

PPh

Physik für Pharmazeuten



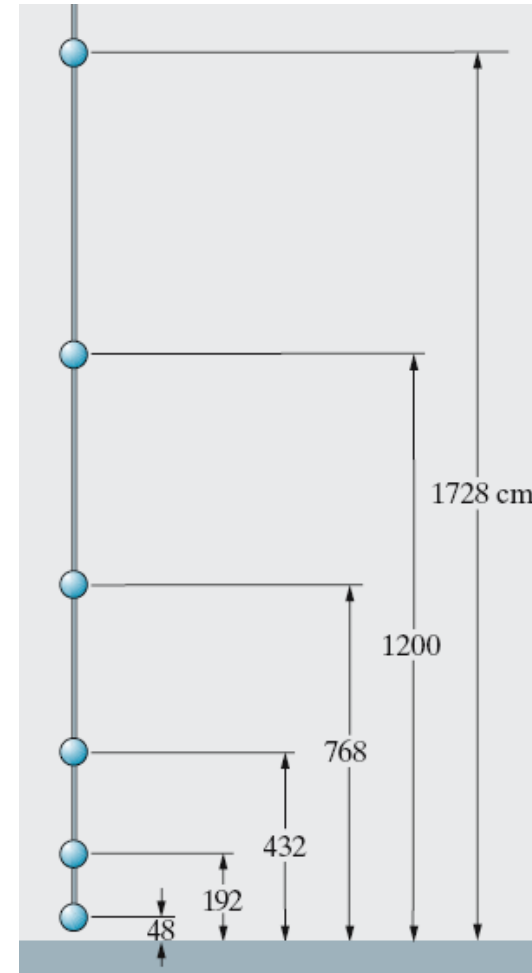
MECHANIK I

Kinematik

Dynamik



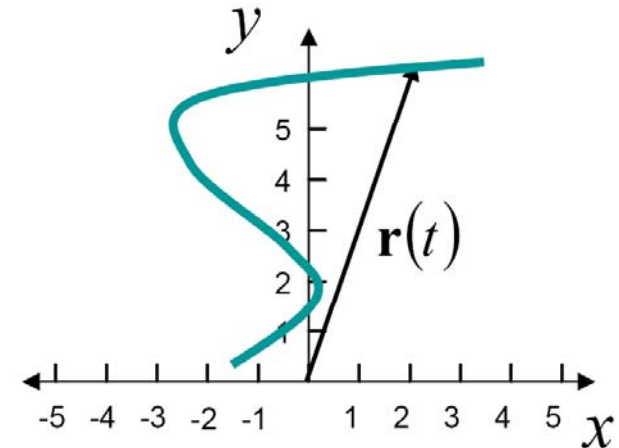
Dartpfeil



Fallschnur

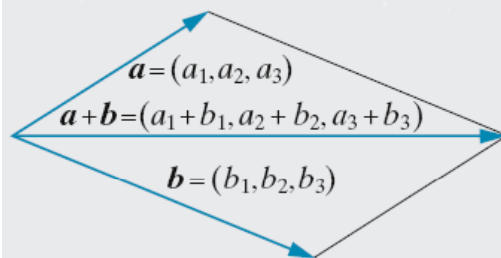


- Kinematik beschreibt Ablauf einer Bewegung
 - Bewegung definiert relativ zu Bezugssystem \rightarrow Koordinatensystem
 - Ursprung O
 - $\vec{r}(t)$ Ortsvektor zu Massepunkt zum Zeitpunkt t

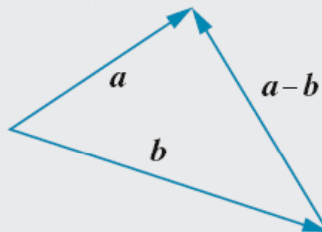


Einschub Vektorrechnung:

