Alle Links und Hilfen bei diesem Auftrag stammen von der LEIFI-Website
https://www.leifiphysik.de/mechanik/kreisbewegung

1. a) Informieren Sie sich zuerst auf
   https://www.leifiphysik.de/mechanik/kreisbewegung/grundwissen/gleichfoermige-kreisbewegung
   darüber, was man unter einer gleichförmigen Kreisbewegung versteht.
   b) Überlegen Sie sich dann möglichst viele Beispiele und schreiben Sie diese auf das Übersichtsblatt. Füllen Sie dann den Lückentext darunter aus.

2. a) Informieren Sie sich auf
   https://www.leifiphysik.de/mechanik/kreisbewegung/grundwissen/umlaufdauer-und-frequenz
   über die Größen Umlaufzeit und Frequenz.
   b) Übertragen Sie „Das Wichtigste auf einen Blick“ in Ihren Physik-Hefter
   c) Bearbeiten Sie die Aufgabe zum Hochrad
   https://www.leifiphysik.de/mechanik/kreisbewegung/aufgabe/umlaufdauer-und-rotationsfrequenz-am-hochrad
   und kontrollieren Sie sich selbst anhand der eingeblendeten Lösung.

3. a) Informieren Sie sich auf
   https://www.leifiphysik.de/mechanik/kreisbewegung/grundwissen/bahngeschwindigkeit-und-winkelgeschwindigkeit
   über die Größen Winkelgeschwindigkeit und Bahngeschwindigkeit.
   c) Übertragen Sie die Zusammenfassung in Ihren Physik-Hefter.
   d) Füllen Sie die Lücken auf dem Arbeitsblatt unter 3d) sinnvoll mit den neu gelernten Formeln und Begriffen.
   e) Lösen die die folgenden Aufgaben und kontrollieren Sie sich anschließend selber, indem Sie die Lösung einblenden:
   i. https://www.leifiphysik.de/mechanik/kreisbewegung/aufgabe/kinderkarussell
   ii. https://www.leifiphysik.de/mechanik/kreisbewegung/aufgabe/geschwindigkeit-einer-gewehrkugel

4. Lösen Sie die folgenden Berechnungsaufgaben:

Aufgabe 1: Ein Plattenteller führt beim Abspielen einer LP („Langspielplatte“, Durchmesser 30 cm) 33 Umdrehungen in der Minute aus. Berechnen Sie
a) die Umlaufdauer b) die Frequenz c) die Winkelgeschwindigkeit
und d) die Bahngeschwindigkeit, mit der sich die äußerste Rille bewegt.

Aufgabe 2: Das siderische Jahr dauert ziemlich genau 365,2422 Tage.
a) Berechnen Sie die Winkelgeschwindigkeit der Bewegung der Erde um die Sonne.
b) Die Erde bewegt sich mit einer Bahngeschwindigkeit von 29,8 km/s. Berechnen Sie mit dieser Angebe die Entfernung zur Sonne.

Aufgabe 3: a) Berechnen Sie die Winkelgeschwindigkeit der Drehung der Erde um ihre eigene Achse? Entscheiden Sie, ob sie davon abhängt, wo genau auf der Erde man sich befindet.
b) Ein Mensch befindet sich am Äquator. Berechnen Sie seine Bahngeschwindigkeit infolge der Erdrotation? (Erdradius $r = 6370$ km.)
c) Geben Sie die Bahngeschwindigkeit an den Polen an und begründen Sie ihre Angabe.
d) Berechnen Sie die Bahngeschwindigkeit, mit der wir in Mitteleuropa (50. Breitengrad) um die Erdachse rotieren.

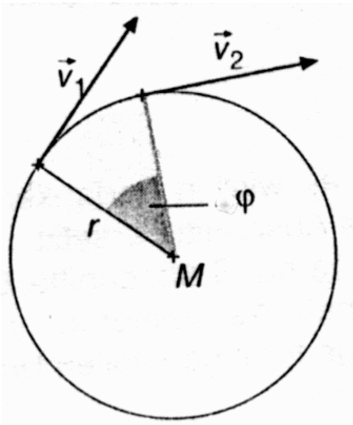
Aufgabe 4: Berechnen Sie, wie viele Umdrehungen pro Sekunde ein Autoreifen (Durchmesser 72 cm) bei der Fahrgeschwindigkeit von 90 km/h vollführt.

