



Gib deine Lösungen bis zum 08.11.2022 bei deinem Physiklehrer ab, welcher sie korrigiert und die Ergebnisse bis 05.12.2022 an den regionalen Organisator der 2. Runde sendet.

Die Teilnehmer mit den besten Ergebnissen werden dann zur 2. Runde am 09.02.2023 eingeladen. Die Sieger aus Runde 2 qualifizieren sich zur Endrunde am 30.03.2023 in Ilmenau.

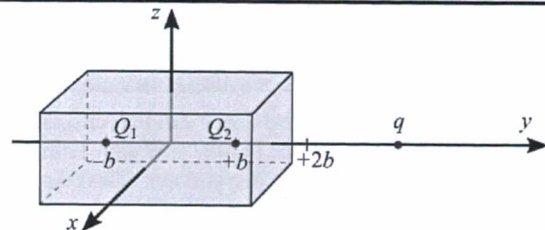
Viel Erfolg beim Lösen der Aufgaben!

**Aufgabe 32.1.12.1**

**„Ladungen in der Blackbox“**

**(12 BE)**

Auf der  $y$ -Achse befinden sich die beiden ortsfesten Ladungen  $Q_1$  und  $Q_2$  an den Positionen  $y_1 = -b$  und  $y_2 = +b$ . Die Ladungen sind in einer undurchsichtigen, nicht elektrisch leitfähigen, Blackbox eingeschlossen. Eine positive Probeladung  $q$  kann auf der  $y$ -Achse im Bereich  $y \geq 2b$  frei bewegt werden.



- a) Erklären Sie, wie Sie mit Hilfe der Probeladung herausfinden können, ob sich im Inneren der Box ungleichnamige Ladungen  $Q_1 = -Q$  und  $Q_2 = +Q$  oder gleichnamige Ladungen  $Q_1 = Q_2 = +Q$  befinden.

Gehen Sie nachfolgend davon aus, dass sich im Inneren der Blackbox ungleichnamige Ladungen befinden mit  $Q = 1 \text{ nC}$  und  $b = 1 \text{ cm}$ .

- b) Berechnen Sie die Beschleunigung auf ein Proton im Abstand  $y = 10b$  und begründen Sie, ob sich das Proton gleichmäßig beschleunigt entlang der  $y$ -Achse bewegt.
- c) Die Kraft der ungleichnamigen Ladungen in der Box auf das Proton lässt sich für alle  $y \gg b$  näherungsweise schreiben als  $F_y = \frac{q \cdot Q}{4\pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{4b}{y^3}$ . Leiten Sie die Formel zur Berechnung der Verschiebungsarbeit in diesem Feld für alle  $y \gg b$  her und berechnen Sie damit die Geschwindigkeit eines Protons, dass bei  $y_1 = 10b$  aus der Ruhe losgelassen wird und bis  $y_2 = 100b$  fliegt.

**Aufgabe 32.1.12.2**

**„Türspione“**

**(10 BE)**

Vor allem in großen Häusern mit vielen Wohneinheiten sind Türspione verbreitet. Früher war ein Türspion schlicht ein kleines Loch in der Tür. Heute verwendet man Linsen, z.B. eine Zerstreuungslinse mit kurzer Brennweite, die eine bessere Bildqualität und ein größeres Gesichtsfeld ermöglichen.

- a) Konstruieren Sie das Bild beim Blick durch einen Türspion, der aus einer Zerstreuungslinse mit  $f = -20 \text{ mm}$  besteht. Zeichnen Sie ausgehend von der Pfeilspitze des Gegenstands drei Lichtstrahlen, die wirklich durch die Linse verlaufen.

Wie auch in der Realität ist die Gegenstandsgröße  $G$  deutlich größer als der Durchmesser  $d$  der Linse. Verwenden Sie für die Skizze  $g = 10 \text{ cm}$ ,  $G = 5 \text{ cm}$  und  $d = 2 \text{ cm}$ . Sie blicken von Links durch den Türspion. Der Gegenstand steht rechts von der Linse (Abbildungsfehler sollen nicht berücksichtigt werden).

- b) Um die Brennweite einer Zerstreuungslinse experimentell zu bestimmen, richten Sie ein paralleles Strahlenbündel auf einen Schirm aus. Auf dem Schirm entsteht so ein heller Kreis mit dem Durchmesser  $d = 1,5 \text{ cm}$ . Nun stellen Sie im Abstand von  $s = 20 \text{ cm}$  vor den Schirm die Zerstreuungslinse in den Strahlengang. Dadurch vergrößert sich der helle Kreis auf  $D = 4,83 \text{ cm}$ . Leiten Sie eine Formel zur Bestimmung der Brennweite her und berechnen Sie diese.
- c) In der Praxis ist es oft schwierig ein exakt paralleles Strahlenbündel zu erzeugen. Nehmen Sie an, dass das Strahlenbündel geringfügig divergent ist, und erklären Sie, mit einer Konstruktion, welche der genannten Auswirkung die Richtige ist:
- keine Auswirkung auf die ermittelte Brennweite
  - ermittelte Brennweite ist zu gering
  - ermittelte Brennweite ist zu groß

**Aufgabe 32.1.12.3****„Doppelspaltversuch“****(10 BE)**

Der Doppelspaltversuch von Young lieferte eindeutige Beweise für die Welleneigenschaften des Lichtes.

- a) Ein Doppelspalt mit dem Spaltabstand  $b = 0,50$  mm wird mit monochromatischem Licht der Wellenlänge 750 nm beleuchtet. Berechne den Abstand benachbarter Maxima auf einem im Abstand von 2,00 m zum Doppelspalt stehenden Schirm!
- b) Unmittelbar vor einem der Spalte wird eine dünne Glasplatte (Dicke  $g$ , Brechzahl  $n$ ) gebracht. Wie verändert sich dadurch die Lage des 0. Maximums?
- c) Der Doppelspalt von Aufgabe a) wird nun mit gelbem Mischlicht bestrahlt, das aus rotem Licht (750 nm) und grünem Licht (500 nm) besteht. Alle Maxima sollen die gleiche Intensität haben. Gibt es in dem entstehenden Interferenzbild gelbe Maximalstellen (rotes und grünes Maximum) außer dem Hauptmaximum 0. Ordnung?

**Aufgabe 32.1.12.4****„Aluminiumfabrik“****(10 BE)**

Eine Aluminiumfabrik wird durch zwei Hochspannungskabel aus Aluminium mit elektrischer Energie versorgt. Der Abstand zwischen der Fabrik und dem Kraftwerk beträgt 50 km. In der Fabrik steht eine Spannung von 100 kV zur Verfügung. 3% der von der Fabrik aufgenommenen Leistung sind Leitungsverluste.

In der Fabrik wird Aluminium durch Elektrolyse produziert. Bei der Reaktion  $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$  werden je Atom 15 eV benötigt.

Berechnen Sie die Zeit, in der die Fabrik die Menge Aluminium produziert, die in den beiden Hochspannungsleitungen verarbeitet ist!