Grundlagen der Theoretischen Physik LA 1: Mechanik/Quantenmechanik

Vorlesungsnummer 04340 / 04341

Vorlesungen: Mo, 9:45 – 11:15 V57.06
Fr, 9:45 – 11:15 V57.05

Übungen 04341
Do, 15:45 – 17:15 6.331

Übungsleiter: Matuschek, Roth
Übungsblätter: Webseite

Sprechstunde: Mo / Mi / Fr 12:30 – 14:00 2/155
Telefon 685 – 65258
Email: johannes@itap.physik.uni-stuttgart.de

Webseite: www.itap.physik.uni-stuttgart.de/lehre/vorlesungen/WS14/mqm

13.10	17.10			
20.10	24.10			
27.10		30.10	1.Übungen	
3.11	7.11	6.11	2.Übungen	
10.11	14.11	13.11	3.Übungen	
17.11	21.11	20.11	4.Übungen	
24.11	28.11	27.11	5.Übungen	
1.12	5.12	4.12	6.Übungen	Mechanik

8.12	12.12	11.12	7.Übungen	Quantenmechanik
15.12	19.12	18.12	8.Übungen	
	9.01	8.01	9.Übungen	
12.01	16.01	15.01	10.Übungen	
19.01	23.01	22.01	11.Übungen	
26.01	30.01	29.01	12.Übungen	
2.02	6.02	5.02	13.Übungen	
9.02	13.02	12.02	14.Übungen	

30 Vorlesungen 14 Übungen

Übungsablauf

1.) Einsammeln der in der Vorwoche gestellten Hausaufgaben, Ausgabe der Votierliste

2.) Ausgeben der in der Vorwoche eingesammelten und korrigierten Hausaufgaben, Besprechung

3.) Vorrechnen der in der Vorwoche ausgegebenen Votieraufgaben.

4.) Präsentation der ausgegebenen Vortragsaufgaben

Voraussetzungen für einen Schein:

50% der HA-Punkte
50% der Votierpunkte

Mindestens 1× Vorrechnen
Mindestens eine Aufgabe präsentieren

Anwesenheit.

1. Vorbemerkungen und Literatur

1.1. Definitionen und Abgrenzung

- Teil der Physik, der sich mit der Bewegung materieller Körper befasst.
- Hier: Klassische Mechanik, zurückgehend auf Newton (Galilei, Kepler, Descartes, Huygens, ...)
- Grundlagen für die ganze theoretische Physik: Quantenmechanik, Relativitätstheorie, Elektrodynamik

1.2. Bedeutung für Physikstudium für Lehramt

- Prototyp einer physikalischen Theorie, mit axiomatischem Aufbau
- Entwicklung von Prinzipien, die über die Mechanik hinaus verallgemeinert werden, z.B.
  - Hamiltonsches Prinzip
  - Symmetrie- und Invarianzprinzipien
  - Geometriebezüge
- Erarbeitung von grundlegenden Begriffen:
  - Masse, Kraft, Impuls, Arbeit, Potenzial, Energie
  - Struktur von Raum und Zeit

1.3. Literatur

- siehe Webseite
- Theoretische Physik kompakt:

K. Schlichter: Theoretische Physik kompakt für Lehramt
Oldenburg 2010

M. Wagner: Elemente der Theoretischen Physik 1
Vieweg 1992

- A. Wachter und H. Hoeber: Repetitorium Theoretische Physik
  Springer 2004
- H.R. Trebin : Theoretische Physik 1 - Mechanik
  Manuscript, Verkauf Raum 6.347

1.4. Grobgliederung

- Kinematik (Beschreibung der Bahn eines Massepunktes)
- Elementare Newtonsche Mechanik (Bewegungen ohne Zwangsbedingungen) mit Beispielen (ein, zwei, viele Teilchen, Keplerproblem, Streuung
- Zwangsbedingungen und Prinzipien der kanonischen Mechanik
- Mechanik des starren Körpers (Kreisel)

2. Kinematische Grundbegriffe

- Ziel: Mathematische Beschreibung der Bewegung eines materiellen Körpers

2.1. Näherungen

2.1.1. Massenpunkte

- Zurückgelegte Weglänge >> Durchmesser des Körpers: Körper = Punkt ohne räumliche Ausdehnung, mit Masse m behaftet.
- Rotationsbewegung wird nicht beachtet.

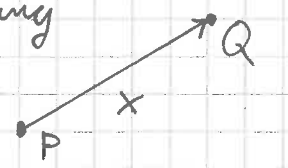
2.1.2. Raum

- Bewegung = Bahn des Körpers im Raum
- Raum: homogen (Kein Punkt ausgezeichnet)
  isotrop (Keine Richtung ausgezeichnet)
- Raum = E^3 = Euklidischer Raum = Affiner Raum mit euklidischer Metrik.

