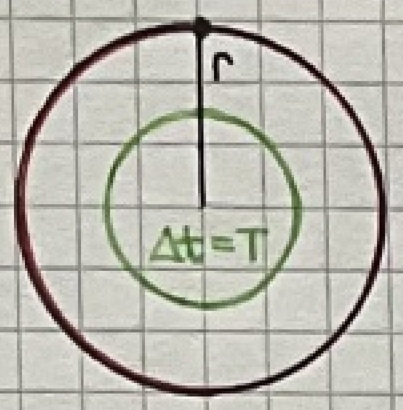
I. Kreisbewegungen

Bahngeschwindigkeit v



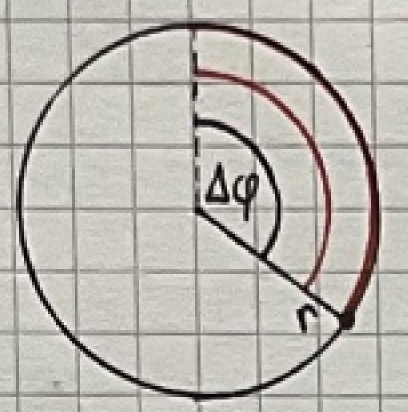
$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{u}{\Delta t} = \frac{2\pi r}{T}$

$v = \omega \cdot r$

Einheit $[v] = 1\frac{m}{s}$

- Radius ist direkt proportional zu v
- Bahngeschwindigkeit bei der Kreisbewegung ist Quotient aus zurückgelegter Strecke (Δx/u) und der benötigten Zeitspanne (Δt)

Winkelgeschwindigkeit ω



$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T}$

$\omega = \frac{v}{r}$ $\quad \omega = 2\pi \cdot f$ *

Einheit $[\omega] = 1 s^{-1} = \frac{1}{s}$

*Frequenz $f = \frac{1}{T}$ in Hz

→ $\Delta\varphi$ (Winkel) ist direkt proportional zu ω

→ Für die Winkelgeschwindigkeit ist der Quotient aus dem Winkel ($\Delta\varphi$) – unabhängig vom Radius – und der benötigten Zeitspanne (Δt) relevant

Verhältnis zueinander

($v = \omega \cdot r$) v bleibt gleich
- geringerer r → schnellere ω
- größerer r → langsamere ω

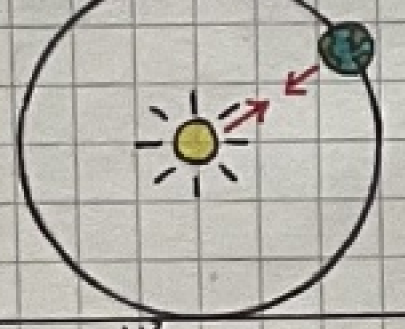
ω bleibt gleich ($\omega = \frac{v}{r}$)
- geringerer r → langsamere v
- größerer r → schnellere v

Zentripetalkraft

→ existiert objektiv immer

→ wird auf Kreisbahn gezwungen, die stets zum Kreismittelpunkt hingerichtet ist (so kann sich ein Körper mit gleichbleibender Bahngeschwindigkeit auf einer Kreisbahn bewegen)

Beispiel: Gravitation zw. Erde und Sonne



$F_Z = m_1 \cdot \frac{v^2}{r}$ bzw. $F_Z = m_1 \cdot \omega^2 \cdot r$

Einheit $[F_Z] = 1\,N$

Zentripetalbeschleunigung

$a_Z = \omega^2 \cdot r = \frac{v^2}{r}$

Einheit $[a_Z] = 1\frac{m}{s^2}$

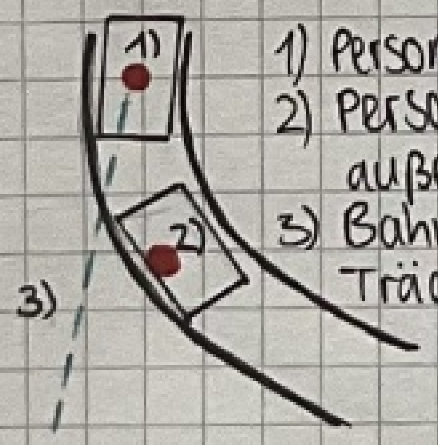
Zentrifugalkraft

→ existiert nur im beschleunigten Bezugsystem (d.h. nur für Menschen innendrin empfindbar)

