

Hinweis

Die vorliegende Lösung wurde im Rahmen der jeweiligen Lehrveranstaltung an der Universität Bonn erstellt. Sofern im oberen Teil der ersten Seite oder auf der unten angegebenen Webseite nicht anders vermerkt, wurde diese Lösung von mir, Marvin Zanke, alleine angefertigt und eingereicht. Bei allem in einer anderen Farbe als dem üblichen Blau handelt es sich in der Regel um Korrekturen von mir oder des Tutors. Für mehr Informationen und meine gesamten Unterlagen, siehe:

<https://www.physics-and-stuff.com/>

Ich erhebe keinen Anspruch auf Richtigkeit und Vollständigkeit der vorliegenden Lösungen! Dies gilt ebenso für obengenannte Korrekturen.

Dieses Werk von [Marvin Zanke](#) ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung – Nicht-kommerziell – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz](#).

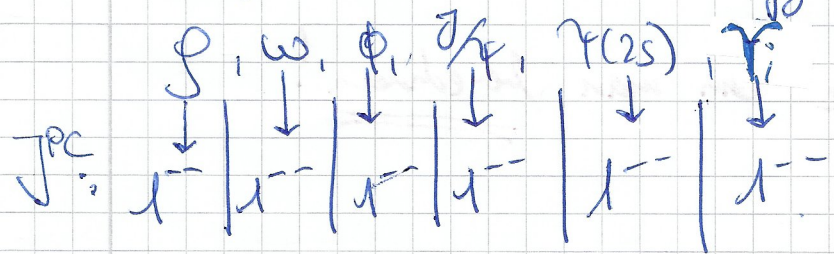
1. $\sigma_{h \rightarrow \pi^0}$ bedeutet, dass genügend invariante Masse vorhanden ist, um ein Hadron aus e^+e^- zu erzeugen. Dies erwarten wir etwa für $\sqrt{s} = 2m_{\pi^0}$ (π -Meson).



\hookrightarrow ja, nicht $\sqrt{s} = 2m_{\pi^0}$ oder sondern wir $\sqrt{s} = (m_{\pi^+} + m_{\pi^-}) > 2m_{\pi^0}$

im Prinzip richtig, aber...

2. Alle Teilchen (Resonanzen) bis auf das Z -Boson bei $\approx 91 \text{ GeV}$ sind aus stark-w.w. (Quarks) aufgebaut, d.h. dass



also alle J^{PC} gleich, was auch logisch ist, denn alle Teilchen entstehen aus e^+e^- . Dementsprechend muss $P = P_{e^+} \cdot P_{e^-} = -$ sein.



Für J kommt in Frage: $\frac{1}{2} - \frac{1}{2} = 0$ und $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$

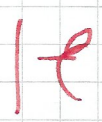
und dann noch $S_{e^+e^-} + L$

und für C -Parität: $2 \rightarrow$ für Fermion $(-1)^{L+S}$ - Antifermion

aber besser wäre das virtuelle Photon argumentieren, dass hoch nämlich durch $J^{PC} = 1^{--}$

3. Die Kante liegt bei knapp $4 \text{ GeV} = \sqrt{s}$.

diese Resonanzen sollen gar nicht zweifach entstehen.



Das heißt, dass das J/ψ , $\psi(2S)$ und Υ erst ab der Kante zweifach entstehen können.



ρ, ω, ϕ können bereits vorher zweifach entstehen.

4. Stufe etwa bei $4 \text{ GeV} = \sqrt{s}$; $R \approx 4$

Ab dieser Energie steigt das Verhältnis $R = \frac{d\sigma}{ds}$ schlagartig von etwa $R=2$ auf $R=4$ an. Begründen kann man dies

dadurch, dass ab dieser Energie genug Mann zur Verfügung steht, um mehr neue Zerfallskanäle für das e^+e^- in Betracht zu ziehen, sodass der Zerfall in Hadronen dann für $\mu^+\mu^-$ überlegen ist, Bspw. hat man hier auch genug Energie für ein Hadron mit EINEM Bottom-Quark.

↳ aber ein B-Meson hat Masse $> 5 \text{ GeV}$

↳ dann brauche ich zwei B-Mesonen, da ich nur 5 erzeugen kann, also $> 10 \text{ GeV}$ ✓

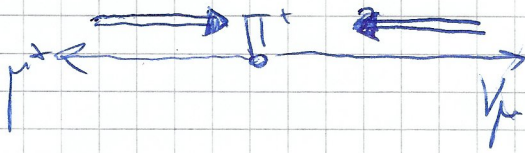
die Stufenhöhe kann man berechnen!