1c) Kinematik: Nennen Sie einige Beispiele für eine gleichförmige Kreisbewegung!

____

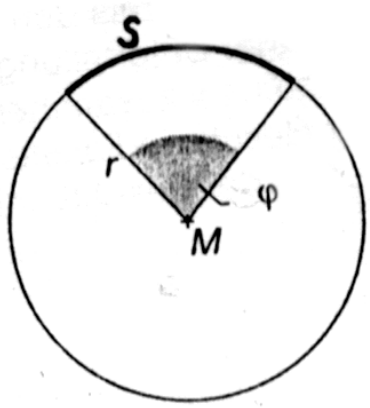
____

____



Anders als bei einem sich geradlinig bewegenden Körper ändert sich bei der gleichförmigen Kreisbewegung die Geschwindigkeit $\vec{v}$ laufend; eine Kreisbewegung ist immer eine beschleunigte Bewegung! Allerdings bleibt der ___________ $v = |\vec{v}|$ konstant, wohingegen sich die ____________ von $\vec{v}$ verändert: $\vec{v}$ liegt immer _______________ an der Kreisbahn.

3d) Mit s bezeichnen wir die Bogenlänge der Kreisbahn. Für sie gilt bei der gleichförmigen Kreisbewegung das Zeit-Weg-Gesetz:



$s =$

Wenn der Körper die Wegstrecke s auf seiner Kreisbahn zurücklegt, überstreicht der Radius den Winkel φ.

Da wir uns für die Bogenlänge interessieren und um leichter die Differentialrechnung anwenden zu können, rechnen wir bei Kreisbewegungen immer mit dem Winkel im __________maß. Dann gilt $s = r\varphi$ und daher

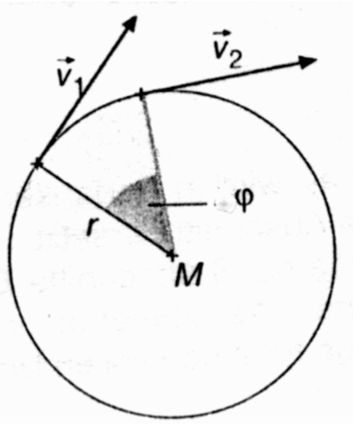
$\varphi =$

Die neue Größe $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{v}{r}$ ist konstant und heißt ***Winkelgeschwindigkeit***. Ihre Einheit ist __________ . Im Gegensatz dazu nennen wir $\vec{v}$ die ***Bahngeschwindigkeit.***

Die Zeit T, die für einen vollen Umlauf benötigt wird, heißt ***Umlaufdauer***. Es gilt

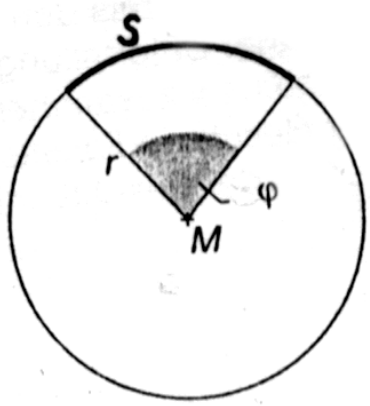
$\omega =$

1c) Kinematik: Nennen Sie einige Beispiele für eine gleichförmige Kreisbewegung!
Karussell, Drehung der Planeten um ihre eigene Achse (Bewegung eines Punktes auf der Oberfläche, Lauf der Erde um die Sonne (in guter Näherung), Lauf des Mondes um die Erde (in brauchbarer Näherung), Bewegung von Rädern von Fahrzeugen (bei gleichförmiger Bewegung derselben), Rotation von Schallplatten, CDs oder DVDs u.v.m.



Anders als bei einem sich geradlinig bewegenden Körper ändert sich bei der gleichförmigen Kreisbewegung die Geschwindigkeit $\vec{v}$ laufend; eine Kreisbewegung ist immer eine beschleunigte Bewegung! Allerdings bleibt der **Betrag** $v = |\vec{v}|$ konstant, wohingegen sich die **Richtung** von $\vec{v}$ verändert: $\vec{v}$ liegt immer **tangential** an der Kreisbahn.

