

Name:

Matr. Nr.:

Stud.Kzl.:

Bitte die Heftung nicht öffnen !

Bitte um **kurze prägnante Antworten** (der gebotene Platz sollte immer reichen) und achten Sie bitte etwas auf Schriftbild und Form !

1.0

1) Zeichnen und beschreiben Sie die Prinzipien einer CCD Zelle

1-5! 4.8

a) eine individuelle CCD Zelle

b) das Auslesen eines CCDs

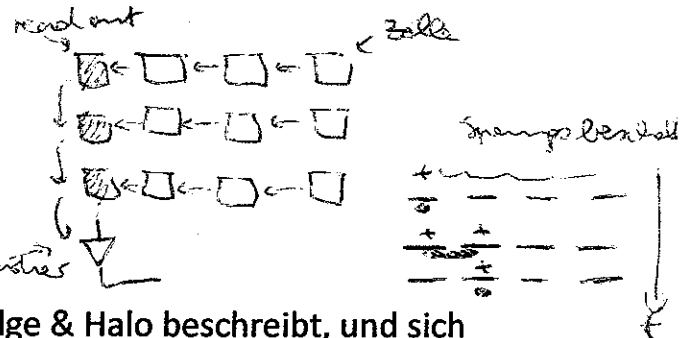
Photodiode
Kondensator
Halbleiter



ein Photon trifft durch das optisch durchlässige Metall und erzeugt Loch-Ladung-Paar im Halbleiter. Die Ladung wird durch Spannung am Metall gehert und ist proportional zur Photonenzahl.



bei Auslesen gibt es im 4. Verfahren die Leser zu 3 Zellen pro Pixel brauchen. Wie eine Antenne haben Transportiert diese die Ladungsmengen der einzelnen Zellen zum Ausleseverstärker.



1.0

2) Bezeichnen Sie, was die Scheibe und was Bulge & Halo beschreibt, und sich diese Populationen jeweils dynamisch stabilisieren. Was die untere Gleichung bedeutet und was der Unterschied eines Boxed und eines tube orbits ist (inkl. Kennzeichnung was welcher im Graph ist)?

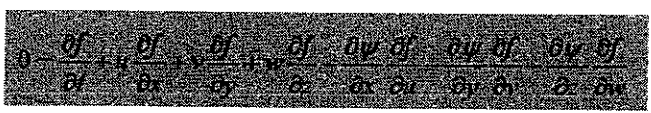
Disk / Scheibe

Halo / Bulge

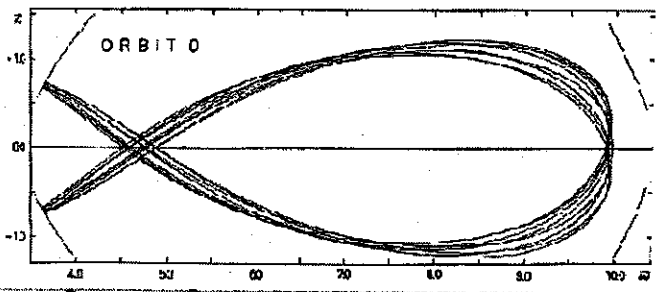
$$\rho_D \propto \sigma^2 \quad \rho_H \propto R^2 \left(\frac{d\sigma}{dR} \right)^2$$

~~Disk~~ stabilisiert sich durch Rotation

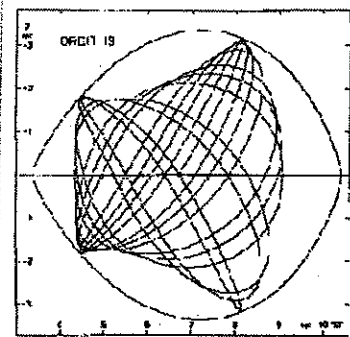
~~Bulge & Halo~~ Bulge & Halo stabilisiert sich durch Drift



Stofffreie Balken gleichung mit Potential Φ zur Beschreibung z.B. von Φ_{box}



Box orbit



Tube orbit

Integral: - gibt wenig Energieanteil
=> in z.B. klar Teil in Phaseraum ausschließt

- gibt viel Energieanteil
- viele verschiedene Orte -> großer Teil ausschließt.

