

Lichtgeschwindigkeit im Vakuum:  $c = 299'792'458 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

**Zeitdilatation:** Die Zeit vergeht langsamer im bewegten Bezugssystem (aus der Sicht des ruhenden Beobachters)

1. Peterli fliegt im Flugzeug mit  $900.0 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . In der Hand hält er eine Taschenlampe und leuchtet in Flugrichtung. Gleichzeitig rollt eine kleine Kugel in Flugrichtung mit  $5.00 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  im Flugzeug nach vorne. Kurtli steht am Boden und schaut zu.
  - a) Wie gross ist die Geschwindigkeit der Kugel, wenn Peterli selber sie misst?
  - b) Wie gross ist die Geschwindigkeit der Kugel, wenn Kurtli, der am Boden steht, sie misst?
  - c) Wie gross ist die Geschwindigkeit der Kugel, die Kurtli misst, wenn die Kugel entgegen der Flugrichtung rollt?
  - d) Wie gross ist die Lichtgeschwindigkeit des Taschenlampenlichts, wenn Peterli selber sie misst?
  - e) Wie gross ist die Lichtgeschwindigkeit des Taschenlampenlichts, wenn Kurtli, der am Boden steht, sie misst?
  - f) Wie gross ist die Lichtgeschwindigkeit des Taschenlampenlichts, die Kurtli misst, wenn Peterli die Taschenlampe so hält, dass sie entgegen der Flugrichtung leuchtet?
  
2. Fritzli fliegt in einem Raumschiff mit einer Geschwindigkeit von  $100.00 \cdot 10^6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  von Hansli weg. Er hat seine schöne, neue Uhr dabei, die sehr genau geht.
  - a) Aus der Sicht von Hansli geht die Uhr «falsch». Lläuft sie schneller oder langsamer als seine eigene?
  - b) Was zeigt Hanslis Uhr an, wenn auf Fritzlis Uhr genau 12.00 Stunden vergangen sind?
  
3. Fritzli ist mit seinem Raumschiff mit hoher Geschwindigkeit unterwegs. Seine schöne, neue, genaue Uhr zeigt an, dass er schon 7 h, 45 min und 33 s unterwegs ist. Hansli, der zu Hause geblieben ist, stellt bei ihm aber eine um 12 s längere Zeitdauer fest. Mit welcher Geschwindigkeit bewegen sich Fritzli und Hansli relativ zueinander?
  
4. Fritzli möchte jung bleiben, indem er in einem Raumschiff mit hoher Geschwindigkeit herumfliegt. Mit welcher Geschwindigkeit müsste er sich relativ zu Hansli bewegen, wenn seine eigene Zeit aus der Sicht von Hansli nur halb so schnell vergehen soll?
  
5. Ein Myon ist ein Elementarteilchen, das negativ geladen ist (wie ein Elektron) jedoch ca 200mal schwerer ist. Ein solches Myon hat in einem ruhenden Bezugssystem eine Lebensdauer von ca  $2.2 \mu\text{s}$ . Wie lange «lebt» es, wenn es sich mit 99.94 % der Lichtgeschwindigkeit bewegt?

**Längenkontraktion:** Strecken sind kürzer im bewegten Bezugssystem (aus der Sicht des ruhenden Beobachters)

6. Fritzli fliegt in einem Raumschiff mit einer Geschwindigkeit von  $100.00 \cdot 10^6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  von Hansli weg. Er hat seinen schönen, neuen, sehr genauen Massstab von 1.000 m Länge dabei, den er längs der Flugrichtung hält. Hansli ist auf der Erde und hat einen genau gleichen Massstab wie Fritzli.
- Aus der Sicht von Hansli ist Fritzlis Massstab «falsch». Ist er kürzer oder länger als sein eigener (ebenfalls sehr genauer)?
  - Welche Länge hat Fritzlis Massstab aus der Sicht von Hansli?
  - Welche Länge hat Hanslis Massstab aus der Sicht von Fritzli?
7. Fritzli ist mit seinem Raumschiff mit hoher Geschwindigkeit unterwegs. Sein schöner, neuer, genauer Massstab ist aus Hanslis Sicht nur 999.9 mm lang (und nicht 1'000.0 mm, wie aus Fritzlis Sicht).  
Mit welcher Geschwindigkeit bewegen sich Fritzli und Hansli relativ zueinander?
8. Fritzli fliegt mit  $1.50 \cdot 10^8 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  durch's All. Im Bezugssystem «Erde» (aus Hanslis Sicht) hat Fritzlis Raumschiff eine Länge von 568 m.  
Welche Länge hat das Raumschiff im Bezugssystem «Raumschiff» (aus Fritzlis Sicht)?
9. Ein Myon ist ein Elementarteilchen, das negativ geladen ist (wie ein Elektron) jedoch ca 200mal schwerer ist. Ein solches Myon hat in einem ruhenden Bezugssystem eine Lebensdauer von ca 2.2  $\mu\text{s}$ .
- Welche Strecke legt es während dieser Zeit aus seiner eigenen Sicht zurück («Bezugssystem Myon»), wenn es sich mit 99.94 % der Lichtgeschwindigkeit bewegt?
  - Wie gross ist diese Strecke aus unserer Sicht («Bezugssystem Erde»)?

---

Lösungen:

2. b) 12 h 3 min 7 s
3.  $3.2 \cdot 10^7 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
4.  $2.6 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
5. 63.5  $\mu\text{s}$
6. b) 996 mm      c) 996 mm
7.  $1.526 \cdot 10^7 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
8. 574 m
9. a) 659 m      b) 19 km