0.5

Nr. 2



Da das ν_μ als Teilchen linkshändig sein muss, folgt:



denn das π^+ hat $J^P = 0^-$,
also Spin-Erhaltung?

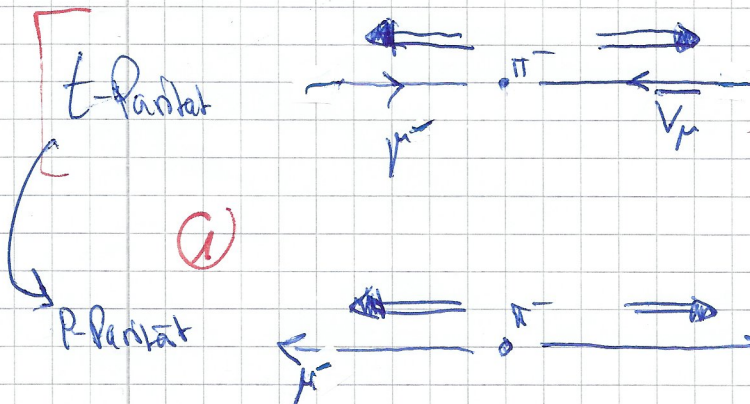
Wendet man nun den
C-Operator an, so ergibt sich:



und Impulse
wobei die Spins hier erhalten
bleiben.

Nun haben wir ein linkshändiges Antineutrino, welches nach
der P-Paritätsverletzung nicht an das W-Boson koppeln, sodass
dieser Zerfall nicht erlaubt ist. Die C-Parität ist also offenbar
maximal verletzt. ✓ (2)

2. Nach Zeitumkehr auf (*) erhalten wir:
und Raumumkehr



da dieser
Schritt könnte man
hier auch weglassen,
ihm hat PT als erhaltene
Größe, und wäre es wenn PC
linkshändiges Antineutrino

3: maximal verletzt!

Anzahl 1-β für die jeweils andere Händigkeit!

(1)

Nr. 4

Wir rechnen den theoretischen erwarteten Wert für $\beta = \frac{v}{c_0}$ aus, und vergleichen diesen mit dem über den Abstrahlwinkel

④ θ der Wellenfront ermittelten - β des gemessenen Teilchens.

$$\beta = \frac{p}{E} = \frac{p}{\sqrt{m^2 + p^2}}. \text{ Dazu muss dann die Schwellenbedingung } \beta > \frac{1}{n} \text{ gegeben sein.}$$

Material	$\frac{1}{n}$	Teilchen	$\beta_{\text{theor.}}$
Aerogel	0,97560	e^+	0,9999999991
Ar-Ne	0,99981	π^+	0,9999319514
Neopentan	0,998303	K^+	0,9991548674
Neon	0,999334	Proton	0,9969589149

Proton: keine Cherenkov-Strahlung in Neon, Neopentan und Ar-Ne.

Also nur Cherenkov-Strahlung in Aerogel ✓

K^+ : Cherenkov-Strahlung in Aerogel und Neopentan.

hingegen keine in Ar-Ne und Neon ✓

π^+ : keine Cherenkov-Strahlung in Neon. Sonst in allen

Materialien Cherenkov-Strahlung ✓

e^+ : Sendet in jedem Material Cherenkov-Strahlung aus und

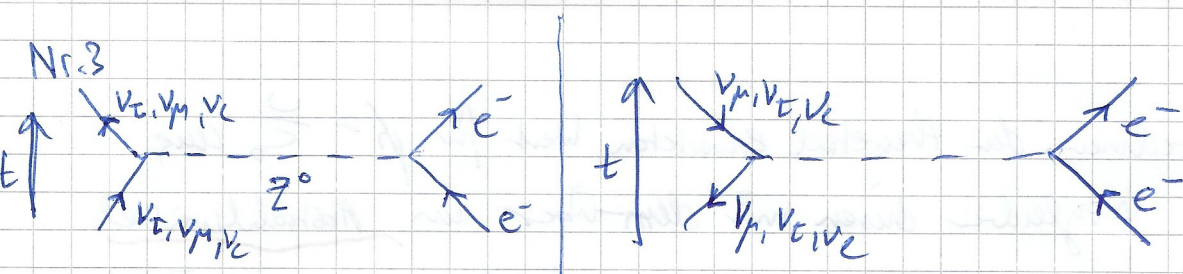
erfüllt somit die Schwellen-Cherenkov-Detektor-Bedingung.

