

Aufgabe 1

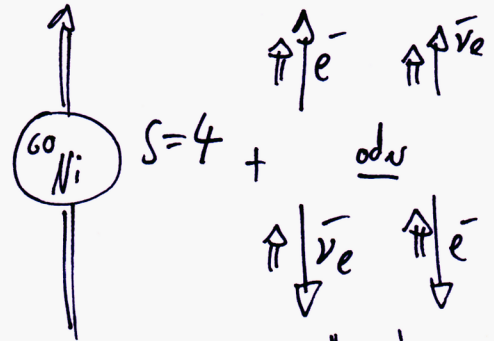
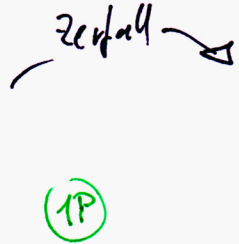
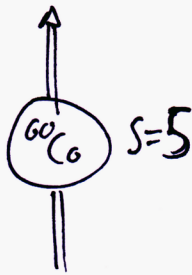
	B	L	I	S	C	P	T	P	E	J
stark	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
em	✓	✓	X*	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
schwach	✓	✓	X	X	X	X	X	✓	✓	✓

Jeder Fehler: -1P bis 0P

* Dieses Feld wurde nicht gewertet da zwar I nicht erhalten ist I₃ aber schon.

Aufgabe 2

\vec{B}



2P

(\uparrow : Spin, \uparrow : Impuls)

Wird nicht beobachtet

Anti- ν : rechtshändig } in der schwachen WW
 ν : linkshändig }

(1P)

Aufgabe 3

$$S = -1 \Rightarrow 1 \times s\text{-Quark}$$

$$I = 1 \Rightarrow 2 \times u/d\text{-Quarks}$$

$$q = 0 \Rightarrow uds$$

} (1P)

$$\Sigma^0 [uds]$$

$$I_3 = 0$$

$$q = 0$$

$$\Sigma^+ [uus]$$

$$I_3 = +1$$

$$q = +1$$

$$\Sigma^- [dds]$$

$$I_3 = -1$$

$$q = -1$$

} Triplett

(2P)

$$\Lambda^0 [uds]$$

$$I = 0$$

$$I_3 = 0$$

Singlett

(1P)

$\Sigma^0 \rightarrow \Lambda^0 + \gamma$ ist elektromagnetisch

(1P)

hadronisch?

$$\rightarrow \Delta m = m(\Sigma^0) - m(\Lambda^0) = 74 \text{ MeV}/c^2$$

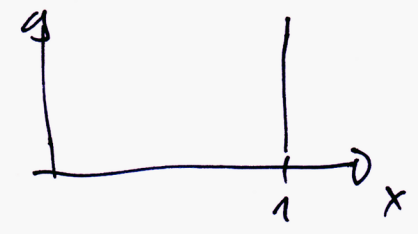
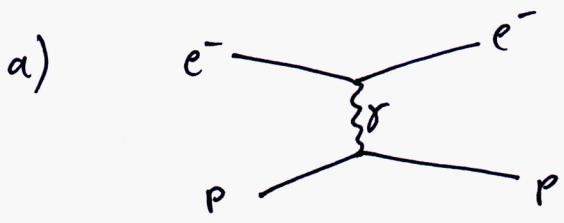
(0,5P)

reicht nicht um weitere Hadronen zu produzieren. Leichtestes Hadron: π^0 mit $135 \text{ MeV}/c^2$.

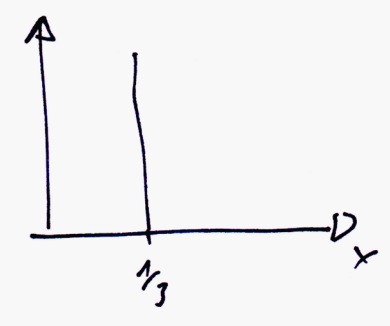
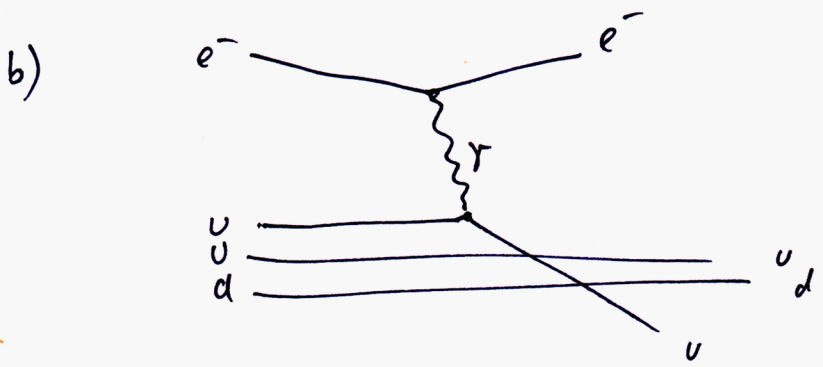
\rightarrow Stragness muss erhalten bleiben!

