Blatt 7

1) a) Leptonenstrahlen eignen sich in Kreisbeschleunigern vorwiegend zur Erzeugung von Synchrotonstrahlung, (✓) die zur Untersuchung kondensierter Materie verwendet werden kann. Sie können auch zur Untersuchung von Leptonenzahl und -familienzahlerhaltung benutzt werden (nur in nicht sehr hohen Energiebereichen). ~~Hadronen produzieren aufgrund der höheren Masse weniger Synchrotronst. → besser zu speichern, höhere Energien, Quarkuntersuchungen~~

bei Linearbeschl. größere Energien möglich (✓) (✓) 1P

b)
$$\Delta E = \frac{(Ze)^2 \beta^3 \gamma^4}{3R\varepsilon_0} \qquad v \approx c \rightarrow \beta = 1$$

$$\gamma = \frac{E}{mc^2}$$

$$= \frac{(Ze)^2 E^4}{3R\varepsilon_0 (m_i c^2)^4}$$ ✓ 1P

c) $Z = 1 \quad E = 6{,}5\,TeV \qquad r = \frac{27000}{2\pi}\,m$ ✓

$\Delta E = 3236{,}67\ eV$ ✓ 1P

d) $\Delta E = 3{,}646 \times 10^{16}\ eV$

$\Delta E \gg E$ ✓

2P

Die Masse des e^- ist um 10^3 kleiner, also ist ΔE um den Faktor 10^{12} größer ✓ Ein Ringbeschleuniger ist in diesen Energiebereichen mit Elektronen nicht sinnvoll ✓

e) $\Delta E \approx 19{,}847\ MeV$ ✓

$\frac{\Delta E}{E} = 3{,}05 \times 10^{-6}$

Die Strahlungsverluste sind mit $3 \times 10^{-4}\,\%$ pro Umlauf hinnehmbar und man könnte Leptonenexperimente durchführen. ✓
Da allerdings Myonen nur eine durchschnittliche Lebensdauer von $2 \times 10^{-6}\,s$ haben, wären sie bereits zerfallen bevor sie (durch Vorbeschleuniger) diese Strahlenergie besitzen ✓

Außerdem führt ihre geringe W.W mit anderen Teilchen zu einer geringen Luminosität ✓

7P

2P

David Lars

2a) $1\,eV = 1{,}602 \times 10^{-19}\,J$ ✓

1eV ist die Energie, die ein Elektron aufnimmt, wenn es das elektrischen Feld einer Spannung von 1V durchläuft. ✓

1 Joule ist die Energie, die verrichtet wird, wenn eine Kraft von 1N entlang 1m Weg wirkt. (✓)

1P

b) $k_B = \hbar = c = 1$, $\varepsilon_0 = \mu_0 = 1$

$E^2 = p^2c^2 - m^2c^4 \rightarrow E^2 = p^2 - m^2$ ✓

$\vec{\nabla}\vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0} \rightarrow \vec{\nabla}E = \rho$ ✓, $\vec{\nabla}B = 0$ ✓, $\vec{\nabla}\times\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}$ ✓ 1P

$\vec{\nabla}\times\vec{B} = \mu_0\vec{j} + \frac{1}{c^2}\frac{\partial\vec{E}}{\partial t} \rightarrow \vec{\nabla}\times\vec{B} = j + \frac{\partial\vec{E}}{\partial t}$ ✓

c) Masse $[m] = \frac{eV}{c^2} = eV$ ✓ Impuls $[p] = \frac{eV}{c} = eV$ ✓

Länge $[x] \hat{=} \frac{\hbar}{mc} = \frac{1}{eV}$ ✓ Zeit $[t] \hat{=} \frac{\hbar}{mc^2} = \frac{1}{eV}$ ✓

Fläche $[A] = [x]^2 = \frac{1}{(eV)^2}$ ✓ Temperatur $[T] \hat{=} \frac{mc^2}{k_B} = eV$ ✓ 3P

d) $\hbar c = 3{,}163 \times 10^{-26}\,\frac{kg\,m^3}{s^2} = 197{,}327\,MeV\,fm$ ✓

$\hbar = 6{,}582 \times 10^{-22}\,MeV\,s$ ✓ 1P

e) $\alpha = \frac{1}{137}$ ist dimensionslos → bleibt erhalten ✓

$e = 1{,}602176 \times 10^{-19}\,C$ → bleibt auch erhalten, da sich e nicht durch die natürlichen Einheiten ausdrücken lässt, es sei denn man wählt e selbst ebenfalls als nat. Einheit. Dann wäre $e = 1$

f

0P

f) $\tau = \frac{1}{\Gamma} = \frac{1}{1303\,MeV} = 5{,}063 \times 10^{-25}\,s$ ✓ 1P

7P

⇒ 14P