

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](#).

N1.1

1) Wir nehmen an, dass $l=0$, da die Wellenfunktionen sich in diesem Fall zum größten Anteil überlagern.

Außerdem gilt $s_e = 1/2$, $s_p = 1/2$ und damit können Elektron und Positron zu $S_3 = 0$ und $S_3 = 1$ koppeln.

Da $P = (-1)^{l+1} = \boxed{-1}$
 $C = (-1)^{l+s} = (-1)^S = \boxed{1} \text{ und } \boxed{-1}$
 $J = l + s = S = \boxed{0} \text{ und } \boxed{1}$

$\rightarrow J^{PC} = \boxed{0^{-+}} \text{ und } \boxed{1^{--}} \checkmark$

Diese können wir allerdings ausschließen, da der Zerfall über ein Photon stattfindet und demnach $J=1$ gelten muss ^①

2) Charmonium $1G$ es gibt auch Charmoniumzustände mit anderen Quantenzahlen ^②

Vektormeson! (da $J=1$)
 $J=0 \Rightarrow$ Pseudo skalar
 $J=1$

3) $\Gamma_{J/\psi} = 92,9 \text{ keV}$ BEIDES STARKE ZERFÄLLE, $M_{J/\psi} = 3,0966 \text{ GeV}$
 $\Gamma_\omega = 8,49 \text{ MeV}$ ZERFÄLLE, $M_\omega = 782 \text{ MeV}$

Das J/ψ würde eigentlich ^{1A} wäre dann in $2D$ -Mesonen zerfallen. Diese sind allerdings zu schwer, deshalb muss es über 3 Gluonen

² (es gibt keine anderen ~~Charmonium~~-Zustände außer CC -Zustand dieser ist allerdings verboten) zerfallen. Nach der OZI-Regel ist dieser Zerfall dann stark unterdrückt.

Der Zerfall des ω hingegen erhält die beiden Ausgangspunkte, weshalb dort nicht die OZI-Regel greift, und der Zerfall relativ zum J/ψ Zerfall häufig passiert \Rightarrow kleinere Lebensdauer als $J/\psi \Rightarrow$ größere Zerfallsbreite.

③ welche WW?

4) Für das $\psi(2S)$ findet ein ähnlicher Prozess statt, da durch dieses Teilchen immer noch nicht genug Masse hat um in 2 D-Mesonen zu zerfallen.

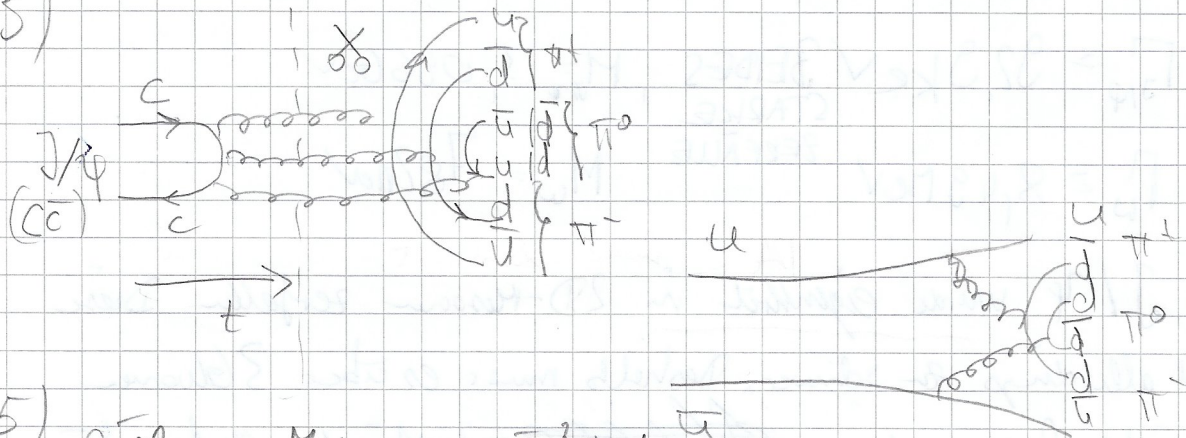
Das $\psi(3770)$ hingegen hat genug Energie um in 2 D-Mesonen zu zerfallen ($M_{D^+} = 1869 \text{ MeV}$)

$$\left. \begin{array}{l} M_{D^0} = 1864 \text{ MeV} \\ M_{D_s^+} = 1968 \text{ MeV} \end{array} \right\} \textcircled{1}$$