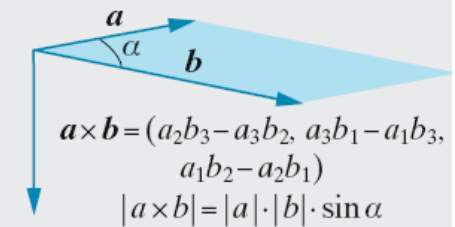
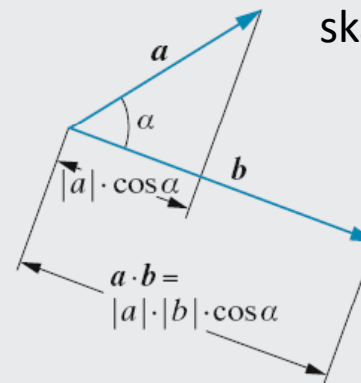
Addition



Subtraktion



skalare und vektorielle Multiplikation





- Differenz der Ortsvektoren zu t_1 und t_2

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}(t_2) - \vec{r}(t_1)$$

- **mittlere Geschwindigkeit:** Ortsdifferenz / Zeitdifferenz

$$\vec{v} = \frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{\vec{r}(t_2) - \vec{r}(t_1)}{t_2 - t_1}$$

- **momentane Geschwindigkeit:**

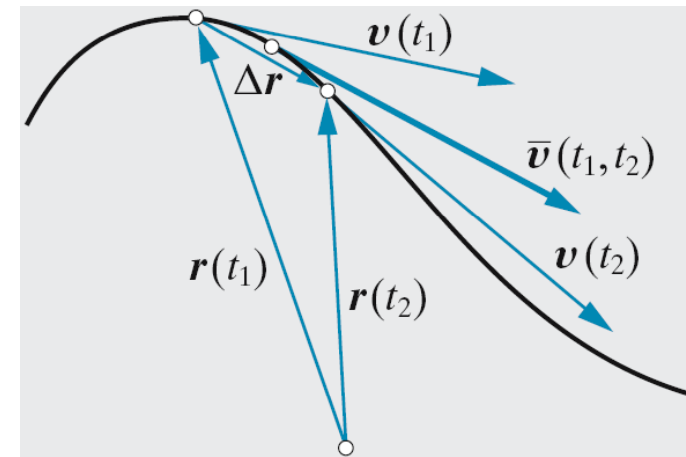
Grenzfall $t_2 \rightarrow t_1$

$$v(t_1) = \lim_{t_2 \rightarrow t_1} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \lim_{t_2 \rightarrow t_1} \frac{\vec{r}(t_2) - \vec{r}(t_1)}{t_2 - t_1}$$

- Einheit $[v] = \frac{[l]}{[t]} = \frac{m}{s}$

- geradlinige Bewegung: Richtung von \vec{v} ist konstant

- gleichförmige Bewegung: Größe von $|\vec{v}|$ ist konstant





- Differenz der Geschwindigkeitsvektoren zu t_1 und t_2

$$\Delta \vec{v} = \vec{v}(t_2) - \vec{v}(t_1)$$

- **mittlere Beschleunigung:** Geschwindigkeitsdiff./ Zeitdifferenz

$$\vec{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\vec{v}(t_2) - \vec{v}(t_1)}{t_2 - t_1}$$

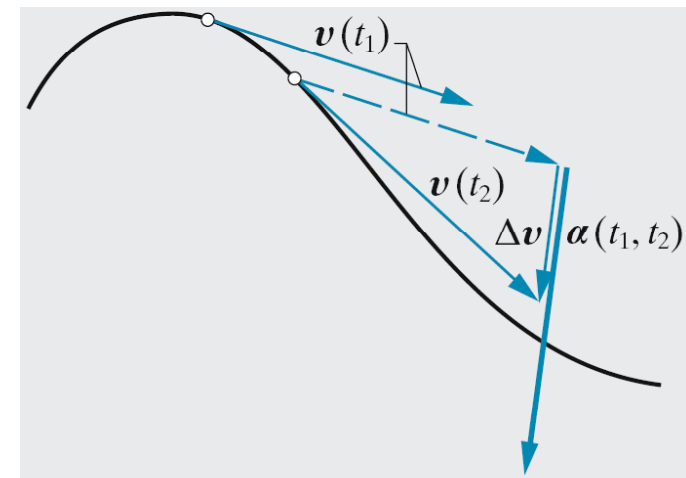
- **momentane Beschleunigung:**

Grenzfall $t_2 \rightarrow t_1$

$$a(t_1) = \lim_{t_2 \rightarrow t_1} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \lim_{t_2 \rightarrow t_1} \frac{\vec{v}(t_2) - \vec{v}(t_1)}{t_2 - t_1}$$

