



**Experimentalphysik II – Elektrizitätslehre**  
**Sommersemester 2021**  
**Übungsblatt 1**

**Organisatorische Hinweise:**

- Die von Ihnen auf Teams hochgeladenen Lösungen werden durch die Übungsgruppenleiter bewertet und in den wöchentlichen Online-Übungsgruppen diskutiert.
- Ab Übungsblatt 2 sollen die Übungsaufgaben in 2er oder 3er-Gruppen innerhalb einer Übungsgruppe bearbeitet werden. Dabei sollen alle Mitglieder der Abgabegruppe in der Lage sein, die Lösungswege nachvollziehbar zu präsentieren.
- Für jede sinnvoll bearbeitete Teilaufgabe bekommen Sie Punkte.

**Kriterien zur Prüfungszulassung:**

- Sie müssen mindestens 2/3 der Gesamtpunktzahl erreichen.
- Sie müssen aktiv an den wöchentlichen Online-Diskussionen teilnehmen, d.h. Sie müssen im Laufe des Semesters mindestens 2 Aufgaben präsentieren
- Falls Sie an einer Übung nicht teilnehmen können, müssen Sie sich von der Übung vorab bei Ihrem Übungsgruppenleiter z. B. per MS Teams/Mail abmelden. Bei triftigem Grund wie etwa Krankheit wird das Fehlen entschuldigt. Sie dürfen maximal einmal unentschuldigt fehlen.

**Aufgabe 1: Wiederholung: Harmonischer Oszillator (6P)**

*Anmerkung: Diese Aufgabe dient der Wiederholung mathematischer Grundlagen aus dem ersten Semester. Harmonische Oszillationen werden uns bei elektrischen Schwingkreisen wieder begegnen.*

Eine an einer Feder (Federkonstante  $D$ ) aufgehängte Kugel (Masse  $m$ , Radius  $r$ ) ist vollständig in eine Flüssigkeit eingetaucht. Kugel und Flüssigkeit haben dabei die gleiche Dichte  $\rho$ . Die Kugel wird nun in vertikale Schwingung versetzt. Bei der Bewegung tritt in der Flüssigkeit Reibung der Form  $F_R = kv$  auf.

- a) Skizzieren Sie die Situation und zeichnen Sie die auf die Kugel wirkenden Kräfte ein. (1P)
- b) Leiten Sie die Differentialgleichung des Systems her. (1P)
- c) Lösen Sie die DGL mit Hilfe eines allgemeinen komplexen Ansatzes, und zeigen Sie dass die Lösung für den Fall schwacher Dämpfung ( $k \ll D$ ) und die Anfangsbedingungen  $z(0) = z_0$ ,  $v(0) = -\beta z_0$  die Form

$$z(t) = z_0 e^{-\beta t} \cos(\Omega t)$$

hat. (2P)

- d) Nach welcher Zeit ist die Schwingungsamplitude auf das  $1/e$ -fache des Anfangswertes abgesunken? (1P)
- e) Nehmen Sie an, dass die Reibung dem Stokes Gesetz  $F_{Stokes} = 6\pi r\eta v$  folgt. Wie lässt sich die Viskosität  $\eta$  der Flüssigkeit experimentell bestimmen? (1P)

### **Aufgabe 2: Coulombsches Gesetz (5P)**

- a) Geben Sie zunächst die Abhängigkeiten der Coulombkraft  $F_C$  von den Ladungen  $Q_1, Q_2$  und  $r$  jeweils als Proportionalität gemäß Coulombgesetz an. Beschreiben Sie dann ein Experiment, um diese Abhängigkeiten experimentell zu bestätigen (Aufbau mit Skizze, Durchführung, ...). (1P)
- b) Beschreiben Sie auch, wie Sie den Wert der Konstanten in ihrer Messreihe verifizieren können. Zeigen Sie, dass die Coulombkraft zwischen einem einzelnen  $Na^+$ -Ion und  $Cl^-$ -Ion in einem (als isoliert angenommenen) NaCl-Molekül  $2.9 \times 10^{-9}$  N beträgt. Der Abstand der beiden Ionen betrage  $R = 2.82 \text{ \AA}$  (lies: Angström). (1P)
- c) Berechnen Sie dann die daraus resultierenden Beschleunigungen, die das  $Na^+$ -Ion und das  $Cl^-$ -Ion jeweils erfahren. Die Massen der Ionen sind gegeben durch  $m_{Na^+} = 23 \text{ u}$  und  $m_{Cl^-} = 35 \text{ u}$ , wobei  $1 \text{ u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$  die atomare Masseneinheit ist. Vergleichen Sie das Ergebnis mit der Gravitationskraft zwischen den beiden Teilchen. (1P)
- d) Gedankenexperiment: Berechnen Sie, welche gleichnamige Ladung  $Q$  Erde und Mond tragen müssten, damit die wirkende Gravitationskraft durch die Coulombabstoßung gerade kompensiert würde. Bestimmen Sie den Anteil an einfach ionisierten Atomen (Ladung  $q = 1e$ ) in der Erde, der zur Erreichung der Gesamtladung  $Q$  erforderlich wäre. Nehmen Sie dazu an, die Erde bestehe ausschließlich aus Eisen mit  $m_{Fe} = 56 \text{ u}$  ( $m_{Erde} = 5.97 \times 10^{24} \text{ kg}$  und  $m_{Mond} = 7.35 \times 10^{22} \text{ kg}$ ). (1P)
- e) Gedankenexperiment: Berechnen Sie die zugehörige Flächenladungsdichte, wenn sich die Ladung  $Q$  über die gesamte Erdoberfläche verteilen würde sowie die Raumladungsdichte, wenn sich die Ladung  $Q$  über das gesamte Volumen des Mondes verteilen würde. (1P)

**Besprechung der Aufgaben in der Woche ab dem 19.04.2021 in den  
Online-Übungsgruppen unter Teams (Anleitung siehe Website)**