Vorbemerkung

Dies ist ein abgegebener Übungszettel aus dem Modul physik211.

Dieser Übungszettel wurde nicht korrigiert. Es handelt sich lediglich um meine Abgabe und keine Musterlösung.

Alle Übungszettel zu diesem Modul können auf http://martin-ueding.de/de/university/bsc_physics/physik211/ gefunden werden.

[disclaimer]

physik210 Übung 10

Gruppe 2
Tutor: Tobias Guttenberger

Martin Ueding
mu@uni-bonn.de

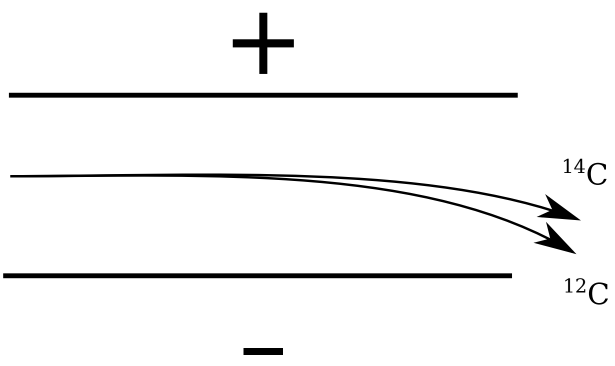
Christoph Hansen
christophhansen@uni-bonn.de

19. Juni 2012

Aufgabe	1	2	3	4	Σ
Punkte	/ 10	/ 4	/ 12	/ 5	/ 31

1 Massenspektograph

1a Skizze



Das leichtere Isotop, ^{12}C, wird aufgrund der kleineren Masse stärker abgelenkt.

1b

Die maximale Ablenkung muss kleiner sein als 1 cm. Da das leichtere Atom am stärksten abgelenkt, betrachten wie nur dieses. Wir stelllen also auf:

$$\frac{d}{2} > \frac{1}{2}at^2$$

wobei $t = \frac{l}{v}$

$$a = \frac{Ee}{m},$$

und $E = \frac{U}{d}$

Dann erhält man:

$$\frac{d}{t^2} = \frac{Ee}{m}$$

Man erhält dann $U = \frac{d^2m}{v^2et^2}$
Die Spannung muss dann unter 700 V sein.

Mit einsetzen in $\Delta E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2$ ergibt sich:

$$\Delta E_{kin} = \frac{1}{2}m(at)^2$$

Daraus ergibt sich eine kinetische Energie von $2.554 \cdot 10^{-17}$ eV

1c

Es muss gelten:

$$\begin{aligned} F_E + E_B &= 0 \\ Ee + ev_0B_1 &= 0 \\ B_1 &= -\frac{E}{v_0} \end{aligned}$$

Es ergibt sich eine Magnetfeldstärke von 0, 14 V

1d

$$\begin{aligned} F_z &= F_B \\ m\frac{v_0^2}{r_i} &= evB_2 \\ \frac{m_iv_0}{eB_2} &= r_i \end{aligned}$$

2 Magnetfeld des Leiters

2a Außerhalb des Leiters

Außerhalb des Leiters ist das Mgnetfeld einfach zu berechnen:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$$

Formel aus der Vorlesung.

2b Innerhalb des Leiters

Bei einem Kreis hängt die Fläche von r^2 ab. Das steht hier in direktem Zusammenhang mit der Stromstärke. Wir bekommen also für I den zusätzlichen Faktor $\frac{r^2}{R^2}$. Das Magnetfeld verhält sich mit $\frac{1}{r}$. Damit ergibt sich folgende Formel für B:

$$B = \frac{\mu_0 I \frac{r^2}{R^2}}{2\pi r} = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2}$$

3 Elektron neben Elektonenstrahl

3a Mit Draht

Wir rechnen zuerst die Stromstärke aus:

$$v = \frac{I}{neA}$$

mit den gegeben Größen ergibt sich:

$$I = 2.516\,\mathrm{A}$$

mit der Formel aus Aufgabe 2 können wir die Magnetfeldstärke berechnen:

$$B = 5 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{T}$$

jetzt können wir die Kraft berechnen:

$$F = evB = 7.209 \cdot 10^{-17}\,\mathrm{N}$$

3b Mit Elektonenstrahl

Wir berechen zunächst die Elektonendichte. Da das Magnetfeld gleich bleiben soll, können wir die Stromstärke aus a) verwenden.

$$n = \frac{I}{veA} = 2.28 \cdot 10^{17}\,\frac{\mathrm{e}^-}{\mathrm{m}^3}$$

jetzt müssen wir noch die elektrische Kraft ausrechnen:

$$F_E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0}\frac{\lambda}{r}$$

λ ist dabei $\lambda = \sigma\pi r^2$ und $\sigma =$. Damit ergibt sich dir Elektrische Kraft

$$F = 8.145 \cdot^{-16}\,\mathrm{N}$$

Zusammen mit der magnetischen Kraft ergibt sich:

$$F_{Ges} = F_B + F_E = 8.865 \cdot 10^{-16}\,\mathrm{N}$$

3c Dichte im Ruhesystem der Elektronen

Für die Dichte der Elektronen im Ruhesystem der Elektronen müssen wir die Dichte in unserem System mit dem Gamma-Faktor multiplizieren. Damit erhalten wir:

$$n \cdot \gamma = 2.1759 \cdot 10^{17} \, \frac{\mathrm{e}^-}{\mathrm{m}^3}$$

Im Ruhesystem der Elektronen gibt es zudem kein Magnetfeld mehr.

4 Kosmische Strahlung

4a

Es gilt $p = m(v)v = \gamma m_0 v$ und $\gamma = \frac{E}{mc^2}$. Weil das ganze eine Kreisbahn sein soll muss $F_z = F_B$ gelten:

$$\begin{aligned} m(v)\frac{v^2}{r} &= qvB \\ \gamma m_0 \frac{v^2}{r} &= qvB \\ \gamma m_0 \frac{\beta c}{r} &= qB \\ r &= \gamma \frac{m_0 \beta c}{qB} \\ r &= \frac{E}{mc} \frac{m_0 \beta}{qB} \end{aligned}$$

Falls $m = m_0$ ist der Zusammenhang erfüllt.

4b Teilchenenergien

Wir benutzen die gerade hergeleitete Formel für den Radius. Das Magnetfeld B ist gegeben, der Radius ist $r = 150\,\mathrm{ly}$. Die Ladungen der Teilchen setzen wir nacheinander ein.

Wir stellen die Formel aus der vorherigen Aufgabe und ersetzen γ durch die Wurzel mit β. Dann stellen wir nach β um und setzen ein. Den Wert für β können wir dann in eine Energie umrechnen mit:

$$\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} mc^2 = E$$

Teilchen	β	E
Wasserstoff	0.99999999999999999756471953171903810712031584053645	$4.25 \cdot 10^{17}\,\mathrm{eV}$
Kohlenstoff	0.99999999999999999025887812687615211821930268993721	$2.55 \cdot 10^{18}\,\mathrm{eV}$
Eisen	0.99999999999999998870260421815222331497552430151196	$1.11 \cdot 10^{19}\,\mathrm{eV}$