Kreisbewegung

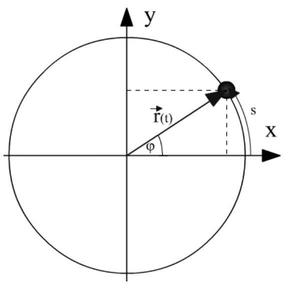
Grundkurs Physik 11

Stephie Schmidt

Massenpunkt

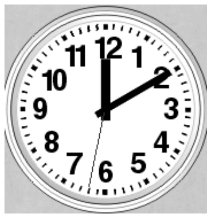
- Definition: Ein Massenpunkt ist ein idealisierter Körper, dessen gesamte Masse in einem Punkt vereinigt ist.
- Wenn Form und Masse eines Körpers bei der Bewegung keine Rolle spielen, kann dieser Körper für Berechnungen durch einen Massenpunkt ersetzt werden.
- Beispiele:
  - Planeten und Sonnen im Weltall.
  - Fußball bei Flugbahn
  - Elektronen im einfachen und Atom-Modell

Skalare Größen zur Beschreibung



Umlaufdauer T

Zeitdauer für einen vollen Umlauf des Körpers. Für die Einheit gilt z.B. [T] = 1s



Frequenz f

- Macht eine Aussage über die Zahl der Umläufe pro Zeiteinheit.

$$\text{Frequenz} = \frac{\text{Zahl der Umläufe}}{\text{dafür benötigte Zeit}} \Rightarrow f = \frac{N}{t}$$

- Speziell für einen Umlauf gilt dann:

$$f = \frac{N}{t} \Rightarrow f = \frac{1}{T}$$

- Für die Einheit der Frequenz gilt: $[f] = \frac{1}{s} = 1\,\text{Hz}$

Bahngeschwindigkeit v

- ***Bahnradius r***
  Entfernung des Körpers vom Mittelpunkt.
- Wie bei der gleichförmigen linearen Bewegung gilt auch hier:

$$v = \frac{\text{Weg}}{\text{Zeit}} \xrightarrow{\text{1 Umlauf}} v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T} \quad \text{oder} \quad v = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot r$$

- Wäre der Radius in der obigen Animation r = 0,2 m, so ist die Umlaufgeschwindigkeit v = 5 m/s.

Winkelgeschwindigkeit ω

- Die Winkelgeschwindigkeit gibt an, wie schnell der Winkel überstrichen wird.

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \xrightarrow{\text{1 Umlauf}} \boxed{\omega = \frac{2\cdot\pi}{T}} \text{ oder } \omega = 2\cdot\pi\cdot f$$

- $\omega = 2\pi * n$

Mit der Beziehung für die Winkelgeschwindigkeit kann die Umlaufgeschwindigkeit auch in der folgenden Form geschrieben werden:

$$\boxed{v = r\cdot\omega}$$

Gleichförmige Kreisbewegung

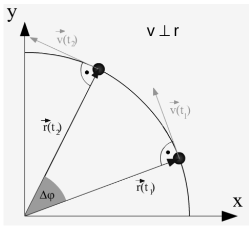
http://www.dorn.ch/bilder/karussell.jpg

Gleichförmige Kreisbewegung

- Massepunkt legt in gleichen Zeiten gleiche Wege zurück.
  $v = \Delta s / \Delta t = 2\pi\, r * \varphi / \Delta t$ (φ…Winkel)
- Weg-Zeit-Gesetz $s(t) = v*t + s_0$
- Drehwinkel-Zeit-Gesetz $\varphi(t) = \omega*t + \varphi_0$

Gleichförmige Kreisbewegung

- Die gleichförmige Kreisbewegung ist eine beschleunigte Bewegung, da sich in jedem Punkt die Geschwindigkeits-richtung ändert.