→ Beobachter auf Kreisbahn verspürt eine Scheinkraft aufgrund der Trägheit*, die ihn scheinbar nach außen drückt nämlich: Körper/Objekt/Wand kommt auf diesen ruhenden Beobachter (oder Körper) zu

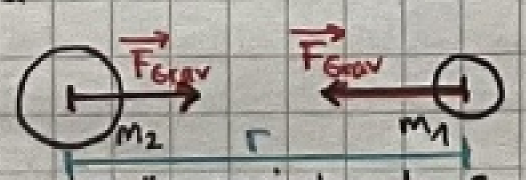
* Trägheitseffekt: physikalische Körper bleiben in Ruhe-/Bewegungszustand, solange keine äußeren Kräfte auf sie einwirken

Beispiel: Person in einer Achterbahn



1) Person ist in der Mitte
2) Person wird (scheinbar) nach außen gedrückt
3) Bahn des Körpers gemäß Trägheit

Gravitation(sgesetze)



→ Die Gravitation ist die Zentripetalkraft

→ zw. zwei Körpern der Masse m_1 bzw. m_2 wirkt stets die anziehende Gravitation

$G = F_Z$ $\quad G = \gamma \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ [in N]

$g = a_Z$ $\quad g = \gamma \cdot \frac{m_2}{r^2}$ [in $\frac{m}{s^2}$]

Ortsfaktor/Erdbeschleunigung

m_1 = rotierende Masse

m_2 = ruhende Masse/Zentralgestirn

γ = Gravitationskonstante $= 6{,}674 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2}$

II. Schwingungen und Wellen

Schwingungen

→ Definition: Eine Schwingung ist eine zeitlich periodische Bewegung zwischen zwei Umkehrpunkten

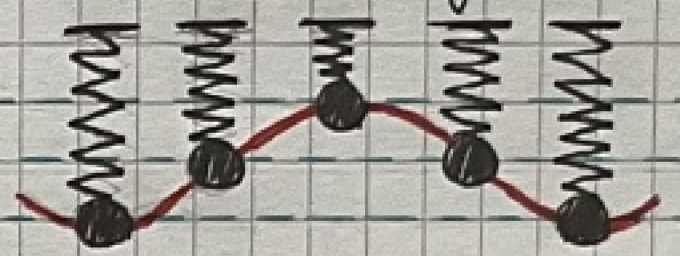
→ Die benötigte Zeit, um wieder in die gleiche Schwingungsphase zu gelangen, heißt Schwingungsdauer T. Ihr Kehrwert ist die Frequenz: $f = \frac{1}{T}$ Einheit $[f] = 1\,Hz$

→ momentaner Abstand zur Gleichgewichtslage: Auslenkung / Elongation
maximale Elongation: Amplitude

→ gedämpfte Schwingung: Amplitude nimmt mit der Zeit ab
harmonische Schwingung: regelmäßige Hin- und Herbewegung eines Körpers → sinusförmige Zeitfunktion

Bsp.: Federpendel

oberer Umkehrpunkt
Gleichgewichtslage
unterer Umkehrpunkt

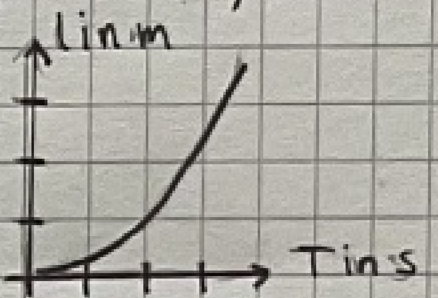


Bsp. Fadenpendel

Erkenntnisse aus Hypothesen zur Abhängigkeit der Schwingungsdauer T:

