

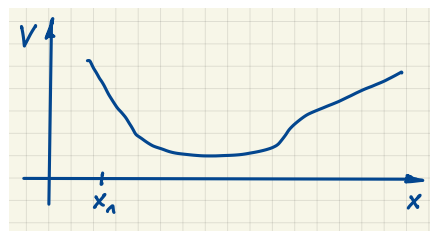
Universität Bielefeld Fakultät für Physik Sommersemester	Einführung in die klassische Mechanik und Elektrodynamik 2024	Prof. Dr. Jürgen Schnack jschnack@uni-bielefeld.de 6193, E5-120
--	---	---

**Bitte jede Aufgabe (1.2, 1.2, ...) auf einem neuen Blatt.
Name, Vorname und Matrikelnummer jeweils nicht vergessen.**

1 Wissen (59 P.)

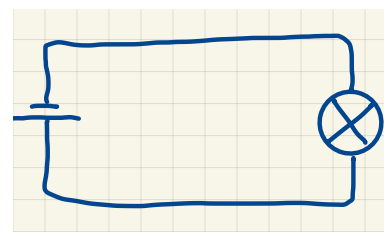
a. Wie lauten die drei Newtonschen Axiome und das Corrolar (8 P.)?

b. Eine Masse m bewege sich reibungsfrei auf der x -Achse unter dem Einfluss des eingezeichneten Potentials. Zur Zeit $t = 0$ starte die Bewegung aus der Ruhe im Punkt x_1 . Beschreiben und begründen Sie die sich ergebende Bewegung. Übernehmen Sie dazu die Skizze und vervollständigen Sie diese (10 P.).



c. Geben Sie die vier Maxwell-Gleichungen an (8 P.).

d. Übernehmen Sie die angegebene Skizze und zeichnen Sie qualitativ die Felder und insbesondere die Energiestromdichte ein. Schreiben Sie zu jedem Feld eine kurze Begründung. Wir nehmen an, dass die elektrischen Leitungen (Kabel) keinen elektrischen Widerstand haben (10 P.).



Sie können noch etwas genauer sagen, wie hoch die Energiestromdichte im Stromkreis ist, wenn Sie für die magnetische Induktion die des geraden Leiters verwenden. Wie lautet diese? Wo ist deshalb die Energiestromdichte vom Betrage her eher größer und wo eher kleiner (5 P.)?

e. Geben Sie die Lorentztransformation an und stellen Sie zur Erläuterung die beiden Inertialsysteme mit Beschriftungen graphisch dar (8 P.).

f. Die Ausbreitung des Schalls in Luft ist ein gutes Analogon für das (falsche) Modell der Lichtausbreitung im Äther. Die Schallgeschwindigkeit in Luft beträgt $343,2 \text{ m/s}$ (1236 km/h) bei 20° C .

(a) Ein Maserati Ghibli Trofeo steht $a = 686,4 \text{ m}$ hinter einem Maserati Quattroporte Trofeo, um das Hupzeichen zur Abfahrt zu geben. Nach welcher Zeit erreicht das Signal den vorderen Maserati Quattroporte Trofeo (5 P.)?

(b) Zu einer späteren Zeit, zu der die beiden mit 309 km/h im selben Abstand hintereinander auf der Autobahn fahren, hupt der hintere wieder, weil er mal eine Pause machen möchte. Nach welcher Zeit erreicht das Signal den vorderen Maserati (5 P.)?

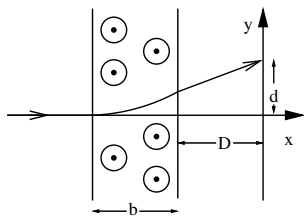
2 Können

2.1 Gekoppelte harmonische Oszillatoren (21 P.)

Zwei identische harmonische Oszillatoren (ohne Reibung und Antrieb) mit der Federkonstanten k und Massen m seien harmonisch gekoppelt, d.h. mit einer weiteren Feder der Stärke k_{12} verbunden. Die Schwingungen erfolgen alle entlang einer Geraden, d.h. in einer Dimension.

