

Kleine Übungsaufgaben zu $m = m(v)$ und zur magnetischen Erregung

- Elektronen sollen 95 % der Lichtgeschwindigkeit erreichen.
Um wie viel Prozent nimmt ihre Masse zu? Welche Beschleunigungsspannung ist erforderlich?
Beantworten Sie diese Fragen auch für Protonen.
- Die Gesamtenergie eines Teilchens (Körpers) hat den Wert $E = mc^2$, die sogenannte Ruheenergie beträgt $E_0 = m_0 c^2$ und die kinetische Energie ist durch $E - E_0$ gegeben.
 - Welche Energie steckt in einem kg Masse? Vergleichen Sie mit dem Heizwert von Benzin ($H = 4,2 \cdot 10^4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$).
 - In der Formelsammlung sind die Ruheenergie von Elektron und Proton in der Einheit MeV angegeben. Interpretieren Sie die angegebenen Werte. Welche Spannung muss ein Elektron bzw. Proton durchlaufen, um seine Masse um 50% bzw. 200% zu vergrößern?
 - Nach welcher Beschleunigungsspannung erreicht ein Elektron (Alpha-Teilchen) 110 % seiner Ruhemasse?
- Protonen durchlaufen in einem Synchrozyklotron 22500 vollständige „Kreisbahnen“ und treten dann aus dem Zyklotron aus. Der Spitzenwert der Spannung zwischen den Duanden beträgt 6,5 kV.
 - Mit welcher kinetischen Energie und mit wie viel Prozent der Lichtgeschwindigkeit treten die Protonen aus?
 - Die Protonen treten bei einem Kreisbahnradius von 1,5m aus. Wie groß ist die magnetische Flußdichte?
- Für eine langgestreckte Spule gilt $H = \frac{IN}{l}$. Bei zu kurzen Spulen muss man einen Korrekturterm anbringen. Es gilt dann der exaktere Wert $H = \frac{IN}{l} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{4r^2}{l^2}}}$.
Ab welchem Verhältnis $\frac{r}{l}$ weicht der Wert $H = \frac{IN}{l}$ vom exakteren Wert um mehr als 5 % ab?

Lösungen:

- $m(0,95c) = 3,20 m_0$; Elektronen : 1,12 MV ; Protonen : 2,06 GV
- a) $E_0(1,0 \text{ kg}) = 9,0 \cdot 10^{16} \text{ J}$; $E_H(1 \text{ kg}) = 4,2 \cdot 10^8 \text{ J}$; $E_0 : E_H \approx 2 \cdot 10^8$
b) Elektron: 256 kV bzw. 1,022 MV ; Proton: 469 MV bzw. 1,877 GV
c) Elektron: 51,1 kV ; Alphateilchen: 186 MV
- a) $E_{\text{kin}} = 0,293 \text{ GeV}$; 65% von c b) 1,7 T
- Für $\frac{r}{l} \geq 0,16$

G.R.