10

0

Reichweite von Alpha-Strahlung p | 0.155 0.25 0.35 0.415 0.45 0.483 0.517 0.533 0.55 0.567 36.2 35.9 10.5 35.5 36.0 35.3 34.5 30.4 16.6 4.8 1.7 a) $x_0 = 6$ cm; $x = px_0$ p | 0.155 | 0.25 | 0.35 | 0.415 | 0.45 | 0.483 0.517 0.533 0.55 0.567 0.583 36.2 35.5 36.0 35.9 34.5 16.6 10.5 4.8 35.3 30.4 1.7 0.93 2.9 3.3 X 1.5 2.1 2.49 2.7 3.1 3.2 3.4 3.5 30 $\mathbf{z} \underbrace{\frac{\mathbf{z}}{\mathbf{z}}}_{\mathbf{z}} 20$ 10 Messwerte 0 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 $x_{eff} \ (cm)$ Messwerte 30 $f(x) \propto (1 + e^{-2kx})^{-1}$ $\mathbf{z} \\ \mathbf{z} \\ 20$

2.0

x_{eff} (cm)

1.5

1.0

 $R_{\alpha} = 3.43 \text{ cm}$

2.5

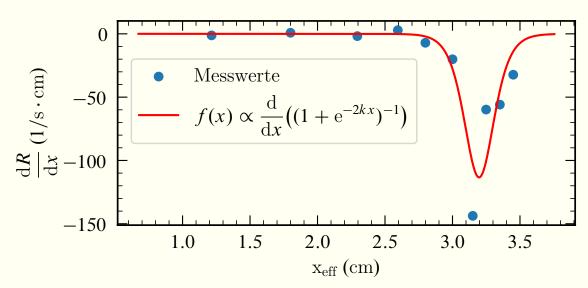
3.0

3.5

Fitfunktion als angepasste Heaviside Funktion [1] scheint recht gut zu passen. $f(R_{\alpha}) \stackrel{!}{=} \frac{f_{\max}}{10} \implies R_{\alpha} = 3.43 \text{ cm}$

$$R_{\alpha} = 0.31 \left(\frac{E_{\text{kin}}}{1 \text{ MeV}} \right)^{3/2} \text{ cm} = 3.43 \text{ cm}$$

$$E_{\rm kin} = \underline{4.97~{
m MeV}}$$



In blau numerisch differenzierte Werte (über $f'(x_n) = \frac{f(x_{n+1}) - f(x_n)}{x_{n+1} - x_n}$). In rot Ableitung der Fitfunktion aus c). Man erkennt sehr gut, dass bei ca. 3.2 cm ein starker Fall ist, was physikalisch bedeutet, dass bei dieser Entfernung die α -Teilchen ihre Energie deponieren.

