

Physik III - Übungsblatt 5

SS2006, Universität Heidelberg

Ausgabe am 24.5.2006
Besprechung am 1.6.2006

5.1 Protonen im Magnetfeld

Ein Proton fliegt mit $\beta = 0.8$ aus dem feldfreien Raum in ein Gebiet mit einem homogenen Magnetfeld der Stärke $B = 1\text{T}$. Die Feldrichtung ist senkrecht zur ursprünglichen Flugrichtung des Protons.

- Zeigen Sie, dass sich das Proton auch im relativistischen Fall auf einer Kreisbahn bewegt.
- Wie groß ist im betrachteten Fall der Radius in m?

5.2 Ionen im Magnetfeld

Die Tatsache, dass geladene Teilchen sich im homogenen Magnetfeld auf Kreisbahnen bewegen, nutzt man zur Speicherung solcher Teilchen in sog. Speicherringen. Die Maximalenergie der gespeicherten Teilchen ist bei gegebenem Radius des Rings bestimmt durch die maximale Magnetfeldstärke B_m . Betrachten wir einen Ring, der Protonen bis zu einer maximalen Gesamtenergie von 3 GeV speichern kann. Nun sollen in diesem Ring für ein Experiment nicht Protonen sondern sechsfach geladene Stickstoffionen ($^{14}\text{N}^{6+}$) gespeichert werden.

- Wie groß ist die maximale kinetische Energie für $^{14}\text{N}^{6+}$ -Ionen, die in diesem Ring noch gespeichert werden können?
- Häufig wird dem Ionenstrahl in Speicherringen auf einem Teil des Rings ein Elektronenstrahl überlagert, der dieselbe Geschwindigkeit hat wie der Ionenstrahl. Warum man das macht, können wir im Gruppenunterricht diskutieren. Wie groß ist die Spannung, die erforderlich ist, um Elektronen auf die Geschwindigkeit von $^{14}\text{N}^{6+}$ -Ionen bei der maximal möglichen kinetischen Energie in diesem Ring zu beschleunigen?

5.3. Bewegte Ladungen

Im Bezugssystem S ist ein geladener Draht parallel zur x - Achse gespannt. Die Ladungsdichte im Draht beträgt $\rho = 10^{-7}\text{C/m}^3$ und es fließt kein Strom. In der relativistischen Schreibweise wird anstelle der Ladungsdichte ρ und der Stromdichte $\vec{j} = (j_x, j_y, j_z)$ die Viererstromdichte $j = (c\rho, \vec{j})$ verwendet. Diese transformiert sich genauso wie der Orts-Zeit-Vektor $x = (ct, \vec{x})$ mit $\vec{x} = (x, y, z)$.

- Geben Sie die Viererstromdichte j sowie j^2 im System S an.
- Welche Form hat dieser Vierervektor in einem System S' , das sich mit der Geschwindigkeit β in x -Richtung bewegt?
- Bei welcher Geschwindigkeit β hat die Ladungsdichte im System S' auf das Doppelte zugenommen?
- Wie groß sind nun j' und j'^2 im System S' ?

5.4 Schwarzkörperstrahlung

Wir nehmen an, dass die Erde die auf sie treffende Strahlung der Sonne absorbiert. Die Erde befinde sich im thermischen Gleichgewicht bei einer Temperatur T . Die Oberflächentemperatur der Sonne beträgt $T_0 = 5800\text{K}$, ihr Radius $R = 7 \cdot 10^8\text{m}$, der Erdradius $r = 6,4 \cdot 10^6\text{m}$, und die Entfernung Erde-Sonne ist $D = 1,5 \cdot 10^{11}\text{m}$. Schätzen Sie die Temperatur T der Erde für diese Bedingungen ab.