- Erstellen Sie eine Skizze des Aufbaus. Benennen Sie die Auslenkungen der beiden identischen Massen m aus ihren Ruhelagen mit q_1 und q_2 . Stellen Sie die gekoppelten Bewegungsgleichungen für q_1 und q_2 auf (6 P.).
- Die Bewegungsgleichungen können durch Superpositionen von $q_1(t)$ und $q_2(t)$ entkoppelt werden. Stellen Sie zu diesem Zweck die Differentialgleichungen für $Q(t) = q_1(t) + q_2(t)$ und $q(t) = q_1(t) - q_2(t)$ auf und geben Sie die allgemeine Lösung für $Q(t)$ und $q(t)$ an (6 P.).
- Transformieren Sie jetzt die allgemeine Lösung auf die ursprünglichen Koordinaten $q_1(t)$ und $q_2(t)$ zurück (4 P.).
- Skizzieren Sie die Schwingungen $q_1(t)$ und $q_2(t)$ für die beiden Spezialfälle $Q(t) = 0$ und $q(t) = 0$ qualitativ (4 P.). Welche hat die höhere Frequenz (1 P.)?

2.2 Homogenes Magnetfeld (15 P.)



Ein Antiproton fliegt durch ein räumlich begrenztes homogenes Magnetfeld, welches in z -Richtung zeigt. Anschließend trifft das Antiproton auf einen Detektor.

- Wie lautet die Lorentz-Kraft allgemein (2 P.)?
- Welche Bahn beschreibt ein geladenes Teilchen im homogenen Magnetfeld, auf das nur die Lorentz-Kraft wirkt? Begründen Sie (3 P.)!
- In welchem Abstand d vom Ursprung trifft das Antiproton auf den Schirm? Stellen Sie die Formel auf. Gegeben seien q , $\vec{B}$, b , D und $\vec{v} \parallel \vec{e}_z$ (7 P.).
- Welche Bedingung muss erfüllt sein, damit das Teilchen auf dem Schirm registriert werden kann (3 P.)?

3 Weiterdenken

3.1 Lorentz-Transformation (17 P.)

Σ und Σ' seien zwei Inertialsysteme. Σ' bewege sich relativ zu Σ mit der Geschwindigkeit v in z -Richtung. Zur Zeit $t = t' = 0$ sei $\Sigma = \Sigma'$.

- a. Wie lauten die gestrichenen Koordinaten als Funktion der ungestrichenen und wie anders herum (5 P.)? Skizze (2 P.).
- b. Die Geschwindigkeit sei $v = 3c/5$. Ein Ereignis habe in Σ' die Koordinaten

$$x' = 10 \text{ m} , \quad y' = 15 \text{ m} , z' = 20 \text{ m} , t' = 4 \cdot 10^{-8} \text{ s} . \quad (1)$$

Bestimmen Sie die Koordinaten des Ereignisses in Σ ; runden Sie c sinnvoll (5 P.).

- c. Ein Antimonyon ist bezüglich Σ mit $v = 3c/5$ unterwegs. Auf welche Zeit verändert sich seine Halbwertszeit, wenn sie in Σ bestimmt wird (5 P.)?

Es können 112 Punkte erreicht werden.

Noten

- $0 \leq P \leq 50 \Rightarrow 5.0$
- $51 \leq P \leq 55 \Rightarrow 4.0$
- $56 \leq P \leq 60 \Rightarrow 3.7$
- $61 \leq P \leq 65 \Rightarrow 3.3$
- $66 \leq P \leq 70 \Rightarrow 3.0$
- $71 \leq P \leq 75 \Rightarrow 2.7$
- $76 \leq P \leq 80 \Rightarrow 2.3$
- $81 \leq P \leq 85 \Rightarrow 2.0$
- $86 \leq P \leq 90 \Rightarrow 1.7$
- $91 \leq P \leq 95 \Rightarrow 1.3$
- $96 \leq P \leq \infty \Rightarrow 1.0$