Bethe-Bloch-Formel

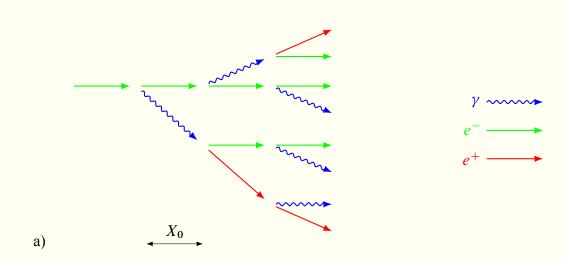
```
= 2 * u"GeV" | 2 GeV
d = 1 * u"cm" | 1 cm
\rho = 2.7 * u"g/cm^3" 2.7 g cm^-3
Zal = 13 | 13
Aal = 26.98 * u"g/mol" | 26.98 g mol^-1
mα = 3727.4 * u"MeV/c^2" | 3727.4 MeV c^-2
mp = 938.3 * u"MeV/c^2" | 938.3 MeV c^-2
md = 1875.6 * u"MeV/c^2" | 1875.6 MeV c^-2
Za = 2 2
Zp = 1 1
Zd = 1 1
I(Z) = 16*Z^0.9 * u"eV"
gamma(m, T) = T/(m*c_0^2) + 1
beta(m, T) = sqrt(1 - 1/gamma(m, T)^2)
k = 1/(4\pi^*\epsilon_0)^2 * (4\pi^*e^4/(m_e^*\epsilon_0^2)) * N_A * \rho * Zal/Aal | 6.4005887402183545e-18 C^4 s^2 F^-2 kg^-1 cm^-3
dE(m, T, Z) = k * (log(2 * m_e * c_0^2 * beta(m, T)^2 * gamma(m, T)^2/I(Z)) - beta(m, T)^2)
Ea = dE(ma, T, Za) * d |> u"MeV" | 4.063901453508626 MeV

Ep = dE(mp, T, Zp) * d |> u"MeV" | 4.93059955054809 MeV

Ed = dE(md, T, Zd) * d |> u"MeV" | 4.587616861209597 MeV
E_{\alpha} = 4.06 \text{ MeV}; \quad E_{p} = 4.93 \text{ MeV}; \quad E_{d} = 4.59 \text{ MeV}
                10.0
                  7.5
                   5.0
                   2.5
                  2.0
                                                  \alpha
                   1.5
                                                  p
                                                  d
      0.1 \, \frac{\zeta}{\zeta}
       \overline{E}
                  0.5
                                                                                                                                                     10^{6}
                              10^{0}
                                                  10^1
                                                                      10^{2}
                                                                                         10^{3}
                                                                                                             10^{4}
                                                                                                                                 10^{5}
                                                                                   T \text{ (MeV)}
```

Nein, aufgrund der geringen Masse ist Bremsstrahlung bei Elektronen weitaus dominanter als Ionisierungsprozesse.

Elektromagnetische Teilchenschauer



b)

$$E_{n \cdot X_0} = \frac{E_0}{2^n}$$

$$X_{\text{max}} = \frac{\ln\left(\frac{E_0}{E_c}\right)}{\ln(2)} X_0$$

$$N_n = N_{n-1} + 2N_{n-2} = \frac{\frac{2}{3}2^n + \frac{1}{3}(-1)^n}{2^n}$$

c) $E_c = 84 \text{ MeV}$; $E_1 = 1 \text{ TeV}$; $E_2 = 10^8 \text{ TeV}$

$$X_1 = \frac{3}{2} \frac{\ln\left(\frac{E_1}{E_c}\right)}{\ln(2)} X_0 = \underline{\underline{20.31X_0}}$$

$$X_2 = \frac{3}{2} \frac{\ln\left(\frac{E_2}{E_c}\right)}{\ln(2)} X_0 = \underline{\underbrace{60.17X_0}}_{1}$$

d)
$$H_0 = 8 \text{ km}$$
; $X_E = \text{g/cm}^2$; $X_0 = 37.8 \text{ g/cm}^2$

$$X_1 \stackrel{!}{=} X_E e^{-\frac{h}{H_0}}$$

$$X_1 \stackrel{!}{=} X_E e^{-\frac{h}{H_0}}$$

$$\Rightarrow h = -\ln\left(\frac{X_1}{X_E}\right) H_0 = \underline{2.35 \text{ km}}$$

$$X_2 \stackrel{!}{=} X_E e^{-\frac{h}{H_0}}$$

$$\Rightarrow h = -\ln\left(\frac{X_2}{X_E}\right)H_0 = \underline{-6.34 \text{ km}}$$

e)
$$h = 575 \text{ m}$$

$$X_{\text{max}} = \frac{\ln\left(\frac{E_0}{E_c}\right)}{\ln(2)} X_0 \stackrel{!}{=} X_E e^{-\frac{h}{H_0}}$$

$$E = 2E_c \exp(2X_E/3X_0 \exp(-h/H_0)) = \underline{10.32 \text{ TeV}}$$