5) Für das $\psi(4040)$ gibt es nun einen weiteren Zerfallskanal, über das D_s^+ , wodurch es eine geringere Lebensdauer und damit eine größere Zerfallsbreite hat. (✓)

+ Phasenraum
~~0.5~~ 0.5

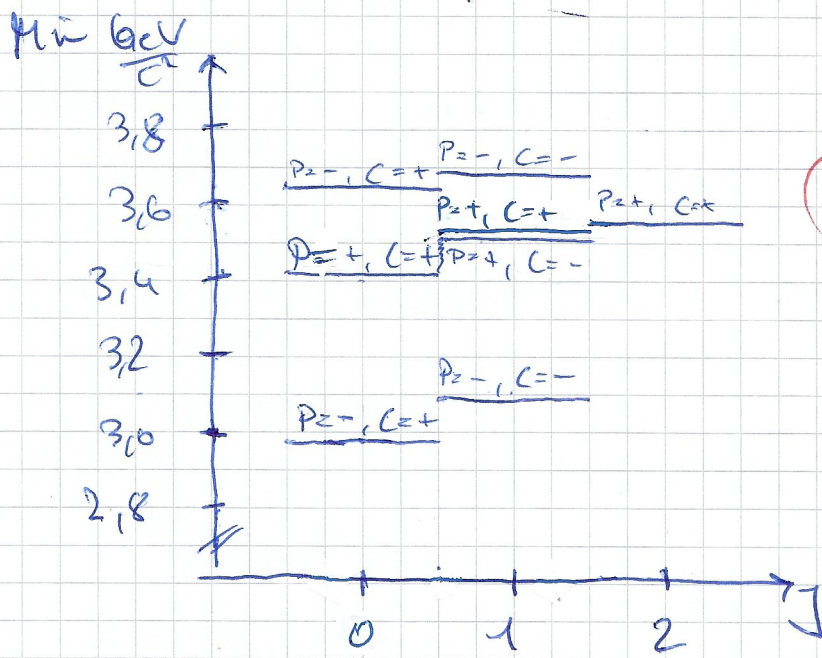
3)



5)

größere Masse von $c\bar{c}$ Zustand \Rightarrow bei gleichem Endzustand \rightarrow größerer Phasenraum

Nr. 2	Meson	Mass [GeV]	J ^{PC}	L	S
1)	$\eta_c(1S)$	2,983	0^{-+}	0	0
2)	$J/\psi(1S)$	3,097	1^{--}	0	1
	$\chi_{c0}(1P)$	3,415	0^{++}	1	1
	$\chi_{c1}(1P)$	3,511	1^{++}	1	1
	$\chi_{c2}(1P)$	3,525	1^{+-}	1	0
	$\chi_{c0}(1P)$	3,556	2^{++}	1	1
	$\eta_c(2S)$	3,639	0^{-+}	0	0
	$\psi(2S)$	3,686	1^{--}	0	1



7/9

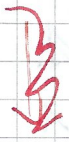
hier lesen
jpc hinschreiben

Man stellt fest: $P = (-1)^{L+1}$, d.h. für $P = -$ folgt L gerade
und für $P = +$ folgt L ungerade
oder $L < 2$ folgt die Spalte der Tabelle

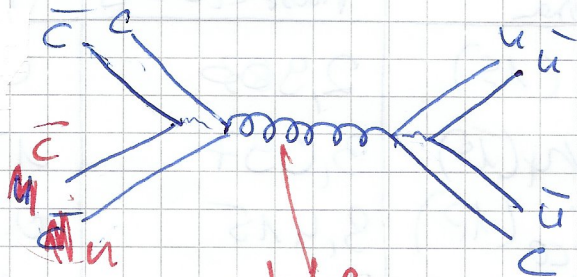
Anßerdem: $C = (-1)^{L+S}$ und damit folgt die letzte Spalte.
Da wir über Mesonen der Form $q\bar{q}$ reden, ist
S ∈ {0, 1}

