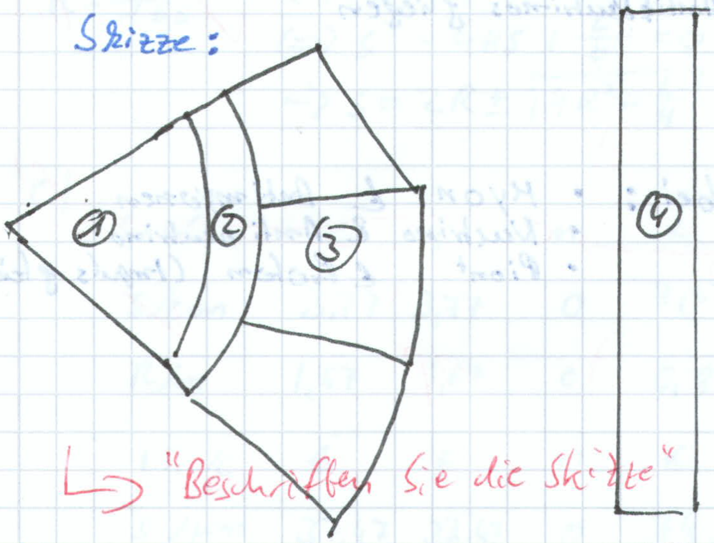
KET Blatt 6

David
Lars

Aufgabe 1:

a) 4 Hauptbestandteile: Spurdetektor, EM Kalorimeter, Hadronisches Kalorimeter & Spektrometer

Skizze:



①: Spurdetektor

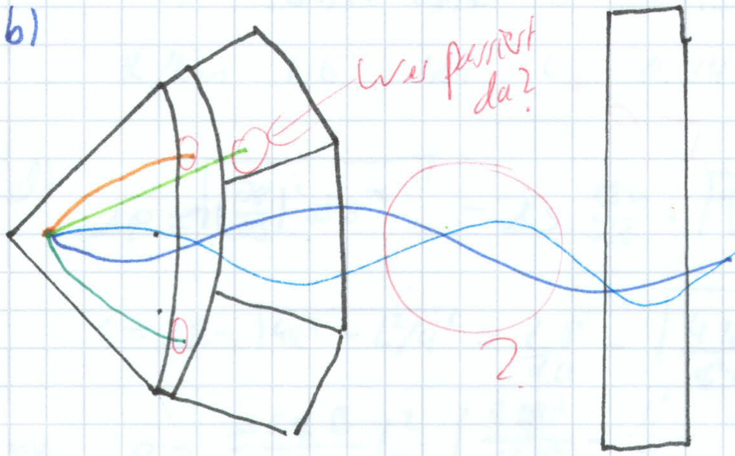
②: EM-Kalorimeter

③: Hadr. Kalorimeter

④: Spektrometer

0,5 P

b)

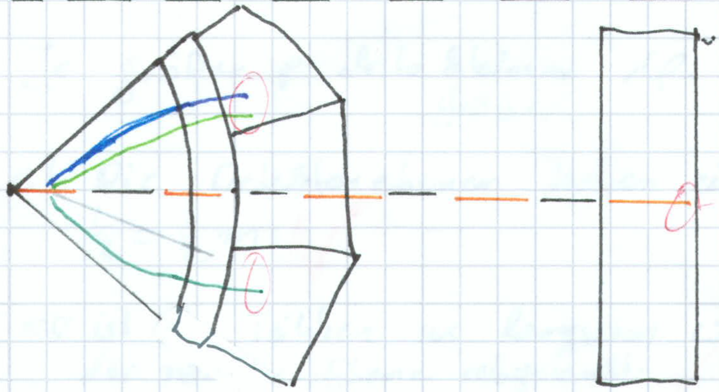


// Antimyon // Myon
// Positron // Elektron
// Neutron

Erläuterung:

Geladene Teilchen werden entsprechend ihrer Ladung im Spurdetektor abgelenkt. Elektron & Positron werden im EM-Kalorimeter detektiert, das Neutron im hadr. Kalorimeter. Myonen* werden in keinem Kalorimeter detektiert & fliegen durch das Spektrometer

* & Antimyonen



Auch hier werden gel. Teilchen entsprechend ihrer Ladung abgelenkt (Spurdetektor). Neutrinos & Antineutrinos wechselwirken kaum mit Materie und fliegen daher durch beide Kalorimeter durch ohne detektiert zu werden. Proton & Pion+ haben (bei gleichem Impuls) eine ähnliche Flugbahn (beides sind Hadronen mit gleicher Ladung) Photonen werden nicht abgelenkt & werden im EM-Kalorimeter detektiert

// Neutrino // Antineutrino
// Proton // Photon
// Pion+ // Pion−

1,5 P

c)
Zuerst kommt der Spurdetektor um verschiedenladige Teilchen zu seperieren.
Danach kommen EM & hadr. Kalorimeter um geladene (leichte) Teilchen & Hadronen, zu detektieren.
Das EM-Kalorimeter kommt vor das hadronische um Photonen detektieren zu können.

