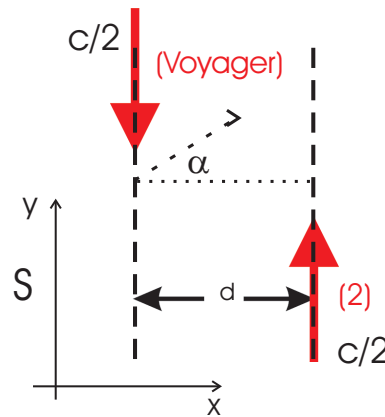


1. **Nochmal zur Relativitätstheorie:** Geschwindigkeiten in bewegten Bezugssystemen oder auch: “Wie funktioniert die Postübergabe bei Raumschiffen der Intrepid Klasse, wenn der Transporter ausfällt! “

Im Ruhesystem S bewegen sich die USS Voyager, Registriernummer NCC-74656 und die USS Camelot, Registriernummer NCC-74981 entlang zweier paralleler Bahnen, die einen Abstand d voneinander haben, in entgegengesetzter Richtung wie in der Skizze gezeigt. Beide Schiffe nutzen ihren Impulsantrieb und bewegen sich mit halber Lichtgeschwindigkeit in S , also $v = \frac{c}{2}$.



Paketübergabe zwischen intrepidklasse Schiffen.

- Vom ruhenden System S aus gesehen, wird aus der Voyager ein Paket mit der Geschwindigkeit $u = \frac{3c}{4}$ abgeworfen, und zwar genau zu dem Zeitpunkt in S , wenn die beiden Raumschiffe sich am nächsten kommen, was durch die parallel zur x -Achse gestrichelte Linie angezeigt ist. Unter welchem Winkel α' muss das Paket abgeworfen werden, damit es von der Camelot aufgenommen werden kann; von einem Beobachter in der Voyager aus gesehen? Nehmen sie dazu an, dass sich der Beobachter in der Voyager in einem Koordinatensystem S' befindet, dessen Achsen parallel zu denen in S stehen, und das sich parallel zur Achse relativ zu S bewegt.
- Was ist die Geschwindigkeit des Paketes, wie sie der Beobachter in der Voyager misst?

2. Dehnung durch Eigengewicht

Man berechne die Längenänderung, die ein 40 cm langes, frei hängendes Gummiseil (Dichte $\rho = 0.92 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, Elastizitätsmodul $E \approx 10^5 \text{ GPa}$) infolge seines Eigengewichtes erfährt. Welche Zugspannung herrscht am oberen Seilende?

3. Torsion

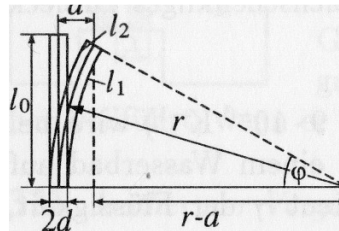
Ein am oberen Ende eingespanntes homogenes Stahlrohr mit einem Aussendurchmesser von $d_A = 3 \text{ mm}$, einem Innendurchmesser von $d_I = 2 \text{ mm}$ und einer Länge $L = 0,6 \text{ m}$ wird auf Torsion beansprucht. Bei Anwendung eines Drehmomentes von 0.2 Nm am unteren Ende wird eine Verdrehung von 13° erzielt. Wie groß ist das Torsionsmodul (Schermodul) G des verwendeten Stahls? Scherwinkel α und Schubspannung τ sind über die Beziehung $\tau = G\alpha$ gekoppelt.

4. Lineare Ausdehnung I

Ein dünnwandiger Stahlring (Elastizitätsmodul $E = 2.06 \cdot 10^5 \text{ MPa}$, Zerreissfestigkeit $\sigma_B = 675 \text{ MPa}$, linearer Ausdehnungskoeffizient $\alpha = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$) soll auf eine Welle vom Durchmesser $d = 40 \text{ mm}$ aufgeschrumpft werden. Dabei soll die im Ring auftretende Zugspannung den Wert $\sigma = 0,3\sigma_B$ nicht überschreiten. Wie gross muss der Innendurchmesser d_0 des kalten Ringes vor dem Aufschrupfen und wie groß die Mindesttemperaturdifferenz $\Delta\theta$ zwischen Ring und Welle sein, damit sich der Ring aufschrupfen lässt?

5. Lineare Ausdehnung II

Welche Länge l_0 muss ein Bimetallstreifen, bestehend aus zwei je 0,5 mm starken Metallblechen mit den Ausdehnungskoeffizienten $\alpha_1 = 8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ und $\alpha_2 = 16 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bei 0°C haben, damit bei der Temperatur 100°C seine seitliche Auslenkung am nicht eingespannten Ende $a = 1 \text{ mm}$ beträgt? Wie gross ist dann sein Krümmungsradius?



Virtuelles Rechnen - Aufteilung:

||1||2||3||4||5||

Übungsleiter: Frank Hartmann, IEKP, CN, KIT

Tel.: +41 75411 4362; Mobil - immer

Tel.: +49 721 608 23537 - ab und zu

Email: Frank.Hartmann@kit.edu

www-ekp.physik.uni-karlsruhe.de/~hartmann/Mechanik.htm