

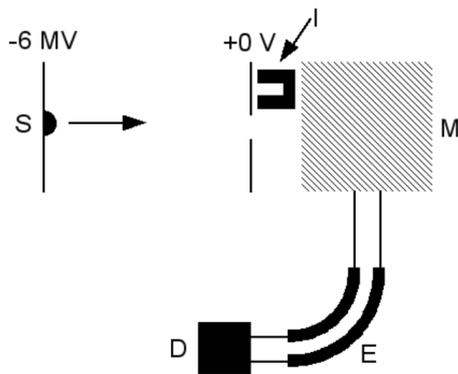
Challenge 4, Elektrodynamik

Abgabedatum: 22. November

Beschleunigermassenspektrometers (12 Punkte)

Wir betrachten ein vereinfachtes Modell eines sog. Beschleunigermassenspektrometers, das unter anderem zur Datierung der Entstehung von Gletschermoränen verwendet wird. Dazu wird das Verhältnis vom ^{10}Be -Isotop ($m_{10} = 1.7 \times 10^{-27} \text{ kg}$) zum stabilen Isotop ^9Be gemessen (Be = Beryllium). ^9Be ist ein Bestandteil des Gesteinsmaterials und das ^{10}Be -Isotop entsteht in sehr geringen Konzentrationen durch den Einfall von kosmischen Strahlen auf der Moränenoberfläche.

In der Quelle S werden nun einzelne einfach negativ geladene ^9Be und ^{10}Be -Ionen aus einer Probe extrahiert. Die Quelle befindet sich auf einem Potential von -6 MV . Rechts von der Quelle befindet sich eine Metallplatte mit einem Schlitz, die sich auf Erdpotential ($+0 \text{ V}$) befindet. Damit werden also die Ionen in Pfeilrichtung beschleunigt und fliegen dann durch den Schlitz.



i. (2 pt.) Welche Energie und welche Geschwindigkeit haben die ^{10}Be -Ionen nachdem sie den Schlitz passiert haben?

Die ^{10}Be -Ionen fliegen dann in ein Gebiet M, in dem ein homogenes Magnetfeld herrscht.

ii. (1 pt.) Die ^{10}Be -Ionen sollen in diesem Gebiet einen exakten Viertelkreis mit einem Radius $R = 1 \text{ m}$ beschreiben und gerade in den Kanal unterhalb des Gebietes M fliegen. Wie muss das

Magnetfeld gerichtet sein? Zeichne die Richtung ein oder beschreiben sie!

iii. (2 pt.) Berechne die benötigte Magnetfeldstärke.

Anschließend fliegen die ^{10}Be -Ionen durch einen Kanal in eine Anordnung von zwei gebogenen elektrostatisch geladenen Ablenkplatten E, die ebenfalls in einem Viertelkreis mit Radius 1 m angeordnet sind.

iv. (1 pt.) Wie müssen die Feldlinien des E-Feldes zwischen den Platten gerichtet sein, damit die ^{10}Be -Ionen einen exakten Viertelkreis beschreiben? Zeichne diese ein!

v. (3 pt.) Berechne die entsprechende elektrische Feldstärke. Kannst du einen angenäherten Wert für die Ladung angeben, die auf die Platten gebracht werden muss, um dieses Feld zu erzeugen? Nimm an, dass die Platten 10 cm hoch sind.

Die ^{10}Be -Ionen, die exakt einen Viertelkreis beschrieben haben, fliegen weiter in den Detektor D, der die einzelnen Ionen zählt. Während einer Messung wurden während einer Minute 2000 ^{10}Be -Ionen gezählt.

Durch einen zweiten Detektor I, der in den Strahlengang geschoben werden kann, können die ^9Be -Ionen gezählt werden. Da diese aber viel häufiger sind als die ^{10}Be -Ionen, können sie nicht einzeln gezählt werden, sondern werden als kontinuierlicher Strom gemessen (d.h. jedes ankommende ^9Be -Ion versetzt ein Elektron im Detektor in Bewegung). Für die obige Messung wurde ein Strom von 100 nA gemessen.

vi. (1.5 pt.) Berechne nun das Verhältnis der Häufigkeit von ^{10}Be - zu ^9Be -Ionen in der Probe.

vii. (1.5 pt.) Nehmen wir an, dass die Quelle auch Ionen mit anderen Massen und in anderen Ladungszuständen (das heisst mehrfach negativ geladen) produziert. Können diese die Anordnung bis zum Detektor D passieren? Begründe deine Antwort!