Frank Klinker

Aufgaben: Kreisbewegungen

Teil 2: Anwendungen der Zentrifugalkraft

Aufgabe 1. Max bewegt einen Stein an einem $1\,m$ langen Seil auf einer senkrechten Kreisbahn. Welche Geschwindigkeit muss er im höchsten Punkt seiner Bahn mindestens haben?

Aufgabe 2. Ein Körper der Masse $m = 100\,g$ wird an einer Schnur der Länge $\ell = 0{,}5\,m$ auf einem Kreis senkrecht zur Erdoberfläche herumgeschleudert.

a) Wir groß müssen Bahngeschwindigkeit und Kreisfrequenz mindestens sein?
b) Welche Reißfestigkeit (in N) muss die Schnur mindestens haben?

Hinweis: Überlegen Sie in beiden Teilaufgaben zunächst, welcher Punkt der Bahn dafür entscheidend ist!

Aufgabe 3. Ein Körper der Masse $0{,}25\,kg$ wird an einem Seil der Länge $0{,}8\,m$ waagerecht auf einem Kreis bewegt. Welche Umlaufzahl ist maximal erlaubt, wenn das Seil eine Reißfestigkeit von $500\,N$ hat?

Aufgabe 4. Ein Straßenkurve mit dem Radius $300\,m$ wurde ohne seitliche Neigung gebaut. Damit wird der Wagen in Querrichtung lediglich durch die Haftreibung zwischen Straße und Reifen gehalten. Für die Haftreibung gilt $F_H = \mu \cdot F_G$, da die Gewichtskraft hier die Normalkraft ist. Der Haftreibungskoeffizient μ ist von den Witterungsbedingungen abhängig:

	trocken	nass	vereist
μ	0,75	0,5	0,25

a) Mit welcher Maximalgeschwindigkeit kann ein Wagen der Masse $1{,}2\,t$ die Kurve bei den verschiedenen Witterungsbedingungen höchstens durchfahren?
b) Wie ändern sich die Werte für einen Wagen der doppelten Masse?

Aufgabe 5. Ein Karussell ist wie eine riesige zylinderförmige Zentrifuge aufgebaut, die sich schnell um die Mittelachse dreht. Wenn sich das Karussell schnell dreht, dann bleiben die Personen an der senkrechten Wand hängen ohne den Boden zu berühren.
Berechnen Sie, wie groß die Haftreibungszahl μ mindestens sein muss, wenn der Durchmesser des Karussells $d = 4{,}80\,m$ ist und für einen Umlauf $T = 2{,}00\,s$ benötigt werden.

Adresse: Eduard-Spranger-Berufskolleg, 59067 Hamm
E-Mail: mail@frank-klinker.de
Version: 10. September 2023

Aufgabe 6. Wir stoßen ein Fadenpendel der Masse m und der Länge ℓ so an, dass das Pendel mit der Kreisfrequenz ω einen Kreis durchläuft. Dann gehört zu jeder Kreisfrequenz ein fester Auslenkwinkel α.

a) Skizzieren Sie die Situation.
b) Berechnen Sie die Zentrifugalkraft und begründen Sie, warum $\cos\alpha = \dfrac{g}{\omega^2\ell}$ gilt.
c) Berechnen Sie Kreisfrequenz, Bahngeschwindigkeit und die Zugkraft auf den Pendelfaden, wenn das Pendel ($m = 2\,kg$, $\ell = 0{,}6\,m$) einen Auslenkwinkel von $5°$ hat.

Aufgabe 7. Bei einem Kettenkarussell sind die Ketten mit der Länge $4{,}25\,m$ im Abstand $a = 5\,m$ von der Drehachse entfernt angebracht. Während der Fahrt werden die Sitze um den Winkel $48°$ gegen die Vertikale ausgelenkt.

a) Skizzieren Sie die Situation, sodass alle relevanten Größen erkennbar sind.

b) Berechnen Sie die Geschwindigkeit der Sessel.

Aufgabe 8. Mit welchem Neigungswinkel legt sich ein Motorradfahrer bei einer Geschwindigkeit von $110\,\frac{km}{h}$ in eine Kurve mit dem Kurvenradius $r = 50\,m$?

Aufgabe 9. Ein ICE durchfährt mit der Geschwindigkeit $v = 261\,\frac{km}{h}$ eine Kurve mit dem Radius $r = 2{,}7\,km$.
Wie stark muss die äußere Schiene überhöht sein, damit beide Schienen gleich belastet werden (Spurweite $s = 143,5\,cm$)? Skizzieren Sie die Situation.

Aufgabe 10. Am 25.02.1998 hat die deutsche Eisschnellläuferin Gunda Niemann ($m = 60\,kg$) über $500\,m$ einen persönlichen Rekord aufgestellt. Dabei lief sie auf einer Bahn, die aus zwei Halbkreisen mit der Bogenlänge $100\,m$ und zwei geraden Strecken von ebenfalls $100\,m$ Länge zusammengesetzt ist (die Start-Ziel-Gerade wird dabei zwei mal durchlaufen). Für die Startphase auf den ersten $100\,m$ wurde eine Zeit von $10{,}23\,s$ gemessen. Danach darf die Geschwindigkeit als konstant angenommen werden. Die Gesamtzeit für die $500\,m$ betrug $38{,}13\,s$.

a) Berechnen Sie die Geschwindigkeit, die Gunda Niemann auf den $400\,m$ nach der Startphase hatte.
b) Berechnen Sie die Kraft, die in der Kurve seitlich auf den Schlittschuh wirkte. (Die Anschubeffekte werden nicht berücksichtigt)
c) Berechnen Sie den Winkel, unter dem sich Gunda Niemann in die Kurve legen musste.
d) Berechnen Sie die Kraft, die auf die Längsachse des Beins wirkt, das sich in der Kurve gerade auf dem Eis befindet.