

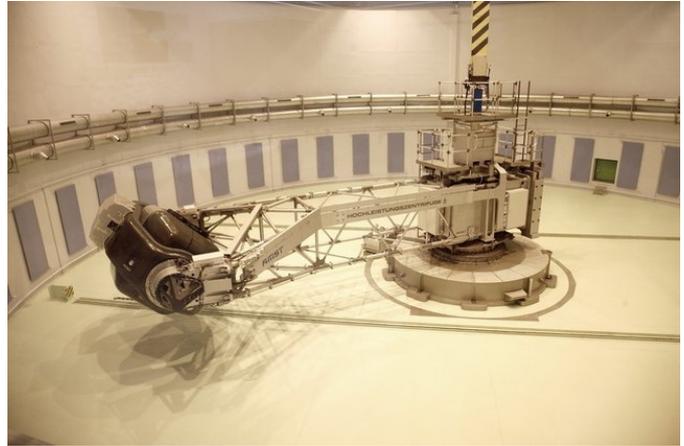
Übungen zur Mechanik

Serie 5: Künstliche Gravitation und künstliches Schweregefühl

1. Zentrifugentests für Kampfpiloten

In grossen Zentrifugenanlagen wird getestet, welche Kräfte resp. Beschleunigungen ein Kampfpilot noch aushält. Ab gewissen Beschleunigungen wird man nämlich ohnmächtig. Der Pilot sitzt dabei in einer Kapsel, welche an einem langen Dreharm befestigt ist. Durch die Drehung der Zentrifuge wird er gegen die Aussenwand der Kapsel gedrückt. So können starke Beschleunigungen simuliert werden.

Der Pilot in der Kapsel sei 8.5 m von der Drehachse entfernt. Seine Masse betrage 75 kg . In 2.2 s drehe die Kapsel eine Runde.



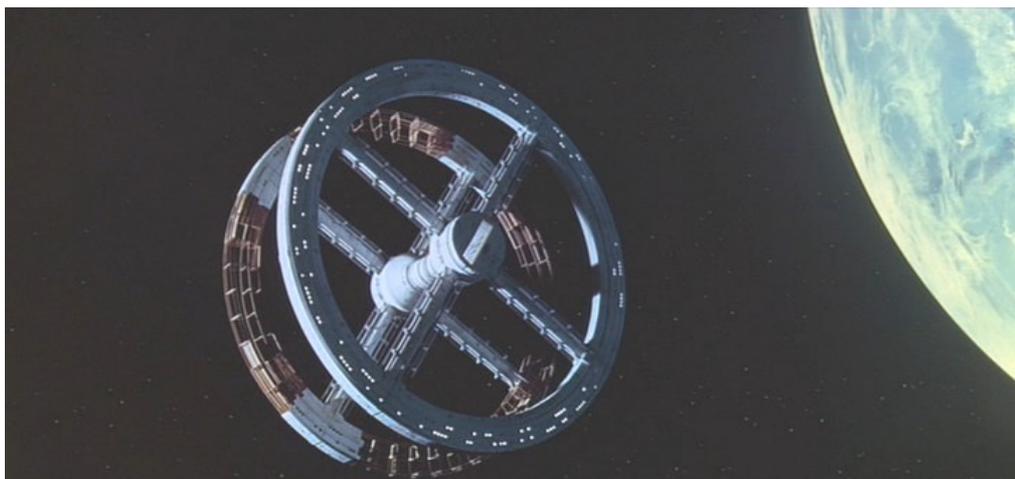
(a) Es ist die Normalkraft der Aussenwand, welche den Piloten auf seiner Kreisbahn hält. Diese Kraft spürt er. Durch sie wird er belastet. Wie gross ist diese Kraft?

(b) Ist die unter (a) berechnete Normalkraft z.B. 4-mal so gross wie die normale Gewichtskraft des Piloten an der Erdoberfläche, so sagt man: "Der Pilot erfährt eine Belastung von $4g$." Die Zentripetalbeschleunigung a_Z ist 4-mal so gross wie der normale Ortsfaktor g .

