

VD7 8. Okt. 2012

Klassische Physik 1

WS 2012/13

Johannes Blümer

KIT-Centrum Elementarteilchen- und Astroteilchenphysik KCETA



2. Klassische Mechanik

2.2 Dynamik der Massenpunkte

- Newton'sche Axiome

✓ Bem. + Folgerungen

- Impuls

- Energie

↔ Erhaltung dieser
fundamentaler Größen

- Stoßgesetze

- Reibung

- Schwingungen (1)

- Drehbewegungen (2)

- Rotierende Bezugssysteme

Bem. zu Newton'schen Axiomen

- ① gilt nur in Inertialsystemen, die sich mit $\vec{v} = \text{konst}$ bewegen
- [
 glin. fahrender Zug
 ruh. KS



Nicht-Inertialsysteme:

anfahrender Zug
rot. Erdoberfläche

} $\exists$ Beschleunigungen

- ② legt Masseneinheit fest

definiert die Einheit der Kraft: $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$$\underline{\underline{\vec{F} = \dot{\vec{p}}}}$$

Kraft = zeitl. Impulsänderung

③ "Kraft" und "Gegenkraft" wirken auf verschiedene Körper

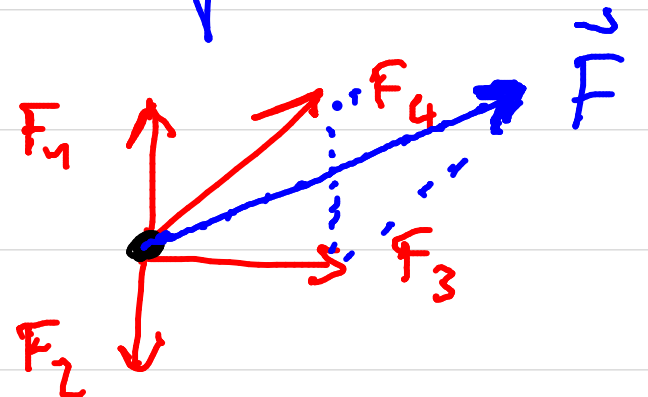
$\sum_i^N \vec{F}_i$ bilden, Vektorsumme

umgekehrt:

$\vec{a} \rightarrow \vec{F}_{\text{res}} \rightarrow \vec{F}_i$ i.A. nicht auflösbar

$\vec{a}$ berechnen

$N=4$



Bewegungsgleichung

$$\vec{F} = \dot{\vec{p}} = m \frac{d\vec{v}}{dt} + \frac{dm}{dt} \vec{v}$$

Beisp. "Deutroder fütterung": Bewegungsgl. aufstellen

v_x horiz. ; Ladevorrichtung $\rightarrow$ Massenzuwachs $\frac{dm}{dt} = A$
keine Reibung $= \text{konst.}$

$$\vec{F} = 0 : 0 = m \frac{dv}{dt} + A \cdot v$$

$$\left| m = m_0 + A \cdot t \right.$$

m_0 Anfangsmasse
 v_0 Anfangsgeschw.

Einr. u. Integrieren

$$\ln \frac{v}{v_0} = \ln \frac{m_0}{m_0 + A \cdot t} \rightarrow v(t) = v_0 \cdot \frac{1}{1 + \frac{A}{m_0} \cdot t}$$

$$s = \frac{1}{2} a t^2 \quad a \rightarrow g$$

$$s = \frac{1}{2} a (t + t_0)^2 + s_0$$

gesucht $\rightarrow$

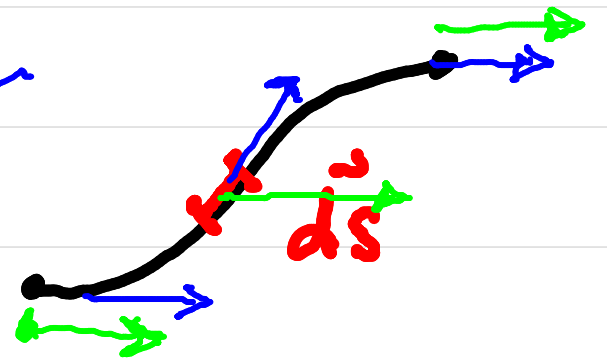
pot. Felder -
quellen

Kraft, Arbeit, Leistung Energie [~ syn.]

allg. Def der (mechanischen) Arbeit :

$$W = \int_s \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

= Integral der „Kraft in Wegrichtung“
über den Weg s ausführen ; s kann auch krumm-
liniig sein



Einfache Fälle

1) Heben einer Last : $W = \int_{y=0}^{y=h} \vec{G} \cdot d\vec{s} \rightarrow \int_{y=0}^{y=h} \begin{pmatrix} 0 \\ -mg \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ dy \end{pmatrix} = -mg \int_0^h dy$

„-“ : Arbeit aufzubringen

$$= -mgh$$

2) Reibungsfrei verschieben [1-dim.- Problem]

$$\vec{G} \perp d\vec{s} \Rightarrow W=0$$

3) Ziehen einer Feder: Ruhelage $x=0$, $F=0$

Endlage L , $F = -kL$

Federkonstante

Hooke'sches

fs.

