

Theoretische Physik

- geht von grundlegenden Naturgesetzen aus,
die als Postulate dienen
- benutzt mathematische Methoden
um daraus phys. Aussagen herzuleiten (z.B. $E_{kin} \sim v^2$)
- Eine Theorie basiert auf definierten (def.) Annahmen
→ gilt innerhalb eines Anwendungsbereich
muss hier experimentell (exp.) verifizierbare
Ergebnisse liefern
z.B. klass. mech. ob für - $v \ll c$
- $\int p dx \Rightarrow t$
- Ein theoretisches Modell macht oft idealisierte Annahmen
um explizite Lösungen zu erlauben.
z.B. harmonischer Oszillator
- Computational Physics
löst theoretische Ansätze numerisch

Bedeutung klass. Mechanik

- zentrale Rolle, da anschauliche Theorie
- Einführung
 - zentrale Größen (z.B. Energie, Drehimpuls, Wirkung)
 - Methoden (z.B. Variationsrechnung, Störungstheorie)
 - Modelle (z.B. harm. Oszill., wichtig in QM, Feldtheorie,...)
- praktische Bedeutung
Himmelsmechanik, Statik, Molekül-, Chem. und Biophysik
- nichtlineare Dynamik
(z.B. Chaostheorie, Strukturbild)
Sind Beispiele aktueller Forschung

I. Newtonsche Mechanik

1. allg Begriffe

- Statik (ruhende Körper)

(WW)

- Kinematik (Bewegung, ohne Beschreibung der Wechselwirkung)

- Dynamik (-II- mit - II-)

Bezugssystem:

Lebenspunkt \vec{O}

Basisvektoren $\vec{e}_i \quad i = \begin{matrix} x, y, z \\ 1, 2, 3 \end{matrix}$

Ort \vec{r} eines Teilchens (Massenpunkt)

$$\vec{r}(t) = \sum_i x_i(t) \vec{e}_i \quad \begin{matrix} \text{"Bahnkurve"} \\ \text{"Trajektorie"} \end{matrix}$$

Beschwindigkeit: $\vec{v}(t) = \frac{d}{dt} \vec{r}(t) = \dot{\vec{r}}(t)$

Impuls: $\vec{p}(t) = m \cdot \vec{v}(t)$

Beschleunigung: $\vec{a}(t) = \frac{d^2 \vec{r}(t)}{dt^2} = \ddot{\vec{r}}(t)$

z.B. geradlinig - gleichförmige Bewegung

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t$$

$$\vec{v}(t) = \dot{\vec{r}} = \vec{v}_0$$

$$\vec{a}(t) = 0$$

2. Die Newtonsche Gesetze (1687)

N6.1: Trägheitsgesetz

Kräftefreie Bewegung ist gleichförmig, d.h. $\vec{v} = \text{const}$

N6.2: Grundgesetz der Mechanik

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m\vec{a}$$

$m = \text{const.}$

def. Kraft und Masse, Bewegungsgleichung

N6.3: Actio = Reactio

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

Kraft von 1 auf 2

Kraft von 2 auf 1

Voraussetzung (Annahme)

- "absoluter" Raum
- "absolute" Zeit
- "absolute" Masse

nur gültig für $v/c \ll 1$

c Lichtgeschwindigkeit

Discussioh

N6.1: Macht nur Sinn bei Angabe von Bezugssystem.

z.B. Vergleich rotierendes vs. ruhendes "

→ Ein Bezugssystem, in dem das N61 gilt heißt
"Inertialsystem" (IS)

Bsp: Hörsaal, relativ zum Fixsternhimmel

Näherung, z.B. wegen Erdrotation → Foucaultsche
Pendel

→ phys. Gesetze nehmen in IS eine besonders einfache Form an.

N61: In einem IS ist die kräftefreie Bewegung
durch $\vec{r}(t) = \text{const.}$ beschrieben.

Relativitätsprinzip (Galilei)

Geg. sei IS S mit Bahnkurve $\vec{r}(t)$

und IS S' — II — $\vec{r}'(t)$

wobei S' um \vec{r}_0 zu S verschoben sei und
sich mit einer Geschw. $\vec{v}_0 = \text{const.}$ dazu bewege

Dann gilt die Galilei Transformation (Trafo)

$$\vec{r} \rightarrow \vec{r}' \quad \text{mit}$$

$$\vec{r}'(t) = \vec{r}(t) + \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t \quad (1)$$

→ Relativitätsprinzip

Alle IS sind gleichwertig.

$$\underline{\text{NG2}}: \quad \vec{F} = \dot{\vec{p}} = m \vec{a}$$

- setzt ebenfalls ein IS voraus
- beschreibt Bewegung mittels $\frac{\text{Wirkung}}{\text{ursache}} \quad m \vec{a}$
 $\text{kraft } \vec{F}$
- Definition der Kraft und
der (träge) Masse m
- grundlegendes Postulat der klass. Mechanik

Sind alle Kräfte \vec{F}_i bekannt, so beschreibt
 $m \vec{a} = \sum_i \vec{F}_i$ vollständig die Bewegung.