→ T ist bei gleicher Fadenlänge und Amplitude für alle Massen gleich

→ das Quadrat der Periodendauer ist direkt proportional zur Fadenlänge
$T^2 \sim l$ bzw. $T^2 = k \cdot l$



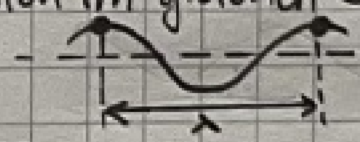
→ Gleichung für die Pendelschwingung
$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ [in s]

Wellen

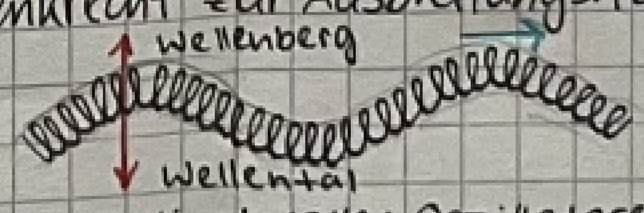
→ Definition: Eine Welle ist die Ausbreitung eines Zustands. Sie besteht aus einzelnen schwingfähigen Systemen (Oszillatoren), die Energie übertragen können/verbunden sind

→ Die Ausbreitungs- bzw. Phasengeschwindigkeit c einer Welle berechnet sich wie folgt:
$c = \frac{\lambda}{T}$ bzw. $c = \lambda \cdot f$ [häufig: $c_{Schall} = 330\frac{m}{s}$, $c_{Licht} = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$]

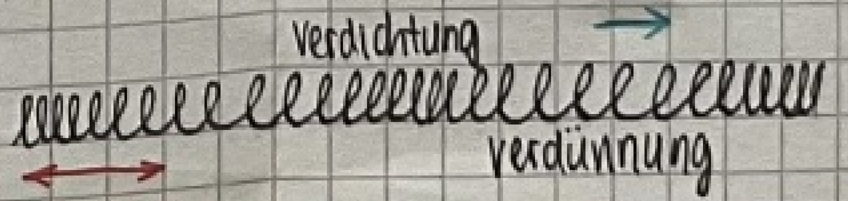
Die Wellenlänge λ steht für den Abstand zweier benachbarter Oszillatoren, die sich im gleichen Schwingungszustand befinden