3) Hier für last man 2 D-Mesonen (D^+ , D^- oder D^0 , \bar{D}^0)

Kalibrem. Aus



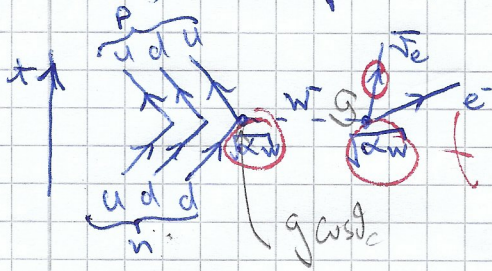
16



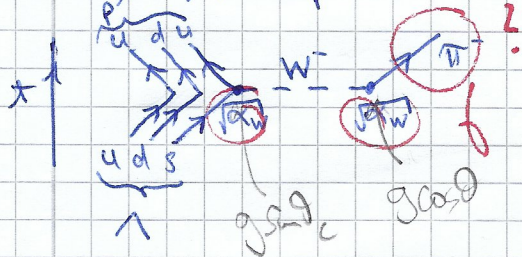
stark
wir
kann
Flavor nicht
ändern ---

Aufgabe 3

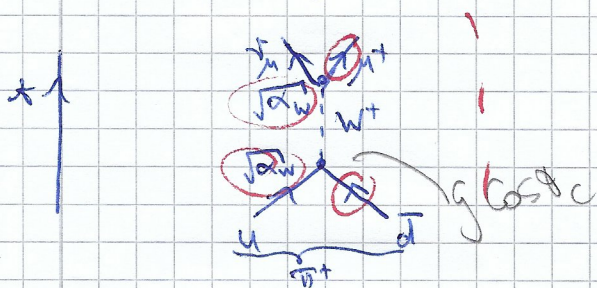
1. a) $n \rightarrow p e^- \bar{\nu}_e$



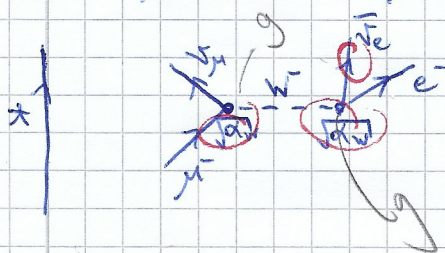
b) $\pi^- \rightarrow p \pi^-$



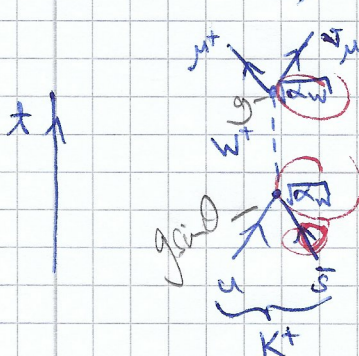
c) $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$



d) $\mu^- \rightarrow e^- \bar{\nu}_e \nu_\mu$



e) $K^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$



- Kopplungen falsch
 warum heißt
 die Aufgabe
 wohl α sissso-Winkel?

- Hierarchien
 beachten

- auf Quarkniveau
 sehen!
 (wie b)

... sonst nichts
 "ganz" gab aus

2.5

Nr. 4

1) $|V_{us}|: \Lambda \rightarrow p \pi^-$ (0.5)

Strange-Quark wandelt sich unter Abgabe eines W^- -Bosons in ein u -Quark. Das W^- -Boson zerfällt in ein Proton und ein π^- -Meson.

Weser semileptonic messen, so wie hier

2) $|V_{cd}|: D^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ (1)

Das Charm-Quark vom D^0 wandelt sich unter Abgabe eines W^+ in ein π^+ -Meson und π^- -Meson
↳ und was passiert mit dem u ?

3) $|V_{ub}|: B^0 \rightarrow \pi^- \ell^+ \nu_\ell$ (2)

B^0 besteht aus $d\bar{b}$
 π^- " " $d\bar{u}$

B^0 gibt W^+ ab, wandelt b in \bar{u} um und das W^+ zerfällt in ℓ^+ und ν_ℓ
so ist's recht...

4)

$\frac{18.5}{40}$

Nr. 5