2.1.3. Affiner Raum

- Ein Tripel (A, φ, V) heißt affiner Raum, wenn gilt:

1. A ist eine nichtleere Menge, V ein Vektorraum,
   $\varphi : A \times A \longrightarrow V$ ist eine surjektive Abbildung
   $(P,Q) \longmapsto \varphi(P,Q) = \overrightarrow{PQ}$



2. Zu $P \in A$ und $x \in V$ existiert genau ein $Q \in A$ mit $\overrightarrow{PQ} = x$ („Abtragen des Vektors x vom Punkt P")

3. Für alle $P, Q, R \in A$ gilt: $\vec{PQ} + \vec{QR} = \vec{PR}$ (Dreiecksregel)

4. Aus $\vec{PQ} = 0$ folgt: $P = Q$

A heißt Punktraum, V Differenzraum

Für den euklidischen Raum E^3 gilt: $V = \mathbb{R}^3$ mit euklidischer Metrik (positiv definite Bilinearform $g: V \times V \to \mathbb{R}$)
(Skalarprodukt)

Insbesondere gibt es Orthonormalbasen $\hat{e}_1, \hat{e}_2, \hat{e}_3$ mit $\hat{e}_i \cdot \hat{e}_j = \delta_{ij}$.

2.2. Bahn des Massepunktes

2.2.1. Bezugspunkt

- „Lage" $P \in E^3$ eines Massepunktes wird festgelegt durch Wahl eines Bezugspunktes $O \in E^3$ (Ecke Labortisch, Sonnenmittelpunkt)
- Damit ist die Lage beschrieben durch „Ortsvektor"

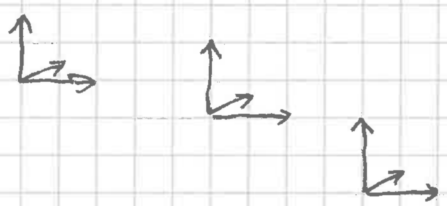
$$\underline{r} = \vec{OP} \in \mathbb{R}^3$$

2.2.2. Koordinatensysteme im $\mathbb{R}^3$

- Kartesisches Koordinatensystem:

$$\underline{r} \mathrel{\hat{=}} (x, y, z), \quad \underline{r} = x\hat{e}_x + y\hat{e}_y + z\hat{e}_z \qquad (2.1)$$

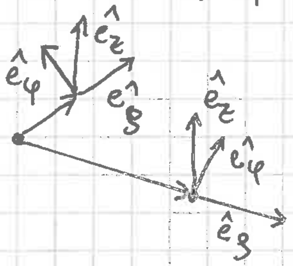
$\{\hat{e}_x, \hat{e}_y, \hat{e}_z\}$ rechtshändiges Koordinatensystem, an jedem Punkt in gleicher Weise angehängt,



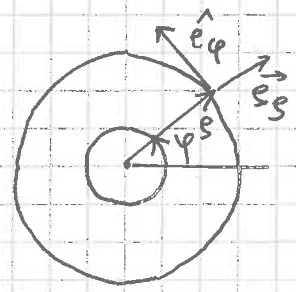
d.h. für jeden Differenzenraum oder Tangentialraum $\mathbb{R}^3$ gleich.

• Zylinderkoordinaten:

$$\underline{r} \hat{=} (\rho, \varphi, z), \quad \underline{r} = \rho\, \hat{e}_\rho + z\, \hat{e}_z \qquad (2.2)$$



$$\{\hat{e}_\rho, \hat{e}_\varphi, \hat{e}_z\}$$



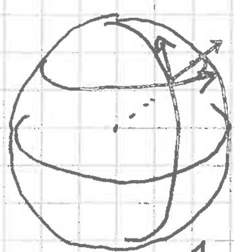
Dreibein vom Ort abhängig. Wandert mit dem Punkt

$$\begin{aligned} \hat{e}_\rho &= \hat{e}_\rho(\underline{r}) = \cos\varphi\, \hat{e}_x + \sin\varphi\, \hat{e}_y \\ \hat{e}_\varphi &= \hat{e}_\varphi(\underline{r}) = -\sin\varphi\, \hat{e}_x + \cos\varphi\, \hat{e}_y \qquad (2.3) \\ \hat{e}_z &= \qquad\qquad = \hat{e}_z \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \sqrt{x^2+y^2} \\ \varphi &= \arctan \frac{y}{x} \qquad (2.4) \\ z &= z \end{aligned}$$

• Polarkoordinaten

$$\underline{r} \hat{=} (r, \vartheta, \varphi), \quad \underline{r} = r\, \hat{e}_r$$



Dreibein $\{\hat{e}_r, \hat{e}_\vartheta, \hat{e}_\varphi\}$ von $\underline{r}$ abhängig

$$\begin{aligned} \hat{e}_r &= \hat{e}_r(\underline{r}) = \sin\vartheta\cos\varphi\, \hat{e}_x + \sin\vartheta\sin\varphi\, \hat{e}_y + \cos\vartheta\, \hat{e}_z \\ \hat{e}_\vartheta &= \hat{e}_\vartheta(\underline{r}) = \cos\vartheta\cos\varphi\, \hat{e}_x + \cos\vartheta\sin\varphi\, \hat{e}_y - \sin\vartheta\, \hat{e}_z \qquad (2.5) \\ \hat{e}_\varphi &= \hat{e}_\varphi(\underline{r}) = -\sin\varphi\, \hat{e}_x + \cos\varphi\, \hat{e}_y \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r &= \sqrt{x^2+y^2+z^2} \\ \varphi &= \arctan \frac{y}{x} \qquad (2.6) \\ \vartheta &= \arctan\left(\sqrt{x^2+y^2}/z\right) \end{aligned}$$

Dreibeine sind in allen Fällen Tangentialeinheitsvektoren an die Koordinatenlinien $\{(x_1, x_2, x_3) \mid x_i = t,\ x_j = \text{const},\ j \neq i\}$