Warum diese Reihenfolge?

Durch das Spektrometer können dann nur noch (Anti-) Myonen & (Anti-)Neutrinos fliegen

0,5P

d)
Ähnliche Spuren bei: • Myon & Antimyonen (f)
• ~~Neutrino & Antineutrino~~
• Pion+ & Proton (Impuls gleich)

?

1P

3,5P

Aufgabe 2.1

a) $\frac{mv^2}{R} = F_Z = F_L = qvB \Leftrightarrow mv = qBR \Leftrightarrow R = \frac{|\vec{p}|}{qB}$ ✓ 2P

Woher kommt das?

b) Sagitta: $R = \frac{s}{2} + \frac{L^2}{8s} = \frac{|\vec{p}|}{qB} \Leftrightarrow \frac{qB(L^2+4s^2)}{\cancel{16s}\ 8s} = |\vec{p}|$ f f

$R = \frac{L^2+4s^2}{16s} \Leftrightarrow 4s^2 - 16Rs + L^2 = 0$ 1P

$\Leftrightarrow s^2 - 4Rs + \frac{L^2}{4} = 0$

$\rightarrow s = 2R \pm \sqrt{4R^2 - \frac{L^2}{4}}$ ("+" unphysikalisch da $s < R$) (✓)

ff

c)

1 GeV/c	e^-	p	n	α
s/cm	3,77 f	3,77	0	7,67
R/m	1,67 f	1,67	0 f	0,84

2P

1 TeV/c	e^-	p	n	α
s/μm	37,47	37,47	0	74,94
R/km	1,67	1,67	0 f	0,84

d) $\Delta p = \sqrt{\left(\frac{\partial p}{\partial s}\right)^2 \Delta s^2}$ ✓ $= \Delta s \frac{qB}{16} \cdot \sqrt{\left(\frac{4s^2-L^2}{s^2}\right)^2} \overset{L \gg s}{\approx} \Delta s \frac{qB}{16}\frac{L^2}{s^2}$ ff

$s = 2R - \sqrt{4R^2 - L^2/4} = \frac{2p}{qB} - \sqrt{\frac{4|\vec{p}|^2}{q^2B^2} - \frac{L^2}{4}}$

$\Rightarrow \Delta p = \frac{\Delta s\, qB}{16} L^2 \left(\frac{8|\vec{p}|^2}{q^2B^2} - \frac{L^2}{4} - \frac{4|\vec{p}|}{qB}\left(\frac{4|\vec{p}|^2}{qB} - \frac{L^2}{4}\right)^{\frac{1}{2}}\right)^{-1}$

$\Rightarrow \frac{\Delta p}{|\vec{p}|} \approx 1{,}0672 \cdot 10^{-3}$ f

1P

Je größer p desto ~~kleiner~~ größer Δp. f

$\Delta p = \left|\frac{\partial p}{\partial s}\right| \Delta s$

$\hookrightarrow \frac{\Delta p}{p} = \frac{\Delta s}{s} \rightarrow \frac{p}{\frac{qB}{8}L^2} \, p\, \Delta s$

$\rightarrow \Delta p = \frac{8\Delta s}{qBL^2}p^2$

e) Die Detektorebenen haben einen Abstand von $\frac{L}{2} = \frac{1}{2}m$ ✓

$\Rightarrow$ ist das Teilchen zu langsam wird es bereits vor der nächsten Ebene abgelenkt. ✓

$\Rightarrow R_{min} = \frac{L}{4} = \frac{1}{4}m = \frac{p}{qB} \rightarrow p \approx 74{,}95\ \frac{MeV}{c}$ (✓)

↑ $\frac{L}{2}$ reicht schon

0,5P

6,5P

Σ 10

e) $s \approx R = \frac{L}{2}$

$|\vec{p}| = q B \left(\frac{L}{4} + \frac{L}{4} \right) = q B \frac{L}{2}$ $\qquad |\vec{p}| = e \cdot 2T \cdot \frac{1m}{5} = 300\ MeV$