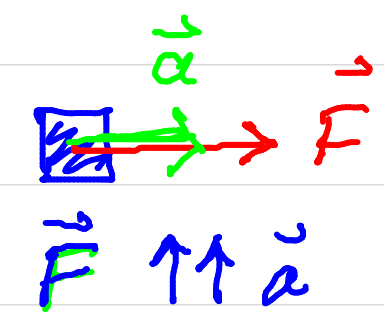
$$F(x) = -kx$$

Kraft variiert:

$$W = \int_0^L F(x) dx = \int_0^L (-kx) dx = -\frac{1}{2}k [x^2]_0^L = -\frac{1}{2}kL^2$$

$W \propto L^2$ wg. des linearen Weg-Kraft-Zus.h.

4) Beschleunigung einer Masse m auf eine Geschw. $\vec{v}$

$$\vec{v}_0 = 0; \quad \vec{F} = m \vec{a} \quad [m = \text{konst.}]$$


The diagram shows a small square representing a mass m . A red arrow labeled $\vec{F}$ points to the right. A green arrow labeled $\vec{a}$ points upwards. Below the mass, the text $\vec{F} \uparrow \uparrow \vec{a}$ indicates that the force and acceleration vectors are parallel.

$\curvearrowright F = ma$

$dW = F \cdot ds$ diff. Formulierung der Arbeit

$$= ma \cdot ds$$

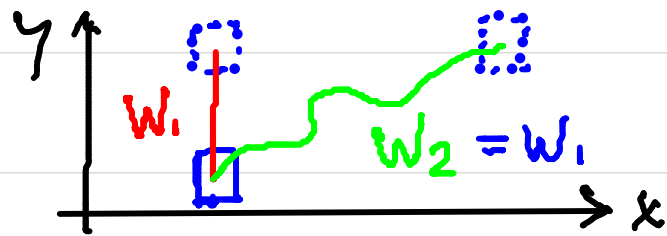
$$= m \frac{dv}{dt} ds = m dv \cdot v = m v dv \rightarrow \int_{v=v_0=0}^v m v' dv' = \frac{1}{2} m v^2$$

$$W = \frac{1}{2} m v^2$$

[was ist wenn $v_0 \neq 0$?]

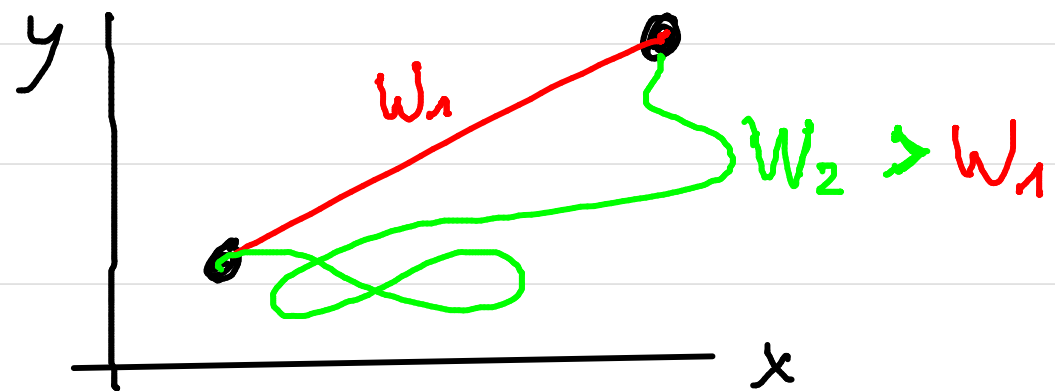
[and. Arten von Arbeit(leistung): Verschieben v. el. Ladungen im elektr. Feld, Verformung v. Gegenständen, Erhitzen eines elektr. Widerstands ...]

"Konservative Kräfte": W hängt nicht vom Verlauf des Weges S ab, nur von den Endpunkten



"Nichtkonservative Kräfte": W hängt vom Wegverlauf ab

Beisp.: Reibungskräfte



Maßeinheit des Arbeit $[W] = 1 \text{ Joule (J)} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m}$
 $= \text{Nm}$
 $= 1 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$

„Leistung“: umgesetzte Arbeit pro Zeit

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} \rightarrow \frac{W}{t} \rightarrow P_{\text{momentan}} = \frac{dW}{dt}$$

(Durchschnitte)

$$[P] = 1 \text{ Watt (W)} = 1 \text{ Joule / s} \quad 1W = 1J/s$$