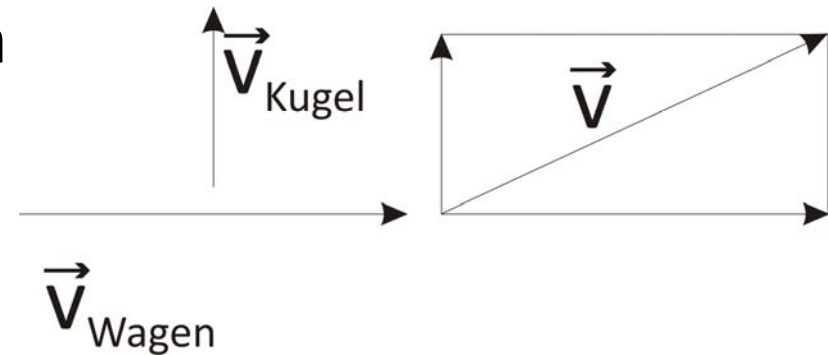
- Einheit $[a] = \frac{[l]}{[t][t]} = \frac{m}{s^2}$

- Tangentialbeschleunigung: Richtung der Geschwindigkeit wird geändert
- Normalbeschleunigung: nur $|\vec{v}|$ ändert sich ($\vec{v} \perp \vec{a}$)





- alle vektorielle Größen können addiert werden !
 - Ort bekannt aus Mathematik. Aber auch Geschwindigkeit, Beschleunigung,
- Experiment: Kanonenwagen
 - Geschwindigkeit von Wagen und Kugeln addieren sich
- Bezugssystem:
 - Laborsystem: Wagen bewegt sich, zusätzlich Kugel
 - Wagen: Kugel bewegt sich
 - Inertialsystem: nichtbeschleunigtes Bezugssystem





- Dynamik erklärt Ursache der Bewegung(sänderungen)
- **Trägheit:**
 - Galilei: geradlinig gleichförmige Bewegung (ggB) bedarf keiner Ursache → Galileisches Trägheitsprinzip
- **Aktionsprinzip:**
 - Newton: **Kraft** ist notwendig, um Körper aus ggB zu bringen, verursacht Beschleunigung, verschiedene Körper werden durch gleiche Kraft unterschiedlich beschleunigt.

$$\vec{F} = m\vec{a} = m\ddot{\vec{r}}$$

- Einheit der Kraft:

$$[F] = [m][a] = \text{kg m} / \text{s}^2 = \text{N} \quad (\text{Newton})$$



- Newton baute gesamte Mechanik auf drei Sätzen auf:

1) Trägheitsprinzip:

Ein sich selbst überlassener Körper bewegt sich geradlinig gleichförmig. (Ruhe ist Spezialfall mit $\vec{v} = \vec{0}$)

2) Aktionsprinzip:

Wenn eine Kraft \vec{F} auf einen Körper mit der Masse m wirkt, beschleunigt sie ihn mit $\vec{a} = \ddot{\vec{r}} = \vec{F}/m$

3) Reaktionsprinzip:

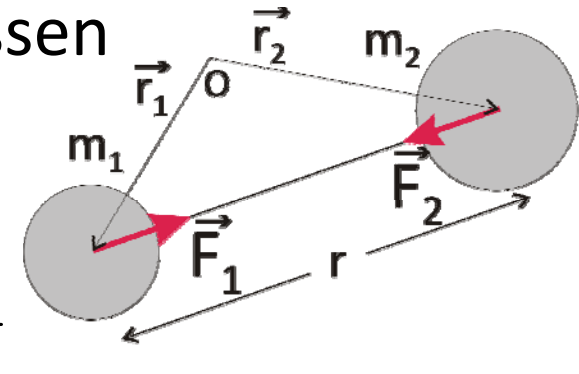
Wenn die Kraft \vec{F} , die auf einen Körper wirkt, von einem anderen Körper ausgeht, so wirkt auf diesen die entgegengesetzt gleiche Kraft $-\vec{F}$