(0,5P)

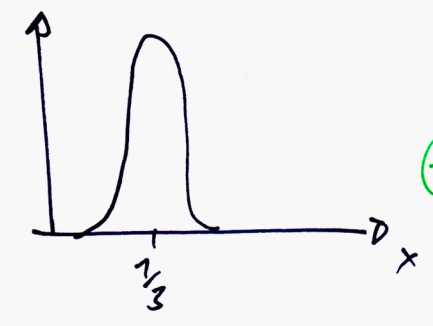
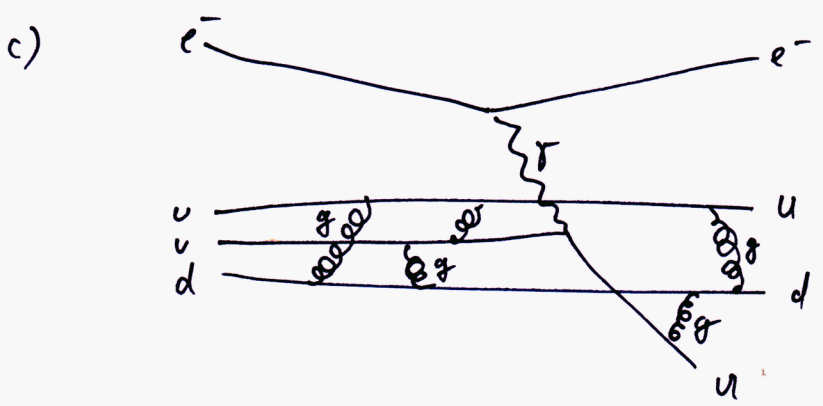
Aufgabe 4



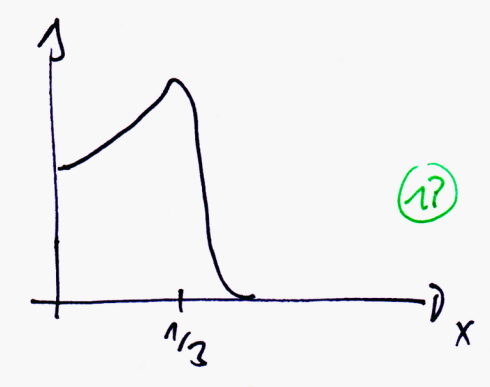
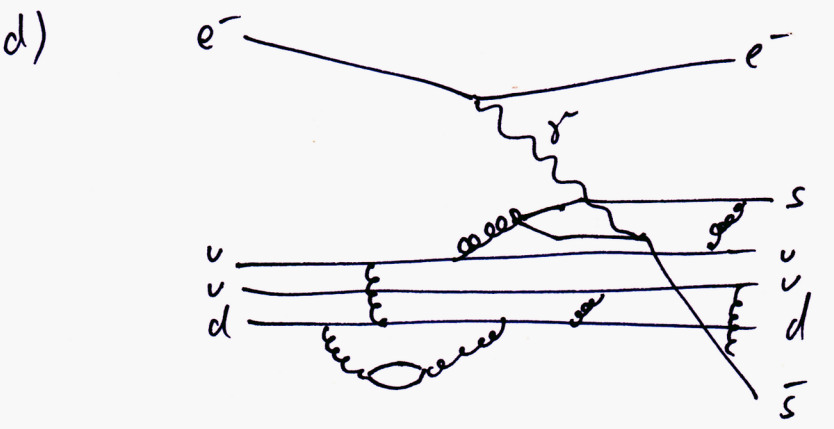
(1P)



