

$$Q^2 = -q^2 = x \cdot 2\vec{p}\vec{q} = x \cdot 2y\vec{p}\vec{k}$$

$$s = k^2 + 2\vec{p}\vec{k} + p^2 \Rightarrow 2\vec{p}\vec{k} = s - k^2 - p^2 \Rightarrow Q^2 = xy(s - k^2 - p^2)$$

$$Q^2 = -q^2 = -(k - k')^2 = 2kk' = 2EE_e - |k||k'| \cos(\theta_e) \\ = 2EE_e(1 + \cos(\theta_e)) = 2 \cdot 27,56 \text{ eV} \cdot 16,66 \text{ eV} \cdot (1 + \cos(39,3^\circ)) = 2679 \text{ eV}^2$$



$$\frac{b}{\sin(\theta_e)} = \frac{c}{\sin(\theta_e + 30^\circ)}$$

$$b = \sin(\theta_e) \frac{c}{\sin(\theta_e + 30^\circ)}$$

$$b = \sin(\theta_e) \frac{4}{\sin(30^\circ)}$$

$$b = \sin(\theta_e) \frac{4}{0.5}$$

$$b = 8 \sin(\theta_e)$$

$$\Rightarrow x = \frac{26196 \text{ V}^2}{229256 \text{ V}^2} = 0,1146 \quad \checkmark$$

a) $q_s(x) = \cancel{u_s(x)} = \cancel{u_s(x)} = u_s(x) = \bar{u}_s(x) = d_s(x) = \bar{d}_s(x) = s_s(x) = \bar{s}_s(x)$

$$F_2^{e,p} = x \left(\frac{4}{9} (u_v + u_s + \bar{u}_s) + \frac{7}{9} (d_v + d_s + \bar{d}_s + \frac{2}{3} \bar{s} + \bar{s}_s) \right) = x \left(\frac{4}{9} u_v + \frac{7}{9} d_v + \frac{72}{9} q_s \right)$$

$$\begin{aligned} b) \quad \int_0^1 F_z^{(1)} dx = 0,18 &= \int_0^1 x \left(\frac{4}{9} u_v + \frac{7}{9} d_v \right) dx = \frac{4}{9} \int_0^1 x u_v dx + \frac{7}{9} \int_0^1 x d_v dx \\ \int_0^1 F_z^{(2)} dx = 0,12 &= \int_0^1 x \left(\frac{4}{9} d_v + \frac{7}{9} u_v \right) dx = \frac{4}{9} \int_0^1 x d_v dx + \frac{7}{9} \int_0^1 x u_v dx \\ \Rightarrow \int_0^1 x d_v dx &= 9(0,18 - \frac{4}{9} \int_0^1 x u_v dx) \\ \Rightarrow 0,12 &= 4(0,18 - \frac{4}{9} \int_0^1 x u_v dx) + \frac{7}{9} \int_0^1 x u_v dx \Rightarrow \int_0^1 x u_v dx = \frac{0,12 - 4 \cdot 0,18}{(7-16)/9} = 0,36 \\ \Rightarrow \int_0^1 x d_v dx &= 9(0,18 - \frac{4}{9} \cdot 0,36) = 0,18 \end{aligned}$$

Die Integrale geben die Wahrscheinlichkeit an, dass das entspr. Quark (u, d) den Impuls des Teilchens trägt. Durch Statistik lässt sich das Ergebnis dahingehend deuten, dass der Gesamtimpuls in diesem Anteil an das entsprechende Quark aufgeteilt wird. Also hier $\frac{1}{3} \cdot 36\%$ des Gesamtimpuls beim up, $\frac{1}{3} \cdot 18\%$ beim down-Quark.

c) $\int_0^1 F_z^{v,N} dx = \int_0^1 x u_v dx + \int_0^1 x \lambda_v dx = 0,54$ nein, nicht durch Seequerschnitt

Die restlichen 46% des Impulses werden durch see-Quasars gebildet.
Daher ist die Näherung hier nicht angemessen. generelle Wert ist 0,5

d) $\frac{F_2^{n,c}}{F_2^{p,c}} \xrightarrow{x \rightarrow 0} 1 \Rightarrow$ sea quarks dominieren in Impulsverteilung.

$\frac{F_{2,e}^{n,p}}{F_{2,e}^{p,e}} \xrightarrow{x \rightarrow 1} \frac{1}{4} \Rightarrow$ Quark mit Gewichtung $\frac{4}{9}$ dominiert
 $\Rightarrow$ Proton: up-Quark
 $\Rightarrow$ Neutron: down-Quark

$$c) \int_0^1 \sum_i x q_i(x) dx = 1$$

$\Rightarrow$ Summe aller Quarkimpulse entspricht Gesamtimpuls. Nicht wie exp. beobachtet.

$$\int_0^1 (u(x) - \bar{u}(x)) dx = 2$$

$\Rightarrow$ Ungewichtete Wahrscheinlichkeitsdichten Fläche zwischen Auftretswahrscheinlichkeitsdichten von u und $\bar{u}$ entspricht 2.

