

Klassische Physik 1

Johannes Blümer

WS 2014/15

V07
11.11.12

KIT-Centrum Elementarteilchen- und Astroteilchenphysik KCETA



Bem. zu den Newton'schen Axiomen

① gilt nur in Inertialsystemen
└ $\vec{v} = \text{const}$

Inertial Syst: glm. fahrender Zug
ruhendes Koord. Syst

...

Nicht-Inertial Syst: anfahrender Zug

...

rotierende Erdoberfl.

② legt die Massenschala fest,
definiert die Einheit der Kraft

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{vgl } g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Versuch: $m = 0.24 \text{ kg}$

$$F = G_3 = 0.003 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\ \approx 0.03 \text{ N}$$

$a = \dots$

Wichtige Version von ②: $\vec{F} = \dot{\vec{p}}$

mit $\boxed{\vec{p} = m \vec{v}}$

$$\vec{F} = \sum \vec{F}_i = 0 \Leftrightarrow \vec{p} = \text{const.}$$

Impulserhaltung



$$\underbrace{\quad}_{\vec{p} = 0}$$

$$\vec{p}_{\text{vor}} = 0$$

$$m_1 v_1 = m_2 v_2$$

$$\vec{p}_{\text{nach}} = 0$$

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

Bewegungsgleichung

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

"Deutrodes führung":

v_x nur horizontal, Ladegerichtung $\rightarrow$
Massenzuwachs $dm/dt \stackrel{!}{=} A = \text{const.}$
keine Reibung etc.

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

$$m = m_0 \cdot A t \quad \begin{array}{l} m_0 \text{ Anfangsmasse} \\ v_0 \text{ Anf. gesch.} \end{array}$$

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

$$\textcircled{1} \rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1} \quad \left| \begin{array}{l} \text{Art der Kraft} \\ \text{spielt keine} \\ \text{Rolle} \end{array} \right.$$



Einfluss Fahrstuhl experiment
 $m_t \vec{g} = m_s \vec{g} \quad m_s = m_t$

Äquivalenz von Träger und
schwerer Masse

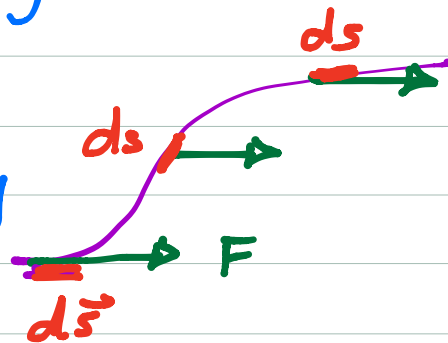
Kraft $\rightarrow$ $\frac{\text{Arbeit}}{\text{Energie}}$, Leistung
 $\sim$ synonym $\backslash = \frac{\text{Arbeit, Energie}}{\text{Zeit}}$

allg. Def. der (mechan.) Arbeit:

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

Arbeit = Integral der "Kraft in Wegrichtung"

s kann krummlinig sein



Einheit der Arbeit, Energie:

$$1 \text{ Joule} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ m}$$

$$= 1 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

Einfache Fälle: 1-4

1 Heben einer Last: $W = \int \vec{G} d\vec{s}$

$$= \int_{y=0}^{y=h} \begin{pmatrix} 0 \\ -mg \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ dy \end{pmatrix} = -mg \int_0^h dy$$
$$= -mgh$$

Arbeit musste aufgebracht werden

$[g = \text{const}]$

2 Reibungsfrei verschieben:

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

3 Ziehen einer Feder:

Ruhelage $x=0$, $F=0$

Endlage $x=L$, $F = -k \cdot L$

Hooke'sches
Gesetz

$$F(x) = -kx$$

k Federkonstante

$$W = \int_0^L F(x) dx = \int_0^L (-kx) dx$$

$$= -\frac{1}{2} k [x^2]_0^L = \underline{\underline{-\frac{1}{2} k L^2}}$$

$W \propto L^2$ | Arbeit zum Ziehen der Feder
= in der gespannten Feder
gespeicherte potentielle Energie

4 Beschleunigen einer Masse m auf
eine Geschwindigkeit v

$$v_0 = 0; m = \text{konst.}, \quad \vec{F} = m \vec{a}$$

[differentielle Formulierung der Arbeit:

$$W = \int \vec{F} d\vec{s} \quad \Leftrightarrow \quad dW = \vec{F} d\vec{s}$$

hier: $dW = m \cdot a \cdot ds$ 1-dim wie
Skizze

$$= m \frac{dv}{dt} ds$$

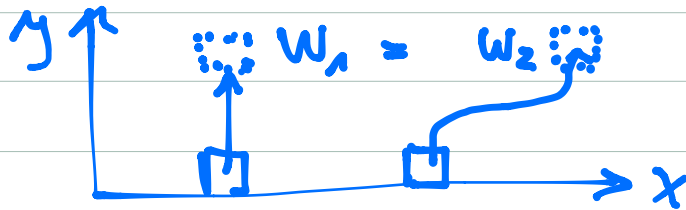
$$= m \, dv \, \frac{ds}{dt} = \underline{m \, v \, dv}$$
$$W = \int_{v=0}^v m \, v' \, dv' = \underline{\underline{\frac{1}{2} m v^2}}$$

Also "kinetische Energie"

$$\boxed{E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m v^2}$$

Stets die Einheiten beachten !

Konservative Kräfte: W hängt nicht von Verlauf des Weges s ab



Nicht-konserv. Kräfte: $W = W(s)$
Beisp. Verschieben bei Reibung

„Leistung“: $P = \frac{\Delta W}{\Delta t} \rightarrow \frac{W}{t}$

$$P_{\text{mom.}} = \frac{dW}{dt}$$

$$[P] = 1 \text{ Watt} = 1 \text{ W} = 1 \frac{\text{Joule}}{\text{s}}$$