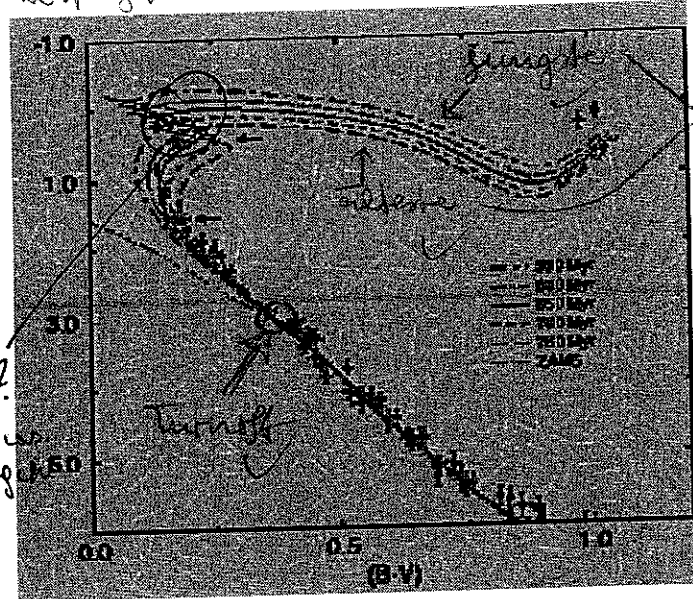
0.9 3) Was ist dieses Diagramm. Welche Linie markiert die jüngste, und welche die älteste Population? Was ist die Bedeutung der Achsen? Was wir nennen das "turnoff" und was ermitteln wir damit? In welchem Teil können wir die chemische Häufigkeit unterscheiden?

absolute Helligkeit (mag) → y-Achse
 Spektralklasse x-Achse
 Δ - γ

an Turnoff kann man den Alter der Population bestimmen.

chemische Häufigkeit, dort wo sich die Kurven aufspalten unterscheiden, ...? etw. ungenau

Herzprung-Russell Diagramm mit Abzweigen von Hauptstern



1.0 4) Was beschreiben die Euler Gleichungen (Markieren Sie die Bedeutung der Terme)? Ich habe mit Dichte, Druck, Ort und Geschwindigkeit vier Variable. Was benötige ich zusätzlich zur Lösung des Systems. Was bedeuten die verschiedenen Lösungsansätze Adaptive Mesh Refinement (AMR) und Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH)? Was sind die Vor- und Nachteile von Grid/mesh Grid Methoden auf der einen auf der SPH auf der anderen Seite (z.B. wo versagen jeweils die Methoden)?

1) $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla(\rho \mathbf{u}) = 0$

Kontinuitätsgleichung

2) $\frac{\partial(\rho \mathbf{u})}{\partial t} + \nabla(\rho \mathbf{u} \otimes \mathbf{u}) = -\nabla p + \rho \mathbf{k}$

Impulsgleichung / -gleichung

3) $\frac{\partial(\rho E)}{\partial t} + \nabla(\rho \mathbf{u} E) = -p \nabla \mathbf{u}$

Energieerhaltung

+ 4) Zustandsgleichung z.B. $p = p(\rho, T, \dots)$

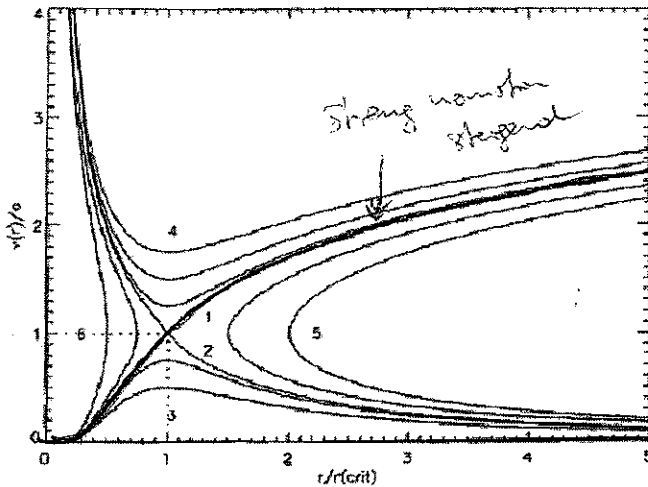
AMR ... adaptive Methode. Arbeitet mit Gittern, welche die Gittergröße an die benötigte Auflösung der Funktion anpasst.

