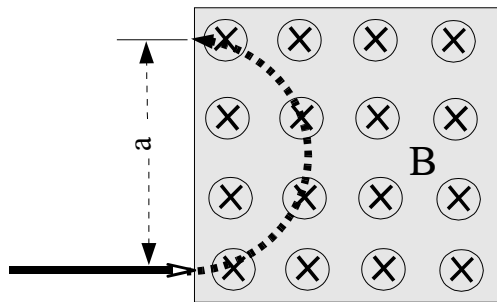


1. Bewegte Ladung in einem magnetischen Feld:

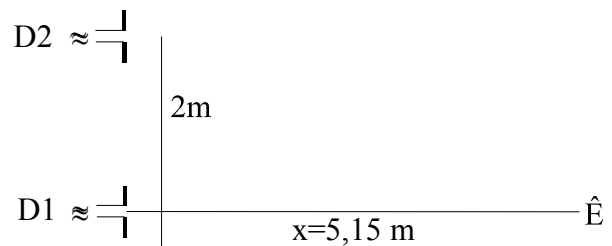


In einem Massenspektrometer werden Ionen mit bekannter elektrischer Ladung q und bekannter Geschwindigkeit v senkrecht zu einem Magnetfeld B eingeschossen. Nach dem Durchfliegen eines Halbkreises wird der Abstand a zum Eintrittspunkt mit einem Detektor ermittelt.

- a) Leiten Sie einen Zusammenhang zwischen den Größen a , v , B , q und der **Masse m** der Ionen her.
- b) Für einfach positiv geladene Kalium-Ionen mit der Geschwindigkeit $v = 70 \text{ km/s}$ und $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$ ergibt sich in einem magnetischen Feld mit der Flussdichte $B = 0,28 \text{ Vs/m}^2$ ein Abstand $a = 20 \text{ cm}$. Bestimmen Sie die Masse der Kalium-Ionen.
- c) Die Kalium-Ionen werden durch Verdampfen von Kalium erzeugt. Danach werden sie mit einem elektrischen Feld auf die geforderte Geschwindigkeit $v = 70 \text{ km/s}$ beschleunigt. Welche Beschleunigungsspannung U_{Besch} ist in dem obigen Experiment erforderlich ?
- d) Wie würde sich die Bahn der Kalium-Ionen verändern, wenn die Beschleunigungsspannung gegenüber c) halbiert würde ?
- e) Welchen **Impuls** müssten Wasserstoffionen (H^+) haben, damit sie sich in einem magnetischen Feld mit der Flussdichte $B = 0,28 \text{ Vs/m}^2$ auf einem Halbkreis mit dem Durchmesser $a = 20 \text{ cm}$ bewegen ?
- f) Könnte man den **Wellencharakter** der bei e) verwendeten Wasserstoff-Ionen experimentell nachweisen ? Beschreiben Sie einen möglichen Versuchsaufbau und **rechnen** Sie den erwarteten Effekt aus !

2. Überlagerung von elektromagnetischen Wellen:

Zwei Dipole sind senkrecht übereinander angeordnet. Dipol D1 befindet sich 1m über dem Boden, Dipol D2 ist 2 m über D1 angebracht. Beide Dipole werden von einem Hochfrequenzgenerator mit der Frequenz f gleichphasig angeregt.



(**Gleichphasig** : Beide Dipole erzeugen zur selben Zeit Maxima und Minima.

Gegenphasig: D1 erzeugt ein Maximum wenn D2 ein Minimum erzeugt und umgekehrt)

- a) Bestimmen Sie die Wellenlänge λ für $f = 400 \text{ MHz}$ und $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.
- b) In einer horizontalen Entfernung $x = 5,15 \text{ m}$ von D1 aus gemessen steht (1m über dem Boden) ein Empfänger zur Messung des Maximalwertes \hat{E} der Feldstärke $E(t)$. Ist der Wert von \hat{E} in diesem Punkt -bezogen auf die Umgebung- besonders groß oder besonders klein? (Rechnung/Begründung)
- c) Geben Sie **zwei** horizontale Entfernungen x (vom Dipol D1 aus gemessen) an, in denen -bezogen auf die Umgebung- ein *maximaler Wert* von \hat{E} zu beobachten ist.
- d) Zeigen Sie, dass es bei $f = 400 \text{ MHz}$ längs eines von D1 in x -Richtung ausgehenden Strahls nur zwei Stellen mit -gegenüber der Umgebung gemessenen- maximalem \hat{E} geben kann.
- e) Wie viele solcher relativen Maxima gäbe es längs eines von D1 ausgehenden Strahls bei $f_{10} = 4 \text{ GHz}$?
- f) Die beiden Dipole werden **gegenphasig** mit der Frequenz $f = 400 \text{ MHz}$ angeregt. Bestimmen Sie die Lage aller relativen Maxima von \hat{E} auf der x -Achse.