Zusammenfassung: Galilei-Transformation

NM 23 a

Zur Erinnerung: Newton's Bwgl. gelten nur in Inertialsystemen (IS)

Frage: Wie viele IS gibt es?

Bessere Formulierung: Welche Koord.-Transf. von einem kartesischem Koord.system zu einem anderen lassen $m\ddot{\vec{r}} = 0$?

Antwort: Alle Galilei-Transf:

Drehmatrix (siehe später)

$$\vec{r} \to \vec{r}\,' = R\vec{r} + \vec{v}\,t + \vec{r}_0 \qquad (1)$$
$$t \to t' = t + t_0$$

Bemerkung: Galilei-Transf. bilden eine "Gruppe" (siehe später)

Interpretation der Galilei-Transf:

(i) Passive Transf.: Ein physikalisches System wird von zwei Inertialsystemen aus betrachtet. Beide Experimentatoren sehen die gleichen physikalischen Gesetze $\Rightarrow$ "Forminvarianz" der Bew.gl. $\vec{F} = m\ddot{\vec{r}}$

NM 23 b

(ii) Aktive Transf.: Betrachte zwei physikalische Systeme vom gleichen Inertialsystem aus, welche durch Galilei-Tr. ineinander übergehen. Auch hier Forminvarianz der Bew.Gl.

Bemerkung (i): Galileiinvarianz stimmt nur für Geschw.: $v \ll c_{\text{vakuum}}$

Beobachtung: Vakuumlichtgeschw. ist in allen Bezugsystemen konstant (gleich) $\Rightarrow$ Widerspruch zu $\dot{\vec{r}}\,' = \dot{\vec{r}} + \vec{v}$

(ii) Diese Klasse v. IS (verknüpft durch Galilei-T.) definiert Newton's "absoluten Raum:"

Newton: "Der absolute Raum, in seiner Natur ohne Beziehung zu etwas äußerem, bleibt immer gleich und unveränderlich.

Kritik: Woran kann man diesen absoluten Raum festmachen?

[Erde im Zentrum der Welt?

Sonne " " " "

Milchstraße " " " ...]

Einstein's Lösung in der allgemeinen Relativitätstheorie:

Physik ist nicht "einfach" in einem globalen, absoluten Raum, sondern sie ist "einfach" in jedem lokalen, "frei fallenden" Bezugsystem.

$\Rightarrow$ Aufgabe des Postulats des absoluten Raums.