3d) Mit s bezeichnen wir die Bogenlänge der Kreisbahn. Für sie gilt bei der gleichförmigen Kreisbewegung das Zeit-Weg-Gesetz:



$s = v \cdot t$ speziell für einen vollen Umlauf $2 \cdot \pi \cdot r = v \cdot T$

Wenn der Körper die Wegstrecke s auf seiner Kreisbahn zurücklegt, überstreicht der Radius den Winkel φ.
Da wir uns für die Bogenlänge interessieren und um leichter die Differentialrechnung anwenden zu können, rechnen wir bei Kreisbewegungen immer mit dem Winkel im **Bogen**maß. Dann gilt

$s = r\varphi$ und daher $\varphi = \frac{s}{r} = \frac{v \cdot t}{r} = \frac{v}{r} \cdot t = \omega \cdot t$

Die neue Größe $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{v}{r}$ ist konstant und heißt ***Winkelgeschwindigkeit***. Ihre Einheit ist $\frac{1}{\mathrm{s}} = \mathrm{s}^{-1}$. Im Gegensatz dazu nennen wir $\vec{v}$ die ***Bahngeschwindigkeit.***

Die Zeit T, die für einen vollen Umlauf benötigt wird, heißt ***Umlaufdauer***. Es gilt

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot f$$, denn $2 \cdot \pi \cdot r = v \cdot T$ (s.o) <==> $2\pi / T = v / r$.

2c) https://www.leifiphysik.de/mechanik/kreisbewegung/aufgabe/umlaufdauer-und-rotationsfrequenz-am-hochrad

Aufgabe

Umlaufdauer und Rotationsfrequenz am Hochrad

Schwierigkeitsgrad: leichte Aufgabe

Ein Hochrad wie in **Abb. 1** hat zwei Räder mit unterschiedlichen Durchmessern. Das große Vorderrad hat meist einen Durchmesser zwischen $100\,\mathrm{cm}$ und $150\,\mathrm{cm}$. Das kleine Hinterrad hat hingegen einen Durchmesser der kleiner als $56\,\mathrm{cm}$ ist.

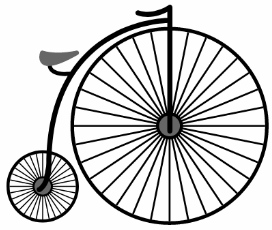
a) Flexon fährt gemütlich auf gerade Strecke auf dem Hochrad. Dabei dreht sich das Ventil des Rades in 30 Sekunden genau 40-mal komplett im Kreis.

Berechne die Umlaufdauer T des Ventils und die Frequenz f der Kreisbewegung.

b) Das Ventil des kleinen Hinterrades hat währenddessen eine Frequenz von $f = 3\,\mathrm{Hz}$.

Berechne die Umlaufdauer T des Ventils und gib an, wie oft sich das Ventil in 30 Sekunden komplett im Kreis dreht.

c) Erläutere jeweils, ob die Frequenz f bzw. die Umlaufdauer T eines normalen Fahrrades bei gleicher Fahrgeschwindigkeit wie im Aufgabenteil **a)** kleiner oder größer ist als die Frequenz bzw. die Umlaufdauer des großen Vorderrades.



©
Abb. 1 Hochrad

a) Für die Umlaufdauer T gilt

$$T = \frac{t}{N} \Rightarrow T = \frac{30\,\mathrm{s}}{40} = \frac{3}{4}\,\mathrm{s} = 0{,}75\,\mathrm{s}$$

Die Frequenz ergibt sich aus

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = \frac{1}{\frac{3}{4}\,\mathrm{s}} = \frac{4}{3}\,\frac{1}{\mathrm{s}} = 1{,}33\,\mathrm{Hz}$$

b) Die Umlaufdauer ergibt sich aus

$$T = \frac{1}{F} \Rightarrow T = \frac{1}{3\,\mathrm{Hz}} = \frac{1}{3\,\frac{1}{\mathrm{s}}} = \frac{1}{3}\,\mathrm{s}$$