Wie steht es in der gegebenen Situation mit dem Piloten in der Zentrifuge? Wie vielen g 's wird er gerade ausgesetzt?

Zum Vergleich: Ab $8g$ ist für Menschen üblicherweise Schluss, d.h., man wird ohnmächtig und sollte einer solchen Beschleunigung auch nicht länger ausgesetzt sein.

2. Die Raumstation V in Stanley Kubricks "2001: A Space Odyssey" (Zwischenprüfungsaufgabe!)



Im Film weist die Raumstation in einer Einstellung eine Umlaufzeit von gerade etwa 28 s auf. Die Menschen in ihrem Innern sollen am äusseren Rand der Station eine künstliche Gravitation erfahren, die gerade ihrer Gewichtskraft auf der Erdoberfläche entspricht ($1g$).

Wie gross muss demzufolge der Durchmesser von Raumstation V sein?

3. Gefühlte Schwerkraft auf der Achterbahn (Zwischenprüfungsaufgabe!)

- Auf einer Achterbahn fahren die Wagen mit $126 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ durch eine Senke, deren Krümmungsradius am tiefsten Punkt 45 m beträgt. Mit wie vielen g 's werden die Fahrgäste dann in die Sitze gedrückt?
- Umgekehrt wird eine Kuppe mit einem Krümmungsradius von 17 m mit einer Geschwindigkeit von $49 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ passiert. Sind die Fahrgäste an dieser Stelle auf Gurte angewiesen, die dafür sorgen, dass sie im Wagen bleiben?
- Wie schnell muss die Achterbahn mindestens durch den obersten Punkt eines Loopings mit Krümmungsradius 12 m fahren, damit die Fahrgäste nicht aus dem Wagen fallen resp. nicht auf die Gurte angewiesen sind?

Tipp: Überlege dir ganz genau, wie die Kräftesituation aussehen muss, wenn genau keine Gurte gebraucht werden und die Fahrgäste auch nicht gegen die Sitzpolster gedrückt werden.



4. Lebt es sich am Äquator "leichter"? (Zwischenprüfungsaufgabe!)

Die Erde dreht sich einmal pro Tag um ihre Achse. Unsere Kraftwahrnehmung lässt uns diese Erdrotation allerdings nicht spüren, weil der Effekt einfach zu klein ist. Davon überzeugst du dich in dieser Aufgabe.

- Ein Mensch stehe am Nordpol, sein identischer Zwilling am Äquator. Weshalb könnte sich der Zwilling am Äquator allenfalls leichter fühlen?

Der Mensch am Pol dreht sich an Ort und Stelle. Bei ihm sind Gewichtskraft und Normalkraft im Gleichgewicht.

Dies ist beim Menschen am Äquator anders, denn dort muss sich als resultierende Kraft eine Zentripetalkraft ergeben, damit der Mensch eine gfK um die Erdachse beschreibt.

Rep.: Schwereindruck: $F_N = m \cdot g_{\text{gefühl}}$.

- Am Pol herrscht ein "rotationsfreier" Ortsfaktor von $g_{\text{Pol}} = 9.832 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$. Am Äquator ist der gefühlte Ortsfaktor aufgrund der Erdrotation etwas geringer. Wie aus der Kräftesituation folgt, entspricht der Unterschied genau der Zentripetalbeschleunigung a_Z , welche Objekte am Äquator erfahren:

$$g_{\text{Äquator}} = g_{\text{Pol}} - a_Z$$

Wie gross ist demzufolge der "rotationsberichtigte" und somit tatsächlich am Äquator gefühlte Ortsfaktor $g_{\text{Äquator}}$? (Erdradius: $R = 6370 \text{ km}$)

- Beide Zwillinge sollen eine identische Masse von 60 kg besitzen. Um wie viele Gramm fühlt sich der Zwilling am Äquator leichter als sein Bruder am Pol?

