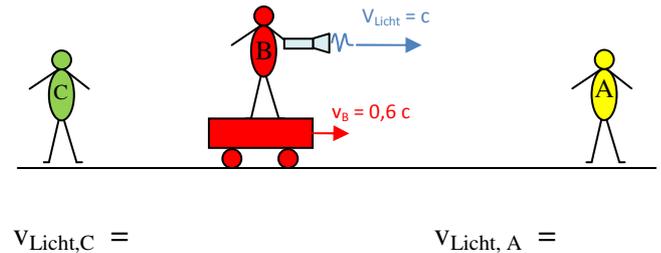
Klassische (newtonsche) Geschwindigkeitsaddition

B steht auf dem Wagen, der sich mit der Geschwindigkeit $v_B = 10 \text{ m/s}$ bewegt.
 B schießt eine Kugel mit der Geschwindigkeit $v_{\text{Kugel}} = 30 \text{ m/s}$ relativ zum Wagen ab.
 Welche Geschwindigkeit messen A und C für diese Kugel?



Die universelle Lichtgeschwindigkeit c

B steht auf dem Wagen, der sich mit der Geschwindigkeit $v_B = 0,6 c$ bewegt.
 B sendet einen Lichtstrahl mit der Geschwindigkeit $v_{\text{Licht}} = c$ relativ zum Wagen ab.
 Welche Geschwindigkeit messen A und C für das Lichtsignal?



Viele immer genauere Messungen um 1900 ließen keinen Zweifel mehr an folgender Beobachtung:
 Der Messwert der Lichtgeschwindigkeit hängt nicht von der Bewegung des Messgeräts ab.

Stets gilt für die Lichtgeschwindigkeit $c = 2,99792458 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$

Albert Einstein nahm diese (seltsame, aber experimentell bestätigte) **Konstanz der Lichtgeschwindigkeit** als Tatsache hin. Zudem forderte er, dass alle Gesetze der Physik in den Bezugssystemen, die sich relativ zueinander mit konstanter Geschwindigkeit v bewegen, gleiche Form haben sollten.

Allein aus diesen beiden Vorgaben lassen sich sehr seltsame Eigenschaften über Raum und Zeit schlüssig und widerspruchsfrei folgern, die allerdings erst bei Geschwindigkeiten von mehr als 10% der Lichtgeschwindigkeit zu messbaren Abweichungen von der newtonschen Mechanik führen:

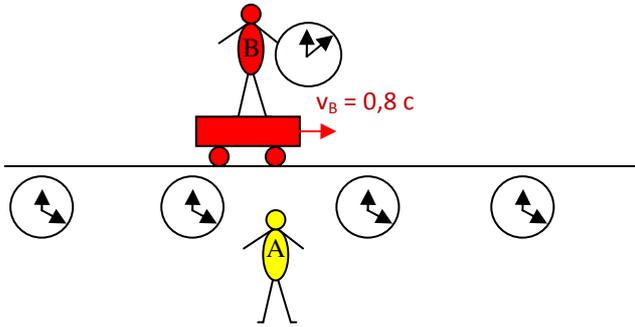
- (1) Beschleunigt man einen Gegenstand der Masse m (genauer der Ruhemasse m_0) und erhöht so seine kinetische Energie, so erhöht man schließlich immer weniger seine Geschwindigkeit sondern seine Masse.

Es gilt also nicht mehr $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ (sondern $E_{\text{kin}} = m_0 \cdot c^2 \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} - 1 \right)$)

und **die Masse m eines Gegenstandes hängt von seiner Geschwindigkeit ab.**

$$m = m(v) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$$

- (2) Bewegte Uhren gehen langsamer (und zwar um den Faktor $\sqrt{1 - (v/c)^2}$).
 Man spricht von der so genannten **Zeitdilatation**.
- (3) Ein bewegter Stab ist in Bewegungsrichtung (um den Faktor $\sqrt{1 - (v/c)^2}$) verkürzt.
 Man spricht von der so genannten **Längenkontraktion**.



Im Vergleich zu einem Satz synchronisierter ruhender Uhren im System von A geht die **eine** Uhr des sich vorbeibewegenden Systems von B langsamer.

Vergleicht hingegen der Beobachter B einen Satz synchronisierter Uhren seines Systems mit **einer** Uhr des Beobachters A, so geht diese eine Uhr von A langsamer als der Satz synchronisierter Uhren von B.