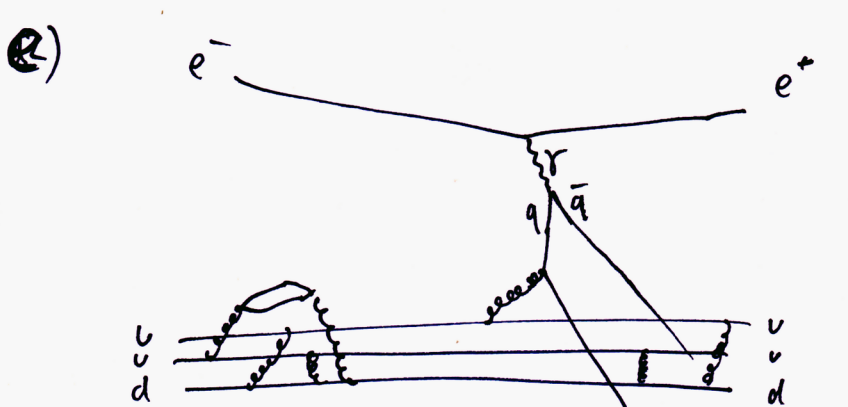
(1P)



(1P)



(1P)



(1P)

Aufgabe 5

$$\Delta^{++} \rightarrow p + \pi^+$$

$$S = \frac{3}{2} \quad S = \frac{1}{2} \quad S = 0$$

$$\Rightarrow L(p\pi^+) = 1 \text{ oder } L(p\pi^+) = 2$$

} (2P)

$$P(\Delta^{++}) = +1 \quad P(p) = +1 \quad P(\pi^+) = -1 \quad (\text{gegeben})$$

$$P(p\pi^+) = P(p)P(\pi^+) (-1)^{L(p\pi^+)} = - (-1)^{L(p\pi^+)} = P(\Delta^{++}) = +1$$

$$\Rightarrow L(p\pi^+) = 1 \quad (1P)$$

Aufgabe 6

a) $n[uudd] \rightarrow p[uud] + \bar{e} + \bar{\nu}_e$ (1P)

nicht möglich, da $m(n) - m(p) < m(\bar{e})$, Energieerhaltung

b) $p[uud] \rightarrow n[uudd] + e^+ + \nu_e$ (1P)

- frei: nicht möglich, wegen Energieerhaltung

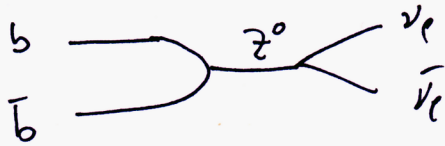
- Nukleonen gebunden in Kernen können durch Schalenstruktur Zerfall ermöglichen: β^+ -Zerfall, schwache WW



c) $\Upsilon[b\bar{b}] \rightarrow \nu_e + \bar{\nu}_e$

(1P)

schwache WW:



Dieser Zerfall ist zwar existent, kann aber wegen des "unsichtbaren" Endzustandes nicht beobachtet werden.

d) $\psi[cc] \rightarrow t + \bar{t}$

(1P)

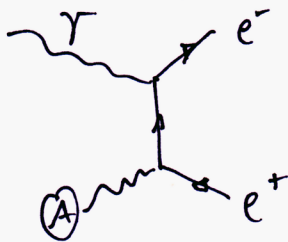
nicht möglich da $m(\psi) \ll 2 \times m_t$
 \Rightarrow Energieerhaltung

e) $\gamma \rightarrow e^+ + e^-$

frei: nicht möglich wegen Impulserhaltung!

(1P)

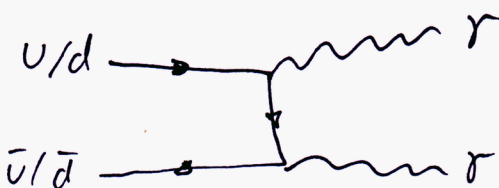
Aber im Feld von Kernen:



elektromagnetische
 Paarerzeugung im
 Kernfeld.

f) $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$

(1P)



elektromagnetisch

g) $p\bar{p} \rightarrow u\bar{u}$

nicht möglich, da Baryonenzahl-Verletzung

(1P)

h) $Z^0 \rightarrow \mu^+ + e^-$

(1P)

Leptonenfamilienzahl-Verletzung \Rightarrow nicht möglich

Anfangszustand: $L_e = 0 \quad L_\mu = 0$

Endzustand: $L_e = 1 \quad L_\mu = -1$

Möglich wäre (durch Überlagerung von schwacher und elektromagnetischer WW): $Z^0 \rightarrow \mu^+ + \mu^-$ oder $Z^0 \rightarrow e^+ + e^-$

Aufgabe 7

a) β -Zerfall:

- $\Delta m = m_n - m_p$

- Coulomb-Term: $a_c \frac{Z^2}{A^{1/3}}$

- Asymmetrie-Term: $a_a \frac{(A-2Z)^2}{4A}$

- Paarungsterm: $\delta A^{-1/2}$
(da δ ändert!)