Um die Anzahl N der Umdrehungen auszurechnen, musst du die Zeitspanne t mit der Frequenz f multiplizieren:

$$N = 3\,\mathrm{Hz} \cdot 30\,\mathrm{s} = 90$$

Das kleine Hinterrad dreht sich also in 30 Sekunden 90-mal.

c) Das Rad eines normalen Fahrrades hat einen kleineren Durchmesser als das große Vorderrad des Hochrades. Daher muss es sich bei gleicher Fahrgeschwindigkeit öfters drehen. Die Frequenz f des normalen Fahrradrades ist daher größer als die Frequenz des großen Hochradrades.

Da die Umlaufdauer gerade der Kehrwert der Frequenz ist, fällt der Vergleich hier gerade umgekehrt aus. Die Umlaufdauer des normalen Fahrradradess ist kleiner als die Umlaufdauer des großen Hochradradeses.

3c) ii. https://www.leifiphysik.de/mechanik/kreisbewegung/aufgabe/geschwindigkeit-einer-gewehrkugel

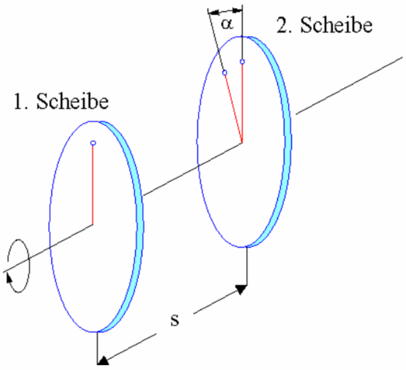
Geschwindigkeit einer Gewehrkugel

Schwierigkeitsgrad: mittelschwere Aufgabe

Um die Geschwindigkeit v einer Gewehrkugel zu bestimmen, schießt man auf zwei Pappscheiben, die im Abstand von $s = 1{,}00\,\mathrm{m}$ auf einer Stange befestigt sind. Die Stange dreht sich 30-mal in der Sekunde. Man stellt fest, dass die beiden Einschusslöcher um die Winkelweite $\alpha = 45^\circ$ gegeneinander versetzt sind.

a) Berechne die Geschwindigkeit v der Gewehrkugel.

b) Erläutere, warum die Berechnung von v aufgrund der obigen Angaben nicht ganz eindeutig durchzuführen ist.



a) Während die Kugel zwischen der 1. und der 2. Scheibe die Strecke s durchfliegt, drehen sich die beiden Scheiben um 45°.
Für eine Drehung um 360° benötigen die Scheiben die Zeit $\frac{1}{30}\mathrm{s}$. Somit benötigen sie für 45° die Zeit

$$\frac{t}{\frac{1}{30}\mathrm{s}} = \frac{45^\circ}{360^\circ} \Leftrightarrow t = \frac{45^\circ}{360^\circ} \cdot \frac{1}{30}\mathrm{s} \Rightarrow t = \frac{1}{240}\mathrm{s}$$

Für die Geschwindigkeit der Kugel gilt dann

$$s = v \cdot t \Leftrightarrow v = \frac{s}{t} \Rightarrow v = \frac{1{,}00\mathrm{m}}{\frac{1}{240}\mathrm{s}} = 240\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

b) Bei den gemachten Angaben können sich die Scheiben theoretisch auch mehr als 45° drehen, nämlich wenn sie zusätzlich noch n vollstänsige Umdrehungen machen, sich also um den Winkel $n \cdot 360^\circ + 45^\circ$ (mit $n = 0;\ 1;\ 2;\ 3;\ \ldots$) drehen. Daher ist die Geschwindigkeitsberechnung nicht ganz eindeutig. Für $n = 1$, also eine Drehung um 405° ergäbe sich die Geschwindigkeit von $26{,}7\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

3c) i. https://www.leifiphysik.de/mechanik/kreisbewegung/aufgabe/kinderkarussell

Kinderkarussell

Schwierigkeitsgrad: leichte Aufgabe

Ein Kind fährt in einem Karussell auf dem Pferd, welches sich auf einer Kreisbahn mit einem Radius von $4\,\mathrm{m}$ dreht. Vater und Mutter möchten auf dem danebenliegenden, ruhenden Laufband mit einem Radius von $6\,\mathrm{m}$ mitlaufen, können aber nicht schneller als $2\,\mathrm{m}$ in der Sekunde laufen.

