

Aufgaben: Kreisbewegungen (Teil 1)

- Aufgabe 1.** a) Berechnen Sie die Winkelgeschwindigkeit, Frequenz und Kreisfrequenz des Sekundenzeigers, Minutenzeigers und Stundenzeigers einer Uhr .
- b) Welche Bahngeschwindigkeiten haben die Enden der Zeiger bei einer Kirchturmuhr mit einem Durchmesser von 5 Metern.

Aufgabe 2. Ein Windrad vom Typ E-126 hat eine Rotorblattlänge von 63 m. Im Betrieb zählt man 12 bis 36 Umdrehungen pro Minute (abhängig von der Windstärke).

- a) In welchen Bereichen befinden sich Winkelgeschwindigkeit, Frequenz und Kreisfrequenz des Windrades?
- b) Welche Maximalgeschwindigkeit erreicht dabei die Rotorspitze?

Aufgabe 3. Eine CD hat einen Durchmesser von 12 cm und rotiert im CD-Player zwischen drei und acht mal pro Sekunde. Die Daten sind in einer Spiralspur mit einer ungefähren Länge von 6 km gespeichert.

Die Daten werden von Innen nach Außen ausgelesen. Die Änderung der Umdrehungszahlen ist notwendig, damit der Laser eine konstante Geschwindigkeit hat und somit eine konstante Abtastung der Daten ermöglicht wird.

Da jedoch die Änderung der Umlaufzahl sehr gering ist, darf jeder einzelne Umlauf als gleichförmige Kreisbewegung angesehen werden.

- a) Berechnen Sie Winkelgeschwindigkeit, Frequenz und Kreisfrequenz bei minimaler und maximaler Umlaufzahl.
- b) Als Periodendauer T bezeichnet man die Zeit, die für einen Umlauf benötigt wird. Berechnen Sie diese für die minimale und die maximale Umlaufzahl. Was fällt Ihnen auf?
- c) Begründen Sie, warum die Umdrehungszahl am Anfang der Spieldauer acht und am Ende drei entspricht.
- d) Mit welcher Bahngeschwindigkeit bewegt sich ein Punkt auf der äußeren Datenspur ($r = 5,7 \text{ cm}$)?
- e) Welchen Radius hat die innere Datenspur?

Aufgabe 4. Eine Riementübersetzung besteht aus zwei Rädern mit den Durchmessern 30 cm und 70 cm. Für das kleine Rad zählt man 150 Umdrehungen in einer Minute.

Berechnen Sie Kreisfrequenz und Umfangsgeschwindigkeiten der beiden Räder sowie die Laufgeschwindigkeit des Bandes.

Aufgabe 5. Ein Junge wirbelt an einer Schnur einen Stein auf einem waagerechten Kreis von $1,5\text{ m}$ Durchmesser um seinen Kopf. Er zählt in zehn Sekunden zwölf Umläufe.

- Mit welcher Geschwindigkeit und in welche Richtung fliegt der Stein weiter, wenn der Junge die Schnur loslässt?
- Welche Bahn beschreibt der Stein bei seinem anschließenden Flug?

Aufgabe 6. Eine LP wird mit einer Umlaufzahl von $33 \frac{U}{\text{min}}$ abgespielt. Die Außen- und Innenrinne haben jeweils Durchmesser von $32,4\text{ cm}$ und $13,6\text{ cm}$.

- Wie groß sind Frequenz, Kreisfrequenz und Bahngeschwindigkeit der Innen- und Außenrinne?
- Welche Radialbeschleunigungen ergeben sich?

Aufgabe 7. a) Die Erde kann als Kugel mit mittlerem Radius $r = 6\,371\text{ km}$ angenommen werden. Welche Bahngeschwindigkeit hat ein Mensch am Äquator?

b) Die Bahn der Erde um die Sonne kann näherungsweise als Kreisbahn mit dem Radius $r = 1,5 \cdot 10^{11}\text{ m}$ betrachtet werden. Wie groß ist die Bahngeschwindigkeit der Erde?

c) Unsere Sonne umkreist das Zentrum der Milchstraße einmal in 225 Millionen Jahren. Die Entfernung der Sonne zum Zentrum beträgt 26 000 Lichtjahre. Welche Bahngeschwindigkeit hat die Sonne?

Wie viele Umdrehungen hat unser Sonnensystem bisher gemacht, wenn ca. 4,5 Milliarden Jahre alt ist?

Hinweis: Ein Lichtjahr entspricht der Entfernung, die das Licht in einem Jahr zurücklegt. Die Geschwindigkeit des Lichts ist dabei $300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

Aufgabe 8. Berechnen Sie die Radialbeschleunigungen der folgenden Objekte. Geben Sie diese auch in Vielfachen der Erdbeschleunigung g an ($g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$).

- Waschmaschinentrommel: Durchmesser 32 cm , 3000 Umdrehungen pro Minute.
- Karussell für Astronautentests: Abstand Drehachse-Kabine $6,5\text{ m}$, 20 Umdrehungen pro Minute.
- Teilchen in einer Zentrifuge: Abstand zur Drehachse 3 cm , 15 000 Umdrehungen pro Minute.
- Mensch am Äquator: Erdradius $6\,371\text{ km}$, eine Umdrehung pro Tag.
- Mensch in Berlin: Breitenkreis 52° .
- Mensch auf dem Mond bei seiner Bewegung um die Erde: mittlerer Bahnradius $383\,100\text{ km}$, ein Umlauf in 27,3 Tagen.
- Mensch auf der Erdbahn um die Sonne: mittlerer Bahnradius $150\,000\,000\text{ km}$, ein Umlauf pro Jahr.

Aufgabe 9. Ein vereinfachtes Modell des Wasserstoffatoms beschreibt die Bahn eines Elektrons der Masse $m_e = 9,109 \cdot 10^{-31}\text{ kg}$ um das zentrale Proton als Kreisbahn mit Radius $r = 5 \cdot 10^{-11}\text{ m}$. Die Bahngeschwindigkeit beträgt $v = 2,2 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

a) Wie groß ist demnach die Kraft zwischen Proton und Elektron.

Die Masse des Protons ist $m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ und damit etwa 1836 mal so groß wie die des Elektrons.

c) Lässt sich die Kraft aus a) allein mit Hilfe der Gravitationskraft zwischen Proton und Elektron erklären?

Hinweis: Die Gravitationskraft zwischen zwei Massen m_1 und m_2 mit Abstand r berechnet sich gemäß $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ mit der Gravitationskonstante $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg s}^2}$.