(0.7P)

(0.5P)

(0.5P)

(0.5P)

b) Kernspaltung: $\Delta E = M(A, Z) - 2 \cdot M\left(\frac{A}{2}, \frac{Z}{2}\right) > 0$

- Surface Term: $a_s A^{2/3}$

- Coulomb Term: $a_c \frac{Z^2}{A^{1/3}}$

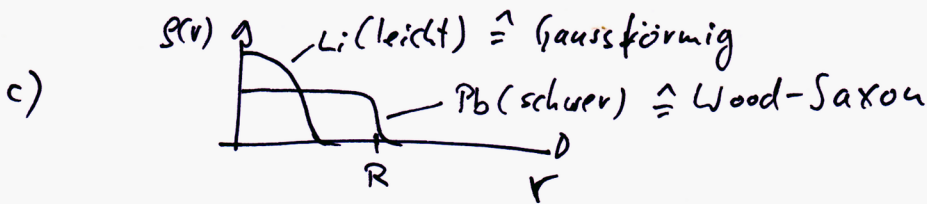
- Paarungsterm: $\delta \cdot A^{-1/2}$

(0.5P)

(0.5P)

(0.5P)

(0.5P)



(1P)

d)

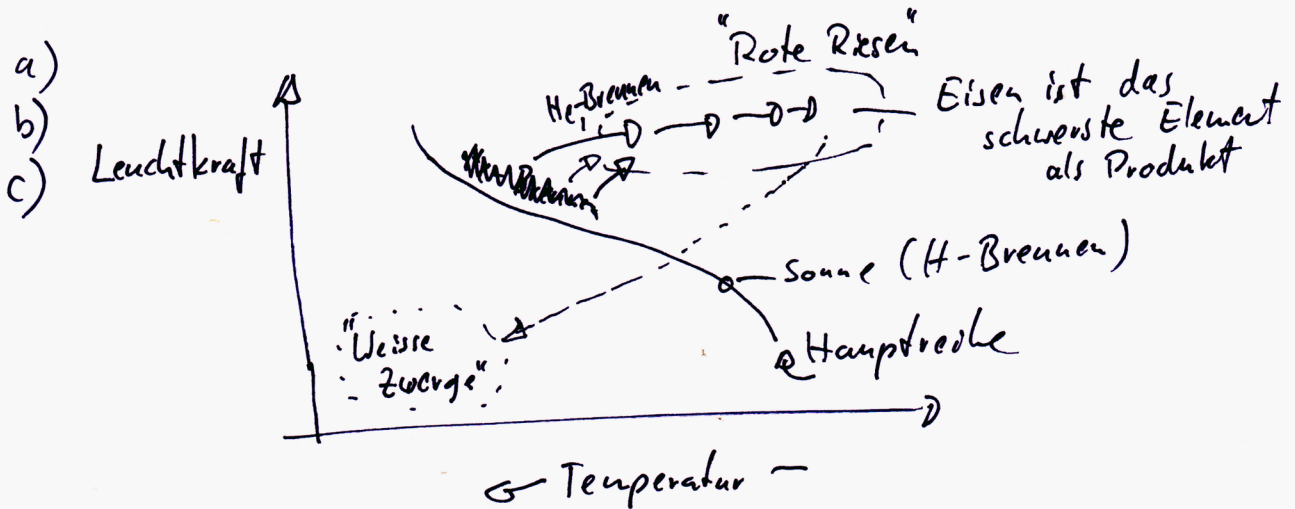
$$R = a \cdot A^{1/3}$$

=> Nukleondichte $\rho = \frac{A}{V} = \frac{A}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{A}{\frac{4}{3}\pi a^3 A} = \frac{3}{4\pi a^3}$

= const.

(1P)

Aufgabe 8



(oder Farbe, Frequenz, B-V, ...)

