

Übungsaufgaben „Bewegungswissenschaft I“

Übung 5: Kinematik der Rotation

Aufgabe 29:

Ein alpiner Skifahrer ($m=80$ kg) fährt eine geschnittene Kurve bei einem Kurvenradius von 30m mit 50 km/h. Um die Fliehkräfte zu kompensieren, legt er sich in die Kurve. Sein Körperschwerpunkt ist dabei 1m über der Skiauflagefläche (in Richtung der Körperachse gemessen).

- Wie hoch sind Radial- bzw. Zentrifugalbeschleunigung und die zugehörige Zentrifugalkraft? Mit welchem Winkel muss der Skifahrer in der Kurve liegen, damit alles passt? Was passiert, wenn die Kurvenneigung des Fahrers größer bzw. kleiner als der optimale Winkel ist? Welchen Einfluss hat dabei die Position des Fahrers (hockend oder aufgerichtet)?
- Wie ändert sich die Fliehkraft jeweils, wenn sich der Kurvenradius oder die Fahrgeschwindigkeit halbieren würde?

Aufgabe 30:

Ein Kind sitzt auf einem Karussell 3m von der Drehachse entfernt. Bei Vollgas braucht das Karussell genau 2s für eine Umdrehung.

- Skizziere die Situation mit Radius, Drehgeschwindigkeit und Bahngeschwindigkeit vektoriell (Rechtssystem, Radiusvektor zeigt in die positive x-Richtung)!
- Berechne Vektor und Betrag der Bahngeschwindigkeit!
Beachte, dass alle Drehgrößen in rad (Bogenmaß) eingesetzt werden müssen!

Aufgabe 31:

Beim Karussell (vorherige Aufgabe) fällt der Strom aus. Damit kein Kind ausrastet, schiebt der Karussellbremser mit allem was geht außen an der Drehscheibe (7m Durchmesser) an. Der Karussellbremser ist gut in Form und schafft eine (konstante) Drehbeschleunigung von 0.8s^{-2} . Nach einer Runde muss er aufgeben, weil er nicht mehr mitkommt.

- Wie lange schiebt der Bremser? Welchen Weg legt er dabei zurück?
Wie hoch ist seine Durchschnittsgeschwindigkeit?
- Welche Drehgeschwindigkeit erreicht das Karussell? Könnte der Bremser bei Leichtathletikmeetings der Diamond-League vielleicht besser verdienen als auf dem Rummel? Vergleiche seine Maximalgeschwindigkeit mit der von Top-100m Läufern!

Aufgabe 32:

Ein Hammerwerfer lässt den Hammerkopf auf einer geneigten Ebene rotieren, damit der Hammer auf einer steigenden Bahn abfliegen kann. Das bewirkt eine schräg im Raum stehende Achse des Drehgeschwindigkeitsvektors $\vec{\omega}$.

- a) Skizziere die Situation vektoriell mit Radius \vec{r} , Drehgeschwindigkeit $\vec{\omega}$ und Abfluggeschwindigkeit \vec{v}_B :

$$\vec{r} = \begin{pmatrix} 1.6 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m} \quad \vec{\omega} = \begin{pmatrix} 0 \\ -4\pi \\ 3\pi \end{pmatrix} \frac{1}{\text{s}}$$

- b) Berechne den Vektor der Bahngeschwindigkeit!
c) Wie groß sind die resultierende Abfluggeschwindigkeit und der Abflugwinkel?
d) Wie weit würde der Hammer fliegen, wenn man die Abflughöhe vernachlässigt ($h_0=0$)?

Aufgabe 33:

Ein Kind sitzt auf einem ebenen Karussell. Der Teddy in seiner Hand hat eine Höhe von $z_0=1.5\text{m}$ über dem Erdboden sowie einen Abstand \vec{r} vom Drehzentrum. Das Karussell hat zum Zeitpunkt t_0 eine Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}_0$. Der Jahrmarkt-Boss gibt Gas und beschleunigt das Karussell innerhalb einer Umdrehung mit der Winkelbeschleunigung $\vec{\alpha}_0$ auf eine Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}_e$ zum Zeitpunkt t_e . Dann wirken die Fliehkräfte so heftig, dass der Teddy aus der Hand des Kindes flutscht (zum Zeitpunkt t_E).

$$\vec{r} = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m}; \quad \vec{\omega}_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \pi / 2 \end{pmatrix} \frac{1}{\text{s}}; \quad \vec{\alpha}_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \pi / 2 \end{pmatrix} \frac{1}{\text{s}^2}$$

- a) Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}_e$ und die Bahngeschwindigkeit \vec{v}_B zum Zeitpunkt t_e .
b) Bestimme Betrag und Richtung der Radialbeschleunigung \vec{a}_r zum Zeitpunkt t_0 und t_e !
c) In welcher Entfernung vom Sitzplatz des Kindes landet der Bär des Kindes auf der weichen Fallschutzmatte neben dem Karussell ($z_e=0\text{m}$)?