5,5

Lars
David

1a) e^-, α : Viele Stöße (mit Hüllenelektronen), geringer Energieverlust. → Wie nennt man das?

Hohe Energien: Bremsstrahlung durch Ablenkung im Coulombfeld, Cherenkov-Strahlung

→ für α nicht so sehr → Masse unterdrückt

γ : Photoeffekt: vollständige Absorbtion

Coulombeffekt: Elast. Streuung am Hüllenel.

Paarerzeugung: $\gamma \to e^+ e^-$

1,5 P

b)

Geladene Teilchen stoßen oft & deponieren dabei Energie pro Strecke, die sie zurücklegen

Bethe-Bloch: $-\langle \frac{dE}{dx} \rangle$ beschreibt die mittlere Energie durch Stoßionisation für schwere Teilchen $m > m_e$

1P

Wofür gilt BB-Formel nicht?

Elektronen an Hüllenelektronen sind ununterscheidbar
→ maximaler Energieübertrag halbiert, da gestreutes Teilchen = = Teilchen mit geringerer Energie

c) $-\langle \frac{dE}{dx} \rangle \sim \frac{z^2}{\beta^2}$ $\quad \beta = v/c$

$\sim \frac{(\text{Ladung})^2}{(\text{Geschwindigkeit})^2}$

α-Teilchen haben eine größere Ladungszahl & ist auf Grund seiner höheren Masse bei gleicher Energie langsamer
→ mehr Energie wird ?
⇒ geringere Reichweite

2P

d) Die Bethe-Bloch-Gleichung hat ein Minimum bei $\beta\gamma \approx 3-4$. Teilchen mit dieser Energie deponieren weniger Energie pro Wegstrecke $-\langle \frac{dE}{dx} \rangle = 1-2 \ \frac{MeV\ cm^2}{g}$ (✓)

$V_m = 22{,}4 \frac{L}{mol}$ $\quad M_m = 18{,}2\ g/mol$ $\quad \rho = \frac{M_m}{V_m}$
$= 0{,}9 \cdot 10^{-3} \frac{g}{cm^3}$ (✓)

$dx = \rho ds = 0{,}9 \cdot 10^{3} \frac{g}{cm^3} \cdot 2cm = 18 \cdot 10^{3} \frac{g}{cm^3}$

?⇒ $E_{dep} = 18 - 3{,}6\ GeV$ f $\quad E_{EiP} = 36\,eV$

⇒ $N = \frac{E_{dep}}{E_{EiP}} = (0{,}5 - 1) \cdot 10^{8}$ f

Richtige Spannung muss eingestellt werden

→ zu klein: Rekombination

zu groß: Ionisation

1P

BRUNNEN

Aufgabe 2 4P

a) $-\left\langle \frac{dE}{dx} \right\rangle = \alpha \frac{Z}{A} \cdot \frac{z^2}{\beta^2} \cdot (5 - \frac{\delta}{2})$ (✓) $\frac{\delta}{2} = 0$

$E = \frac{1}{2} m v^2 \iff v = \sqrt{2E/m} \Rightarrow \beta^2 = \frac{2E}{mc^2}$

$dx = \rho\, ds$ ✓

$\Rightarrow -\left\langle \frac{dE}{ds} \right\rangle = \alpha \cdot \frac{Z}{A} \cdot \frac{z^2}{\beta^2} \cdot 5 \cdot \rho = \frac{\alpha Z z^2}{2EA} \cdot mc^2 \cdot \rho \cdot 5 = 45{,}1 \ \frac{\text{MeV}}{\text{cm}}$

$R_i = E_i \cdot \frac{1}{-\left\langle \frac{dE}{ds} \right\rangle} = \frac{1}{10} \frac{m_i v_i^2 \beta_i}{\alpha Z \rho \cdot z_i^2} = \frac{1}{10} \cdot \frac{v_i \beta_i}{\alpha Z \rho} \cdot \frac{m_i}{z_i^2}$

f → Integrieren! 2P

Einsetzen: $R_p = 0{,}44\,\text{cm}$ ff

b) $\frac{R_1}{R_2} = \frac{m_1 z_2^2}{m_2 z_1^2}$, da $\frac{1}{10} \frac{v_i \beta_i}{\alpha Z \rho}$ für R_1 & R_2 gleich ist (beide Teilchen haben gleiches v)

?

↳ etwas kurz 1P

c) $z_\alpha^2 = 4 \quad m_\alpha = 4 m_p \Rightarrow R_p = R_\alpha$

$0.44 \cdot \frac{3727}{4 \cdot 938} = 0{,}437\ \text{cm}$ ff (✓) 1P

$\sum 9{,}5$

$R = -\int_{E_{max}}^{0} \left\langle \frac{dx}{dE} \right\rangle \cdot \frac{1}{\rho}\, dE = \ldots = \frac{27}{13} \frac{1}{0{,}307 \cdot 2{,}7 \cdot 5} \frac{\text{cm}}{\text{MeV}} \cdot \frac{2}{mc^2} \cdot \int_0^{E_{max}} E\, dE = \ldots = 7{,}137\ \text{mm}$