$\Rightarrow u$ und $\bar{u}$ kommen unterschiedlich häufig vor.

$$\int_0^1 (s(x) - \bar{s}(x)) dx = 0$$

$\Rightarrow$ wie $\int_0^1 (u(x) - \bar{u}(x)) dx$, nur ist hier keine Fläche eingeschlossen. Fläche? also Wertes Integrals?

$\Rightarrow s$ und $\bar{s}$ sind gleich häufig.

(v)

Aufgabe 2) $G_E(Q^2), G_M(Q^2)$ durch $F_1(Q^2), F_2(Q^2)$ ausdrücken
durch vergleichen:

$$(1) \frac{dG}{dQ^2} / \frac{dG}{dQ^2_{\text{Mohr}}} = F_1^2 - \left(\frac{q}{2M} F_2\right)^2 - \frac{q^2}{2M^2} F_1 F_2 \left[\frac{8M^2}{4M^2 - q^2} + \left(\frac{F_1}{F_2} + \frac{2F_1 + F_2}{F_1}\right) \cdot \tan^2\left(\frac{\theta}{2}\right) \right]$$

Vergleich mit (Script): $\frac{dG}{dQ^2} / \frac{dG}{dQ^2_{\text{Mohr}}} = \frac{G_E^2(Q^2) + \gamma G_M^2(Q^2)}{1 + \gamma} + 2\gamma G_M^2(Q^2) \tan^2\left(\frac{\theta}{2}\right)$

mit $Q^2 = -q^2$ und $\gamma = \frac{Q^2}{4M^2}$ mit $c=1$

$$\text{aus (1)} \Rightarrow F_1^2 - \frac{q^2}{4M^2} F_2^2 - \frac{q^2}{2M^2} F_1 F_2 \left[\frac{2}{1 - \frac{q^2}{4M^2}} + \left(\frac{F_1^2 + F_2(2F_1 + F_2)}{F_1 F_2}\right) \cdot \tan^2\left(\frac{\theta}{2}\right) \right]$$

$$= F_1^2 + \gamma F_2^2 + 2\gamma F_1 F_2 \left[\frac{2}{1 + \gamma} + \left(\frac{F_1^2 + 2F_1 F_2 + F_2^2}{F_1 F_2}\right) \tan^2\left(\frac{\theta}{2}\right) \right]$$

$$= F_1^2 + \gamma F_2^2 + \frac{4\gamma F_1 F_2}{1 + \gamma} + 2\gamma F_1 F_2 \cdot \frac{(F_1 + F_2)^2}{F_1 F_2} \tan^2\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$= \frac{(1 + \gamma)F_1^2 + (1 + \gamma)F_2^2 + 4\gamma F_1 F_2}{1 + \gamma} + 2\gamma (F_1 + F_2)^2 \tan^2\left(\frac{\theta}{2}\right) \quad \left| \begin{array}{l} G_M = F_1 + F_2 \\ \text{im ersten Summanden} \\ \gamma G_M^2 \text{ heraus-} \\ \text{rechnen} \end{array} \right.$$

$$= \frac{F_1^2 + \gamma F_1^2 + F_2^2 + \gamma F_2^2 + 2\gamma F_1 F_2 + 2\gamma F_1 F_2}{1 + \gamma} + 2\gamma (F_1 + F_2)^2 \tan^2\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$= \frac{[F_1^2 + 2\gamma F_1 F_2 + \gamma F_2^2] + [\gamma F_1^2 + 2\gamma F_1 F_2 + \gamma F_2^2]}{1 + \gamma} + 2\gamma \underbrace{(F_1 + F_2)^2}_{G_M} \tan^2\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$= \frac{[F_1 + \gamma F_2]^2}{1 + \gamma} + \gamma \frac{[F_1^2 + 2F_1 F_2 + F_2^2]}{1 + \gamma} + 2\gamma (F_1 + F_2)^2 \tan^2\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$= \frac{\underbrace{[F_1 + \gamma F_2]^2}_{G_E}}{1 + \gamma} + \gamma \frac{\underbrace{[F_1^2 + 2F_1 F_2 + F_2^2]}_{G_M}}{1 + \gamma} + 2\gamma (F_1 + F_2)^2 \tan^2\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

mit $G_E = (F_1 + \gamma F_2)$ und $G_M = F_1 + F_2$ ✓