- Gravitationskraft: Kraft zwischen Massen

- Gravitationsgesetz: $\vec{F} = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}$
 $F_1 = F(r_2 - r_1) = -F(r_1 - r_2) = -F_2$

- Gravitationskonstante $G \approx 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$



- Gewichtskraft (Schwerkraft):

- $m_1 = M = 5.98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ Erdmasse

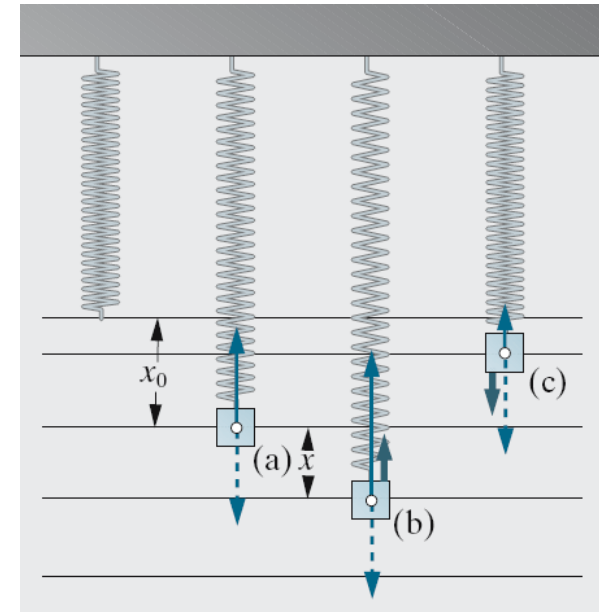
- $r = R = 6\,378\,388 \text{ m}$ Erdradius

- $F_G = m g$ mit $g = \frac{GM}{R^2} = 9,81 \text{ m/s}^2$

- g hängt von h (Meereshöhe), bzw. geographischer Breite ab.

- Gravitationskraft verantwortlich für Bewegung der Planeten etc. (Kepler), Gezeiten

- Federkraft
 - aus Beobachtung: rücktreibende Kraft F_{el} ist Auslenkung proportional
$$\vec{F} = k \vec{x} = -\vec{F}_{el}$$
 kFederkonstante



später:

Reibungskraft, Zentrifugalkraft, Zentripetalkraft,
Auftrieb(skraft), innere Reibungskraft in Flüssigkeiten,
Stömungswiderstand, Adhäsions- und Kohäsionskraft,
Kräfte zwischen Ladungen und Strömen,



- gleichförmig geradlinige Bewegung (Tropfenwagen, nur eine Richtung → nur skalar): $r(t) = r_0 + vt$
- gleichmässig beschleunigte Bewegung
 - konstante Kraft bewirkt
 - konstante Beschleunigung: $a = F/m$
 - v ändert sich linear mit der Zeit: $v(t) = v_0 + at$
 - r ändert sich quadratisch mit der Zeit: $r(t) = r_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$
 - bei einfachen Anfangswerten ($r_0=0, v_0=0$): $v = at, r = \frac{1}{2} at^2, v = \sqrt{2ar}$
- freier Fall: Spezialfall der beschleunigten Bewegung (Fallschnüre)
Entsprechend Gravitationsgesetz (siehe später) erfährt jeder Körper eine Beschleunigung von (Galileis Fallexperimente)

$$a = g = 9,81 \text{ m/s}^2 \quad \text{Erdbeschleunigung}$$

→ Dartpfeil



- Kinematik
 - Beschreibung der Bewegung
 - Ort, Geschwindigkeit, Beschleunigung
- Dynamik
 - Ursache der Bewegung
 - Newtons Axiome
 - Kräfte: Gravitationskraft, Federkraft
 - einfache Bewegungen