Berechne, wie groß die Winkelgeschwindigkeit eines Kinderkarussells höchstens sein darf, sodass die Eltern ihr Kind begleiten können.

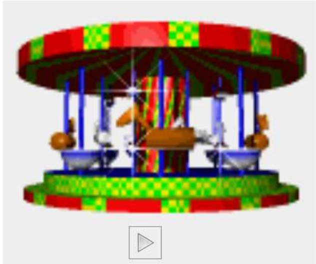


Abb. 1 Drehung eines Kinderkarussells

Die Bahngeschwindigkeit v darf bei einem Radius von $r = 6\,\mathrm{m}$ nur $v = 2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ betragen.

Die Winkelgeschwindigkeit ω ergibt sich aus

$$v = \omega \cdot r \Leftrightarrow \omega = \frac{v}{r}$$

Einsetzen der gegebenen Werte führt zu

$$\Rightarrow \omega = \frac{2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{6\,\mathrm{m}} = \frac{1}{3}\,\frac{1}{\mathrm{s}}$$

Das entspricht einer Umlaufzeit von 6π s also etwa 19 Sekunden.

4)

<u>*Aufgabe 1:*</u> *a)* $T = \frac{t}{n} = \frac{60\,\mathrm{s}}{33} = 1{,}82\,\mathrm{s}$ *b)* $f = \frac{n}{t} = \frac{33}{60\,\mathrm{s}} = 0{,}55\,\mathrm{Hz}$

c) $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{(60:33)\mathrm{s}} = 3{,}46\frac{1}{\mathrm{s}}$. *d)* $v = \omega \cdot r = 3{,}46\frac{1}{\mathrm{s}} \cdot 0{,}15m = 0{,}52\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

<u>*Aufgabe 2:*</u> *a)* $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{365{,}2422 \cdot 86400\,\mathrm{s}} = 1{,}991064 \cdot 10^{-7}\,\frac{1}{\mathrm{s}}$.

b) $r = \frac{v}{\omega} = \frac{29800\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{1{,}991064 \cdot 10^{-7}\,\frac{1}{\mathrm{s}}} = 1{,}497 \cdot 10^{11}\,\mathrm{m} = 149\,700\,000\,\mathrm{km}$.

<u>*Aufgabe 3:*</u> *a)* $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{86400s} = 7{,}27 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{s}}$. Die Winkelgeschwindigkeit ist an jedem Punkt der Erde gleich groß, da sich alle in der gleichen Zeit (1 Tag 0 24 Stunden) um den gleichen Winkel von 260° drehen,

b) $v = \omega \cdot r == 7{,}27 \cdot 10^{-5}\,\frac{1}{\mathrm{s}} \cdot 6{,}37 \cdot 10^{6}\,m = 463{,}2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 1668\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$.

c) An den Polen befindet man sich direkt auf der Drehachse, so dass der Bahnradius gleich Null ist. Man bewegt sich durch die Drehung nicht von der Stelle, daher ist die Bahngeschwindigkeit dort $v = 0\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

d) Der Bahnradius *r'* erfüllt die Gleichung $\frac{r'}{r} = \cos(\alpha)$, wobei α den Breitengrad angibt. Wir bewegen unds in Mitteleuropa also auf einer Kreisbahn mit dem Radius $r' = r \cdot \cos(\alpha) = 6370km \cdot \cos(50°) = 4095$ km um die Erdachse, Daher gilt für unsere Bahngeschwindigkeit Daher gilt für die Zentripetalkraft

$$v' = \frac{2\pi r'}{T} = \frac{2\pi \cdot 4{,}09456m}{86400s} = 297{,}8\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 1072\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}.$$

<u>*Aufgabe 4:*</u> $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{v}{2\pi r} = \frac{90:3{,}6\,\mathrm{m/s}}{2\pi \cdot 0{,}36\,\mathrm{m}} = 11{,}1\ \mathrm{s}^{-1}$.

Der Reifen dreht sich also etwa 11 Mal pro Sekunde.