Bachelor-Theoriekurs III: Elektrodynamik

• Dozent: Holger Stark   EW709, Tel: 29623

email: Holger.Stark@tu-berlin.de

http://www.itp.tu-berlin.de/stark

• Zeit: Mi 12^{00} – 14^{00}, Fr 8^{30} – 10^{00} } EW 203

• Curriculum (Lehrplan) für Theoret. Physik

• Kurse der Theorie

• Voraussetzung: Mathem. Methoden der Physik, Mechanik & QM (VONSQ)

• Webseite: .../stark → Lehre → WS15/16

→ Infos zur Vorlesung/Übung & Material/E-Kreide

• Übungen:

WM: ....

Tutoren ...

Details: s. Webseite

1. Einleitung

• kurzer Gang durch die Geschichte
• Die 4 fundamentalen WW
• Inhalt
• Literatur

} Folien

2. Elemente der Vektoranalysis

• Wiederholung: „alles" bekannt → Schnelldurchlauf

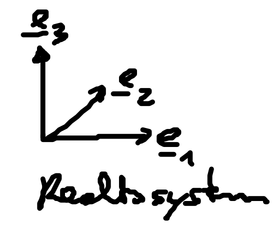
E.dynamik rechnet mit Vektoren, Notation klarmachen

2.1 Vektoren

- Vektoren: Richtung & Länge

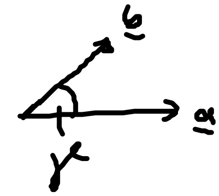
$$\underline{a} = |\underline{a}|\,\hat{\underline{a}} = a\,\hat{\underline{a}} \qquad \text{mit } |\hat{\underline{a}}| = 1$$

- Komponentendarstellung: ONB $\{\underline{e}_1, \underline{e}_2, \underline{e}_3\}$ mit $\underline{e}_i \cdot \underline{e}_j = \delta_{ij}$



$$\underline{a} = \sum_i a_i \underline{e}_i$$

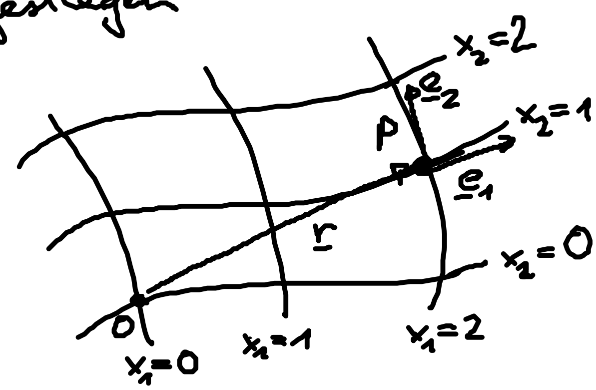
- $\underline{a} + \underline{b}$, $p\underline{a}$ $\quad p \in \mathbb{R}$
- Skalarprodukt: $\underline{a} \cdot \underline{b} = a\,b\,\cos\gamma$ (2.2)
  $= a_i b_i$
  (Einsteinsche Summenkonvention)



- Vektorprodukt: $\underline{a} \times \underline{b}$ mit $(\underline{a} \times \underline{b})_i = \varepsilon_{ijk}\, a_j\, b_k$ (2.3)
  Levi-Civita-Symbol
- Spatprodukt: $\underline{c} \cdot (\underline{a} \times \underline{b})$

2.2 Koordinatensysteme (KOS)

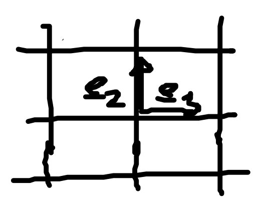
- Raumpunkt P mit Ortsvektor $\underline{r}$ festlegen
- allgemein: krummlinige KOS



Koordinatenbasis:

$$\underline{e}_i = \frac{1}{\left|\frac{\partial \underline{r}}{\partial x_i}\right|}\,\frac{\partial \underline{r}}{\partial x_i} \qquad (2.4)$$

- kartesische Koordinaten: x, y, z



- Zylinderkoordinaten: ρ, φ, z

- Kugelkoordinaten: r, ϑ, φ_R

radiale Abstand — r; Polarwinkel — ϑ; Azimuthal-winkel — φ

2.3 Vektoranalysis

- Motivation: Rechnen mit Feldern

  Skalarfelder: $\rho(\underline{r})$ ... elektr. Ladungsdichte

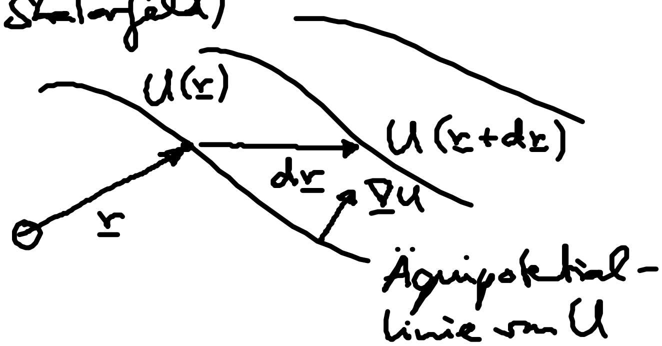
  $\phi(\underline{r})$ ... elektr. Potential

  Vektorfelder: $\underline{E}(\underline{r}), \underline{B}(\underline{r}), \underline{j}(\underline{r})$ ... elektr. Stromdichte

- vollständiges Differential: (hier: U = Skalarfeld)

$$dU = U(\underline{r}+d\underline{r}) - U(\underline{r})$$

$$= \frac{\partial U}{\partial x_i} dx_i \qquad (2.5)$$



2.3.1. Gradient & Nablaoperator

- Def:

$$\boxed{dU = \underbrace{\mathrm{grad}\, U}_{\text{Gradient von } U} \cdot d\underline{r} \doteq \underbrace{\underline{\nabla}}_{\text{Nablaoperator}} U \cdot d\underline{r}} \qquad (2.6)$$

$$\underline{\nabla} U \perp \text{Äquipotentiallinien}$$

- kartesische Koordinaten:

$$\underline{\nabla} = \underline{e}_x \frac{\partial}{\partial x} + \underline{e}_y \frac{\partial}{\partial y} + \underline{e}_z \frac{\partial}{\partial z} \hat{=} \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial x} \\ \frac{\partial}{\partial y} \\ \frac{\partial}{\partial z} \end{pmatrix} \qquad (2.7)$$

$$= \sum_i \underline{e}_i \frac{\partial}{\partial x_i} = \sum_i \underline{e}_i \nabla_i$$

- krummlinige Koord.: s. Übungen
[ONB]

$$\underline{\nabla} = \underline{e}_i \frac{1}{\left|\frac{\partial \underline{r}}{\partial x_i}\right|} \frac{\partial}{\partial x_i}$$