

Übungsaufgaben „Bewegungswissenschaft I“

Übung 6: *Dynamik der Rotation: Drehmoment, Massenträgheitsmoment und Drehimpuls*

Aufgabe 34:

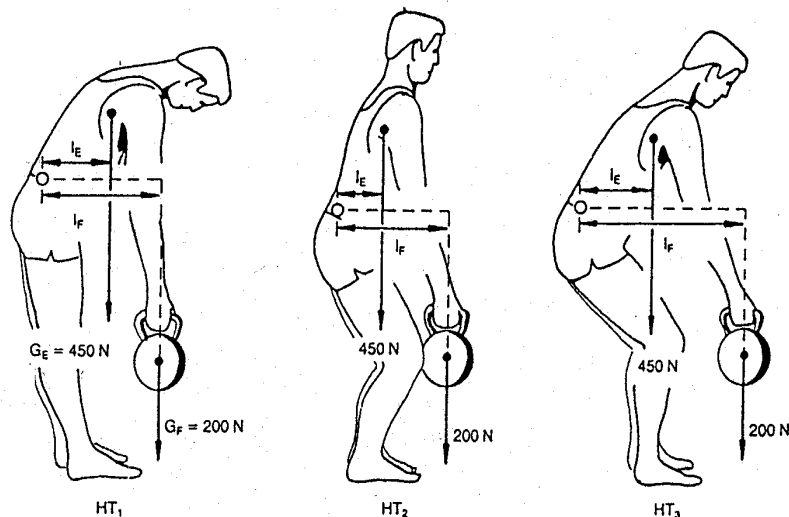
Berechne für die unten skizzierten Situationen die Zugkraft der Rückenmuskulatur unter der Annahme, dass deren Hebelarm an den Wirbelkörpern 5cm beträgt. Gehe dabei von nur einem Wirbelgelenk aus! Berücksichtige alle Drehmomente, die durch die Hantel und die Gewichtskräfte des Oberkörpers (450N) entstehen! Wie groß ist die statische Gesamtbelastung der Wirbelsäule durch Last- und Muskelmomente?

HT1: $l_E=0.25\text{m}$; $l_F=0.4\text{m}$

HT2: $l_E=0.18\text{m}$; $l_F=0.35\text{m}$

HT3: $l_E=0.25\text{m}$; $l_F=0.5\text{m}$

(siehe Abbildung:)



Aufgabe 35:

Der Boden eines Kinderkarussells besteht aus 6 Segmenten mit einer Masse von je 100kg (ähnlich wie eine Torte mit 6 Tortenstücken). Der Schwerpunkt der Segmente befindet sich jeweils in einem Abstand von 2.50m vom Drehpunkt (=Mittelpunkt der Bodenplatte). Der äußere Rand hat einen Abstand von 3.50m vom Drehpunkt des Karussells.

Ein „Karussellbremser“ kompensiert einen Stromausfall und schiebt das Karussell 10 Sekunden lang an: er lässt eine konstante Kraft von 200N tangential zum Rand der Bodenplatte wirken.

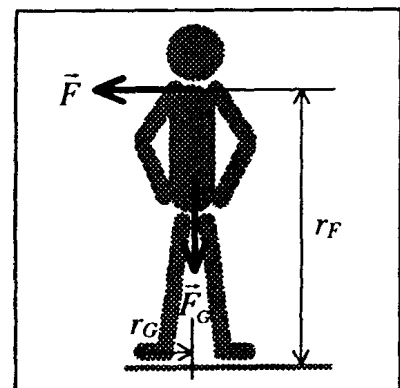
- Skizziere die Situation! (natürlich nur vektoriell!)
- Wie groß sind der Drehimpuls und die sich daraus ergebende Drehgeschwindigkeit des Karussells? Bei welcher Tangentialgeschwindigkeit müsste der Karussellbremser am Ende seiner Anschubaktion mitlaufen?
- Berechne die beim Anschieben „reingesteckte“ Dreharbeit und die daraus resultierende Rotationsenergie des Karussells!

Aufgabe 36:

Ein Ringer steht mit einem Fußabstand von 60cm (d.h. $r_G=30\text{cm}$) auf der Matte. Die Schulterhöhe r_F beträgt 87% seiner Körperhöhe von 1.80m.

- Wie groß muss die an den Schultern angreifende Kraft \vec{F} sein, um den Ringer in starrer Haltung zum Kippen zu bringen?
- Wie ändert sich die an der Schulter angreifende minimale Kippkraft, wenn der Ringer (1) seinen KSP um 50cm senkt, wenn er (2) seinen Fußabstand um 20cm vergrößert und wenn er (3) beides zugleich tut?
- Am KSP des Ringers (in 1m Höhe, Position wie im Bild) greifen mehrere Kräfte gleichzeitig an. Berechne die resultierende Kraft und skizziere die Situation (x-horizontal, y-Tiefenrichtung, z-vertikal). Was passiert mit dem Ringer in Folge dieser Kraftwirkung (qualitative Betrachtung)?

$$\vec{F}_G = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -750 \end{pmatrix} \text{N}; \quad \vec{F}_1 = \begin{pmatrix} 310 \\ 0 \\ 550 \end{pmatrix} \text{N}; \quad \vec{F}_2 = \begin{pmatrix} -100 \\ 0 \\ 800 \end{pmatrix} \text{N}$$



