



Übungen zur Elektrodynamik

Theoretische Physik II

WS 2018/19



Prof. Dr. H. Fehske
<http://theorie2.physik.uni-greifswald.de>

Blatt 3

Abgabe: **Montag, 5.11.18** vor der Vorlesung

Aufgabe 8 $E = 'm' c^2$

Wenn ein alteingesessener Mechaniker eine Lagrange-Funktion geschenkt bekommt,

$$L(\mathbf{v}, \mathbf{r}) = -mc^2 \sqrt{1 - \frac{\mathbf{v}^2}{c^2}} - V(\mathbf{r}), \quad (\mathbf{v} = \dot{\mathbf{r}}),$$

dann ist er froh und sagt Dank. An ihr kann er nämlich gemütlich sein Repertoire abarbeiten, et voilà, es entsteht korrekte relativistische Mechanik.

- Welchen verallgemeinerten Impuls $\mathbf{p} = \nabla_{\mathbf{v}} L$ weist er der neuen Mechanik zu und welche Bewegungsgleichungen?
- Da $\partial_t L = 0$ bildet er die Erhaltungsgröße H , bezeichnet ihren kinetischen Anteil mit E und sagt: „Ach sooo ist das gemeint, in der Überschrift. Es ist keine Kunst, c^2 herauszuziehen. Und wer den Rest ' m ' nennt, der soll ihn angeben!“ - ' m '=?
- Sowohl E als auch der verallgemeinerte Impuls \mathbf{p} liegen als Funktionen von \mathbf{v} vor. Also läßt sich E auch als Funktion von \mathbf{p} schreiben, am Besten als $E = \sqrt{\dots + \dots}$. Skizzieren Sie E über $p = |\mathbf{p}|$!
- Im Linearbeschleuniger ist $V(\mathbf{r}) = -Kx$ (konstante Kraft, eindimensionales Problem, $v_y = v_z = 0$), und die Bewegungsgleichung ist, mit $v_x(0) = 0$, lösbar: Was ist $v_x(t)$? Skizzieren Sie $v_x(t)$! Wohin strebt $v_x(t)$, wohin streben jedoch p_x und E mit $t \rightarrow \infty$?

Aufgabe 9

In der Vorlesung wurden die relativistischen Bewegungsgleichungen

$$G^\alpha = mc \frac{du^\alpha}{ds}$$

abgeleitet.

- Vergleichen Sie die Bewegungsgleichungen mit den in Aufg. 8 aus der Lagrange-Funktion abgeleiteten. Wie ist der Zusammenhang zwischen Viererkraft G^α und 'Newton'-Kraft $-\nabla V$? Was ergibt sich im momentanen Ruhesystem?
- Berechnen Sie explizit die Viererbeschleunigung $w^\alpha = \frac{du^\alpha}{ds}$ als Funktion der Geschwindigkeit \mathbf{v} und der nichtrelativistischen Beschleunigung $\mathbf{b} = \frac{d\mathbf{v}}{dt}$.

Aufgabe 10

Man bestimme die relativistische Bewegung einer Ladung in zueinander senkrechten und ihrem Betrage nach gleichen elektrischen und magnetischen Feldern.