

## Aufgabe 1

Der LHC im LEP-Tunnel beschleunigt Protonen auf hohe Energie. Der Umfang beträgt circa 27km, der Radius der Bogensegmente 2803m.

Welche maximale Protonenergie kann erreicht werden, wenn die supraleitenden Magnete im Vakuum ein maximales Magnetfeld von 4.78 Tesla erzeugen dürfen?

$$\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B} \quad , \quad F = qvB = \left| \frac{d\vec{p}}{dt} \right|$$

$$E = T + m \quad , \quad \beta = \frac{v}{c} \quad , \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

$$\Delta\varphi \approx \frac{\Delta p}{p} = \frac{qvB\Delta t}{p} \quad , \quad \frac{v}{r} = \omega = \frac{d\varphi}{dt}$$

$$\Rightarrow \frac{d\varphi}{dt} = \frac{qvB}{t} = \frac{v}{r} \quad \Rightarrow \quad p = qBr$$

$$E = \sqrt{m_0c^4 + p^2c^2} = 4.13 \cdot 10^{12} eV$$

$$\text{Zur Berechnung von } \gamma : \beta = \frac{p}{E}$$

## Aufgabe 2

Ein Protonenstrahl mit dem Strahlimpuls 15 GeV/c habe eine Intensität entsprechend einem Strahlstrom von 100 mA. Das Target sei ein Flüssigwasserstofftarget mit der Dichte von 71 kg/m<sup>3</sup> und 10 mm Dicke in Strahlrichtung.

- Wieviele Protonen treffen pro Sekunde auf das Target?
- Welche Luminosität hat das Experiment?

$$\frac{dN}{dt} = \mathcal{L}\sigma$$

$$I = \frac{dQ}{dt} \Rightarrow \frac{d}{dt}N_{strahl} = \frac{1}{\Delta t} \frac{I \cdot \Delta t}{\Delta Q} = \frac{100mA}{e} = 6.24 \cdot 10^{17} \frac{1}{s}$$

$$\frac{N_{target}}{A} = \rho d \frac{mol}{g} N_A = 2.67 \cdot 10^{41} \frac{1}{cm^2s}$$