

Physikaufgaben

> Mechanik

> Rotationsbewegung

Aufgabe: Ein Stein mit der Masse 2 kg ist an einem 50 cm langen Seil befestigt und rotiere daran auf einer Kreisbahn. Wirkt eine Zugkraft von 900 N an dem Seil, so reißt dieses. Wie groß ist die Geschwindigkeit des Steins, wenn das Seil reißt und der Stein sich geradlinig fortbewegt? Wie oft rotiert dann der Stein um den Kreismittelpunkt pro Sekunde?

(Physikalische Einheiten: kg = Kilogramm, m = Meter, N = Newton, s = Sekunde)

Lösung: I. Mechanik ist die physikalische Lehre von den Bewegungen eines Körpers in Raum und Zeit. Bei Rotationsbewegungen eines Körpers unterscheiden wir mit r [m] als Radius des Kreises, auf dem die Bewegung ausgeführt wird, s [m] als Weg auf dem Kreis (Bogenlänge), t [s] als Zeit, v [$\frac{m}{s}$] als Geschwindigkeit und a [$\frac{m}{s^2}$] als Beschleunigung sowie Kraft F [N = $\frac{kg \cdot m}{s^2}$]:

Kreisumfang: $U = 2\pi r$ (r [m] als Kreistradius)

Frequenz, Drehzahl (= Anzahl der Umdrehungen n pro Sekunde): $f = n$ [Hz = $\frac{1}{s}$]

Periode (= Dauer einer Umdrehung): $T = \frac{1}{f}$ [s], $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi}{\omega}$

Drehwinkel: $\varphi = \frac{s}{r}$, $s = \varphi r$

Winkelgeschwindigkeit: $\omega = \frac{\varphi}{t}$, $\varphi = \omega t$, $\varphi = \frac{1}{2} \alpha t^2$, $\omega = 2\pi f$

Winkelbeschleunigung: $\alpha = \frac{\omega}{t}$, $\omega = \alpha t$, $\omega = \sqrt{2\alpha\varphi}$

Weg: $s = \varphi r$

Geschwindigkeit: $v = \frac{s}{t}$, $v = \omega r$, $v = 2\pi f r$

Tangentialbeschleunigung: $a_T = \frac{v}{t}$, $a_T = \alpha r$

Radial-/Zentralbeschleunigung: $a_Z = \frac{v^2}{r}$, $a_Z = \omega^2 r$

Zentral-/Zentripetal-/Zentrifugalkraft: $F_Z = m \cdot a_Z = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$

$$F_Z = \frac{4\pi^2 mr}{T^2}, T = \sqrt{\frac{4\pi^2 mr}{F_Z}}, m = \frac{T^2 F_Z}{4\pi^2 r}$$

II. Es ist: Masse $m = 2 \text{ kg}$, Kreisradius $r = 0,5 \text{ m}$. Die Zugkraft am Seil beim Reißen ist die Zentralkraft $F_Z = 900 \text{ N}$. Wegen: $F_Z = \frac{mv^2}{r} \Leftrightarrow \frac{F_Z r}{m} = v^2 \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{F_Z r}{m}}$ bestimmt sich die Geschwindigkeit zum Zeitpunkt des Reißens des Seils als: $v = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

III. Es gilt $F_Z = \frac{4\pi^2 mr}{T^2}$, woraus $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 mr}{F_Z}}$ folgt. Wegen $F_Z = 900 \text{ N}$ bestimmt sich damit die Periode als Dauer einer Umdrehung: $T = 0,21 \text{ s}$. Die gesuchte Frequenz ermittelt sich auf Grund von $T = \frac{1}{f}$, also $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,21 \text{ s}}$ als Anzahl der Umdrehungen pro Sekunde: $f = 4,77 \text{ Hz}$.

www.michael-buhlmann.de / 03.2023 / Aufgabe 14