~~alle anderen~~

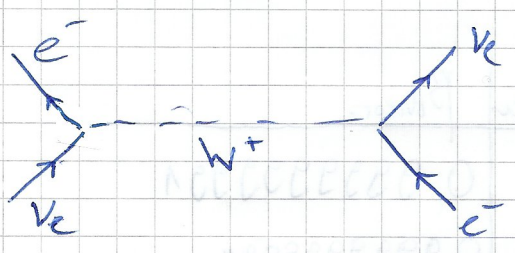
• die anderen Teilchen erfüllen ja auch die Schwellenbedingung, um halt nicht für jedes Material

⑤ die Information, welche Schwellen angelegt haben nicht ob schon

⑥ messen ist ein neuerer Ansatz... und einig kompliziert...

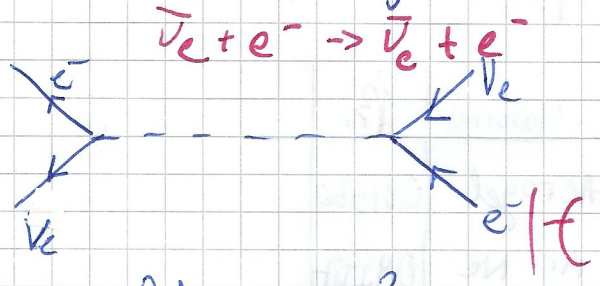


Zusätzlich erhalten wir für Familien-inkohere Streuung 2 Graphen:



$$\nu_e + e^- \rightarrow \nu_e + e^-$$

4.5



$$\bar{\nu}_e + e^- \rightarrow \bar{\nu}_e + e^-$$

geht nicht?

↳ ja, sieht man an der Pfeilkollision... der Graph sieht ein bisschen anders aus

Aufgabe 5

1. $pp \rightarrow ppp\bar{p}$ ✓ starke WW ✓
2. $pp \rightarrow p\bar{p}$ ✗ Baryonenzahl, elektrische Ladung nicht erhalten! ✓
3. $pn \rightarrow ppp$ ✗ Baryonenzahl nicht erhalten ✓
4. $pp \rightarrow pn\pi^+\pi^+\pi^0\pi^0\pi^-\pi^-$ ✓ starke WW ✓ (geht auch schwach?)
5. $J/\psi \rightarrow D^0\bar{D}^0$ ✓ starke WW **16**
6. $p \rightarrow n e^+ \nu_e$ ✓ schwache WW **16**
7. $p\bar{p} \rightarrow \pi^0$ ✓ starke WW **16**

alles linearatisch
verboten...

bestimmt
ja, aber
nur
hab'scherliche
Angaben

(4)

$$m_p < m_n + m_e + m_\nu$$

$$m_{J/\psi} < 2m_D$$

$$E_D^2 = (p_p + p_{\bar{p}})^2 = (p_{\pi^0})^2 = m_{\pi^0}^2$$

$$= (E_p + E_{\bar{p}})^2$$

$$= (\sqrt{m_p^2 + p^2} + \sqrt{m_p^2 + p^2})^2$$

Schwere: $|p| = |p| = 0$

Aufgabe 7

1. $R \rightarrow p\eta$

$$J_p = \frac{1}{2}, J_\eta = 0, \Rightarrow J_R = \frac{1}{2} \checkmark$$

$$R \rightarrow p\pi$$

$$J_p = \frac{1}{2}, J_\pi = 1 \Rightarrow J_R = \left\{ \frac{1}{2}, \frac{3}{2} \right\} \checkmark$$

$$R \rightarrow \Delta\eta$$

$$J_\Delta = \frac{3}{2}, J_\eta = 0 \Rightarrow J_R = \frac{3}{2} \checkmark$$

$$R \rightarrow \Delta\pi$$

$$J_\Delta = \frac{3}{2}, J_\pi = 1 \Rightarrow J_R = \left\{ \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2} \right\} \checkmark$$

2. $J_R = \frac{5}{2}$ nicht möglich, da bei 3 Quarks mit $J = \frac{1}{2}$ (u oder d) maximal $J = \frac{3}{2}$ möglich ist. ✓

(5)

Aufgabe 6

Durch tiefinelastische Streuung am Nukleon sieht man, dass diese eine Substruktur aufweisen. Inhand des Formfaktors stellt man fest, dass die Ladungsverteilung nicht wie z.B. beim e^- punktförmig ist. Desweiteren würde man beim Neutron keine EM Streuung erwarten, woraus man schließen kann, dass geladene Teilchen das Neutron ausmachen. **ja, aber alles "in der" und**

G:

1) - F.F nicht konstant

- Strukturker. bei sehr großem Q^c konstant

→ Konstanten

25/40