Aufgabe 37:

Ein „Karussellbremser“ ($m=80\text{kg}$) läuft auf der mit einer Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}$ rotierenden Karusselldrehscheibe mit einer Geschwindigkeit \vec{v} von innen nach außen. Er startet an der Ortskoordinate \vec{r} :

$$\vec{\omega} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \pi \end{pmatrix} \frac{1}{\text{s}}; \quad \vec{r} = \begin{pmatrix} 2.0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{m}; \quad \vec{v} = \begin{pmatrix} 3.0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

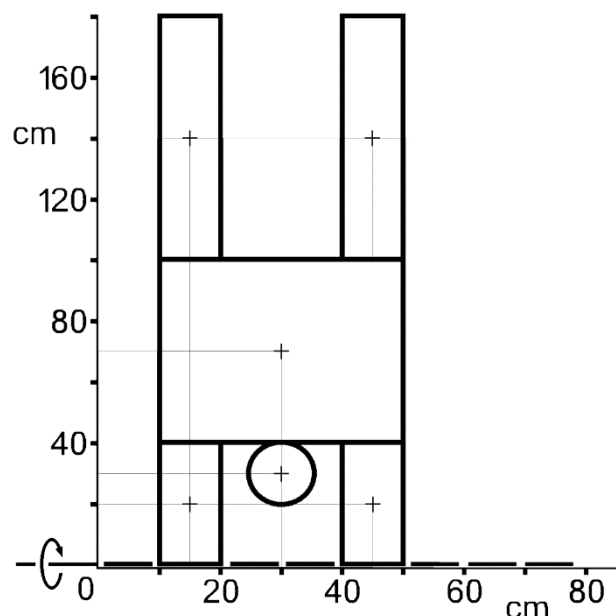
- Skizziere die Gegebenheit unter Berücksichtigung aller Vektoren (Tangentialgeschwindigkeit, Zentrifugalkraft und Corioliskraft!)
- Berechne die Tangentialgeschwindigkeit am Startpunkt!
- Berechne Vektor, Betrag und Richtung der Zentrifugalbeschleunigung \vec{a}_z ! Wie groß ist die wirkende Zentrifugalkraft F_z ?
- Berechne die Vektoren der Coriolisbeschleunigung \vec{a}_C und der Corioliskraft \vec{F}_C unter den genannten Bedingungen! In welche Richtung wirkt die Corioliskraft, was passiert mit dem Kassierer?

Aufgabe 38:

Ein abstrahierter Turner ($m=75\text{kg}$) turnt am Reck eine Riesenfelge mit einer Winkelgeschwindigkeit von $5.0/\text{s}$ und spreizt dabei ein Bein ab.

- Berechne das Massenträgheitsmoment für die dargestellte Position um die x-Achse als Drehachse (ohne Berücksichtigung der Massenträgheit der Segmente bei der Rotation um ihren eigenen Teilschwerpunkt)!
- Berechne das Gesamtmassenträgheitsmoment unter Berücksichtigung der Drehträgheit bei der Rotation um den jeweils eigenen Schwerpunkt (Satz von Steiner)! Für die Berechnung der Trägheitsmomente der Segmente um deren Schwerpunktschwerachse wird angenommen, dass die Segmentmasse in einem mittleren Abstand von einem Viertel der jeweiligen Segmentlänge vom Segmentschwerpunkt entfernt konzentriert ist.
- Berechne die Tangentialgeschwindigkeit der Füße!

Körperteil	Relativmasse (ΔG)
Kopf	0.04
Arm	0.08
Bein	0.16
Rumpf	0.48



Aufgabe 39:

Ein Reckturner steht im Handstand auf dem Hochreck und beginnt einen Riesenfelgumschwung. Der Turner wiegt 60kg und sein Körperschwerpunkt hat beim Umschwung einen konstanten Abstand von 1.10m von der Reckstange.

- Skizziere die Situation für verschiedene Positionen auf der Fahrt um die Reckstange mit Kraftvektoren und (senkrechtem) Drehmomentradius (0° =oben, 45° , 90° , 180° =unten, 300°)!
- Wie groß sind die Drehmomente bei Abwärts- und Aufwärtsbewegung im Verlaufe eines Riesenfelgumschwunges um die Reckstange (Tabelle und Drehmoment-Winkel-Diagramm von 0° (Start) bis 360° (Endposition) in 30° -Schritten)?

Aufgabe 40:

In der Absprungphase zum Salto werden von einem Turner Drehmomente erzeugt ($\rightarrow M(t)$, siehe Abbildung).

- Berechne den aus $M(t)$ hervorgehenden Drehimpuls!
- Wie hoch sind die Drehgeschwindigkeiten bei diesem Salto zu Beginn ($J_1=12\text{kgm}^2$), im Mittelteil (bei $J_2=9\text{kgm}^2$, $J_3=4\text{kgm}^2$ und $J_4=7\text{kgm}^2$) und in der Endphase der Flugphase kurz vor der Landung ($J_5=10\text{kgm}^2$)?
Beachte: 1 Umdrehung/s = $360^\circ/\text{s} = 6.28/\text{s}$ (rad/s)!
- Zeichne die Verläufe des Drehimpulses, des Massenträgheitsmoments, der Drehgeschwindigkeit und der Drehenergie in ein Diagramm mit verschiedenen y-Achsen (x-Achse = Phasennummer: 1..5)!