Transversalwelle: Oszillatoren bewegen sich senkrecht zur Ausbreitungsrichtung



Longitudinalwelle: Oszillatoren bewegen sich parallel zur Ausbreitungsrichtung

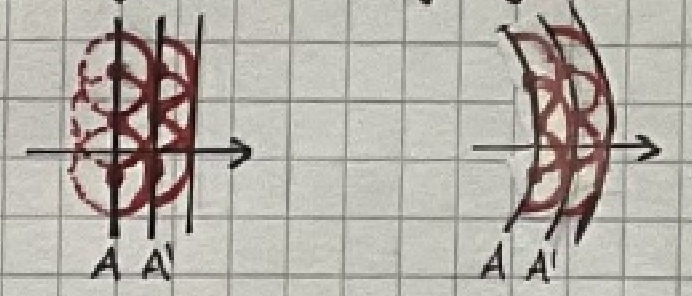


Beugung von Wellen

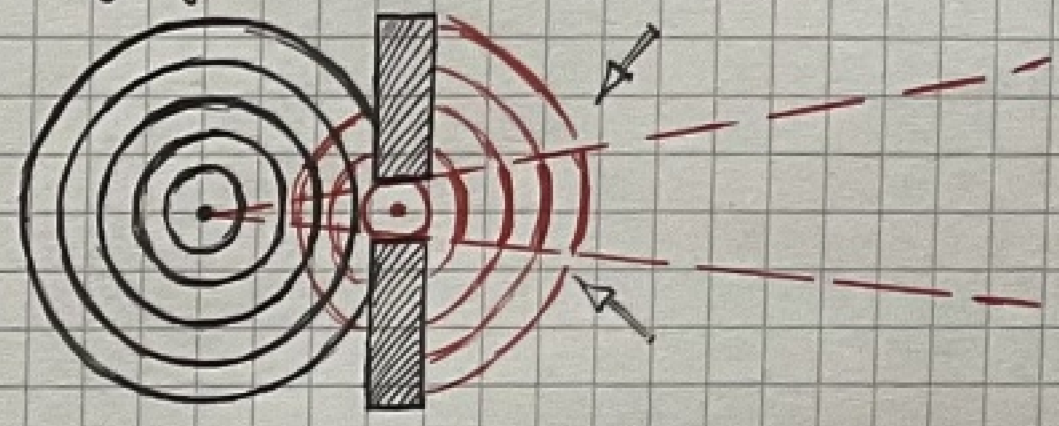
Grundlegend:

→ Wellen breiten sich kreisförmig aus; Wellenfronten sind konzentrische Kreise
(Wellenfronten: Punkte, in denen eine Welle denselben Zustand ha[t])

→ Huygenssches Elementarprinzip:
- jede Stelle einer Wellenfront kann als Ausgangspunkt einer kreisförmigen Elementarwelle gesehen werden
- aus Überlagerung dieser Bewegung der Wellenfront



Beugung:



... ist ein Wellenphänomen, bei dem sich die Welle in den geometrischen Schattenbereich des Hindernisses ausbreitet

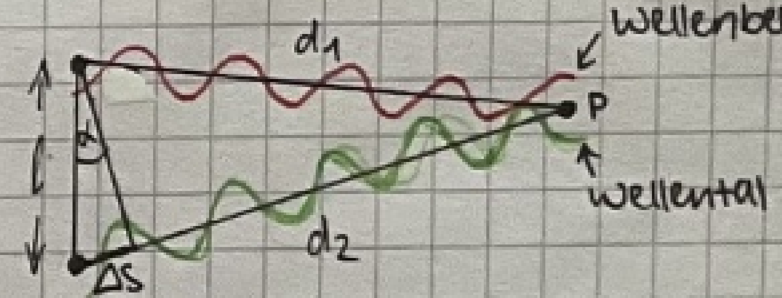
→ wichtig ist dabei das Verhältnis von λ und der Lücke

Interferenz

destruktive Interferenz (Wellen lokal ausgelöscht, nicht dauerhaft → Energieerhaltung)

konstruktive Interferenz (lokale Verstärkung)

Interferenzminima und -maxima



Der Gangunterschied Δs ist die Differenz der Längen zweier Wellenzüge bis zu einem Punkt $\Delta s = d_2 - d_1$

I) $\Delta s = l \cdot \sin(\alpha)$

II) Interferenzmaximum $\Delta s = k \cdot \lambda$ $\quad$ Interferenzminimum $\Delta s = (2k+1) \cdot \frac{\lambda}{2}$

Aus der Kombination von I) und II) folgt:

$$\Delta s = \Delta s$$
$$k \cdot \lambda = l \cdot \sin(\alpha)$$
$$(2k+1) \cdot \frac{\lambda}{2} = l \cdot \sin(\alpha)$$

Doppelspaltversuch

Beim Doppelspaltversuch mit einem Laser entsteht ein Muster aus hellen Lichtpunkten (konstruktive In.) und dunklen Flecken (destruktive In.) → das Fehlen von Licht, obwohl zwei Lichtquellen auf den Ort einstrahlen, lässt sich nur mit Welleneigenschaften von Licht erklären