Achsen: (1P) Hauptreihe + Sonne: (1P) Sonne: H-Brennen
Evolution, R-R, W-Z ... : (2P) Sonnennasse liegt im Mittelfeld.

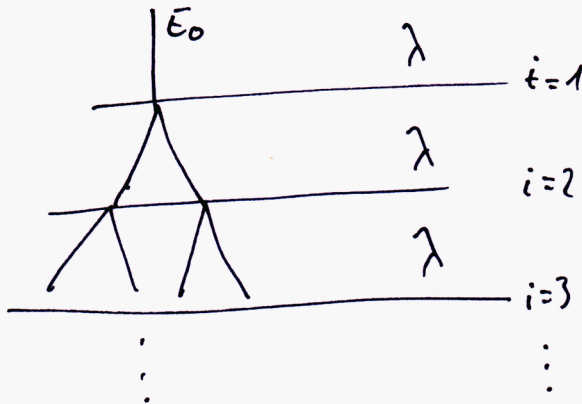
d) Eisen ist das schwerste durch Kernfusion mit Energiegewinn zu erzeugende Element. $\hat{=}$ Im Eisen ist die Bindungsenergie der Nukleonen maximal. (0.5P)

e) Alle schwereren Elemente jenseits Eisen können nur in Supernova Explosionen erzeugt werden. (1P)

Aufgabe 9

$$\lambda = \ln 2 \cdot X_0$$

(1P)



(1P)

$$N_i = 2^i$$

$$E_i = E_0 / N_i$$

(1P)

Abbruch der Kaskade:

$$E_i = E_c \Rightarrow N_{\max} = \frac{E_0}{E_c}$$

(1P)

$$N_{\max} = \frac{E_0}{E_c} = N_{i_{\max}} = 2^{i_{\max}} \Rightarrow i_{\max} = \ln \frac{E_0}{E_c} / \ln 2$$

(1P)

$$X_{\max} = \lambda \cdot i_{\max} = X_0 \ln \frac{E_0}{E_c}$$

(1P)

Aufgabe 10

$$E_{\text{cmB}} = h \cdot \frac{c}{\lambda_{\text{cmB}}} = 5 \cdot 10^{-16} \text{ eVs} \cdot \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,15 \cdot 10^{-3} \text{ m}} = 10^{-3} \text{ eV}$$

(1P)

$p_0 \rightarrow \text{cmB}$ Frontal-kollision

$$S = (p_p + p_r)^2 = p_p^2 + p_r^2 + 2 p_p p_r = m_p^2 + 2 p_p p_r$$

$\underbrace{p_p^2}_{=m_p^2} \quad \underbrace{p_r^2}_{=0}$

$$= m_p^2 + 2 (\bar{E}_p \bar{E}_r + \underbrace{\vec{p}_p \vec{p}_r}) = m_p^2 + 2 (E_p E_r + \sqrt{E_p^2 - m_p^2} \bar{E}_r)$$

$= -|\vec{p}_p| |\vec{p}_r|$ mit Geometriefaktor: $\cos \theta = -1$

$$\approx m_p^2 + 4 E_p E_r \quad \text{mit } E_p \gg m_p \Rightarrow m_p = 0 \quad (1P)$$

Im Endzustand

$$S = (p_p + p_{\pi})^2 = p_p^2 + p_{\pi}^2 + 2 p_p p_{\pi} = m_p^2 + m_{\pi}^2 + 2 m_p m_{\pi}$$

mit $|\vec{p}_p| = |\vec{p}_{\pi}| = 0$

$$\approx m_p^2 + 2 m_p m_{\pi} \quad \text{mit } m_p m_{\pi} \gg m_{\pi}^2 \Rightarrow m_{\pi}^2 = 0 \quad (1P)$$

Damit gilt insgesamt:

$$m_p^2 + 4 E_p E_r = m_p^2 + 2 m_p m_{\pi}$$

$$\Rightarrow E_p = E_{\text{GZK}} = \frac{m_p m_{\pi}}{2 E_r} = \frac{m_p m_{\pi}}{2 E_{\text{cmB}}} = \frac{126630 \cdot 10^{12} \text{ MeV}^2}{2 \cdot 10^{-3} \text{ eV}}$$

$$\approx 6,3 \cdot 10^{19} \text{ eV}$$

(1P)