$a_r = \omega^2 * r$

$a_r = v^2 / r$

Hinweis: v ⊥ a

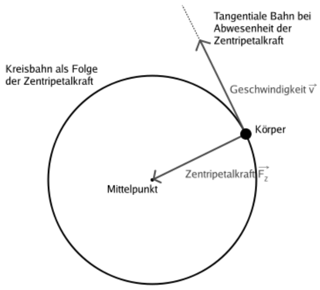
Aufgaben

- Welche Geschwindigkeit besitzt ein Raumschiff, dass sich für kurze Zeit stationär 330 km über der Erdoberfläche befindet? Geben Sie die Geschwindigkeit in km/s an. (Erdradius r = 6370 km)
  Geschwindigkeit 0.5km/s

Aufgaben

- Eine Zentrifuge erzielt die 100-fache Erdbeschleunigung. Dabei dreht sie sich in einer Kreisbahn mit 5 m Radius. Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich ein Punkt am Rande der Kreisbahn? Wie groß ist die Frequenz der Zentrifuge?
  v = 70,4 m/s = 252 km/h; f = 2,2 Hz
- Bei einer Zentrifuge wird die 120-fache Erdbeschleunigung erzielt. Ein Punkt am Rand der Kreisbahn der Zentrifuge bewegt sich dabei mit der Geschwindigkeit 200 km/h. Wie groß ist der Radius der Kreisbahn? Wie groß ist die Frequenz der Zentrifuge? Wie groß ist die Frequenz der Zentrifuge? r =2,62 m; f= 3,37 Hz

Zentripetalkraft (Radialkraft)



Zentripetalkraft

Jeder im Kreis befindliche Körper muss nach dem Mittelpunkt hin beschleunigt werden, wenn er auf der Kreisbahn bleiben soll. Es muss also zum, Drehpunkt hin gerichtete Kraft aufgewandt werden.

F = m * a; mit a = v² / r = ω² * r

à F = m * v² / r = m * ω² * r.

Die Zentripetalkraft ist eine Trägheitskraft, die nur in rotierenden Bezugssystemen auftritt

Fliehkraft oder Zentrifugalkraft

- Ist die Gegenkraft zur Zentripetalkraft.
- Die Zentrifugalkraft, eine Trägheitskraft, ist nach außen gerichtet und im Gegensatz zur Zentripetalkraft eine Scheinkraft.
- Die Zentrifugalkraft ist eine Trägheitskraft, die nur in rotierenden Bezugssystemen auftritt

Aufgabe

- Welche Fliehkraft entwickelt eine Kugel von 2 kg Masse, die mit einer Drehzahl von 300 Umdrehungen pro Minute an einer 2 m langen Kette waagerecht im kreis herumgeschwungen wird.
- Winkelgeschwindigkeit ω= 2*π* n

à F = m * ω² * r = m*r*(2*π* n)² = 3944 N

Aufgabe

- Bei welcher Drehzahl zerreißt die Kette, wenn sie eine Belastung von 8339 N aushält ?
- Aus F = m*r*(2*π* n)²   à <u>n = 1/ 2*π * √(f/(m*r))</u>

à n = 436 Umdrehungen /Minute

Aufgabe

- Eine Achterbahn soll eine Loopingkurve durchfahren. Sie durchfährt den höchsten Punkt des Kreises mit der Geschwindigkeit 50 km/h. Wie groß darf der Radius der Kreisbahn höchstens sein?
- Damit die Achterbahn den obersten Punkt einer Loopingbahn durchlaufen kann ohne runter zu fallen, muss die Zentrifugalkraft mindestens genau so groß wie die Gewichtskraft sein.

$$F_G = F_R$$
$$m \cdot g = \frac{m \cdot v^2}{r}$$
$$g = \frac{v^2}{r}$$
$$r = \frac{v^2}{g}$$
$$r = \frac{\left(13{,}9\frac{m}{s}\right)^2}{9{,}81\frac{m}{s^2}}$$
$$r = 19{,}7\,m$$