SPH ... Lagrange Methode. Hier wird kein Gitter benötigt, die Teilchen (Masse) werden transportiert.

Grid Methoden sparen Rechenleistung, ~~aber sind aufwendig~~ Auflösung auf selbe Ebene

SPH ist sehr robust & einfach zu implementieren, gibt aber keine unphysikalischen Lösungen ~~an~~ (da so robust)

0.9 5) Warum hat ein Sternwind (hier der isotherme Fall) nur genau eine Lösung für den Massenverlust



$$v \frac{dv}{dr} + \frac{1}{\rho(r)} \frac{dp}{dr} + \frac{GM_*}{r^2} = 0$$

Forderung: $r_{crit} > R_*$

• Lösung muß Besiedlung sein

⇒ in die 1. Kurve ist physikalische Lösung $\frac{dv}{dr} > 0$

zu r_{crit} : kommt eine Kraft / Störung außerhalb von r_{crit} hinzu, so ändert sich die Lösung nicht innerhalb von r_{crit} (→ Überabfall)
 r_c liegt $v(r)$ fest aber auch $a \propto \sqrt{P}$ da $M \propto v \cdot P \Rightarrow$ genau.

6) Schreiben Sie die Weyl-Gleichungen für die Wellenfunktion freier relativistischer Teilchen im Limit $m=0$ hin. Welche zwei Teilcheneigenschaften folgen daraus?

Mit welcher Helizität treten Neutrinos in schwachen Zerfallsprozessen auf? Wieso stellt das eine Paritätsverletzung dar?

Weyl-Gleichung

$$E \psi_L = -\vec{\sigma} \vec{p} \psi_L$$

$$E \psi_R = \vec{\sigma} \vec{p} \psi_R$$

je nach Eigenwert der Helizität h :

$$\begin{aligned} 2\psi_L &= -\psi_L \\ 2\psi_R &= \psi_R \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{Elektron}$$

$$\begin{aligned} 2\psi_L &= \psi_L \\ 2\psi_R &= -\psi_R \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{Positron}$$

also Teilchen und Antiteilchen (für Fermionen) (Spin $\frac{1}{2}$)

Schwache Zerfallsprozesse sind im Allgemeinen C, P und CP Verletzend

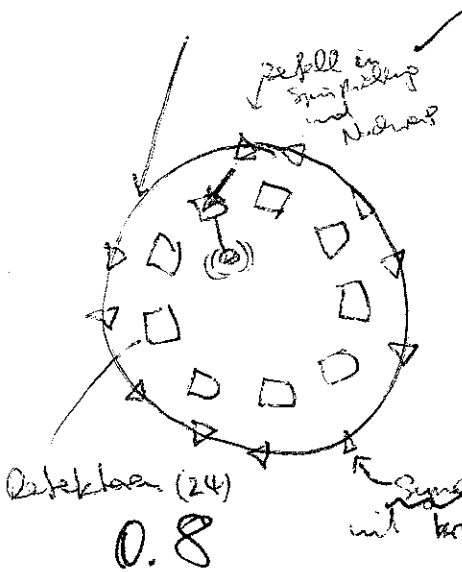
Helizität von Neutrinos in schwachen Zerfallsprozessen ist -1 ✓

⇒ Paritätsverletzung, da bei 164 ~~der Abbildung~~ ~~in \vec{E} -Feld~~ ~~erfolgt~~.
 nein

0.8

7) Beschreiben Sie kurz, anhand einer Skizze, das Prinzip der Messung der "Anomalie" $a = (g-2)/2$ des magnetischen Momentes des Myons. Wie erzeugt man longitudinal polarisierte Myonen?

Welche Theorie wird mit dieser Messung getestet, und mit welcher Präzision (ungefähr)?



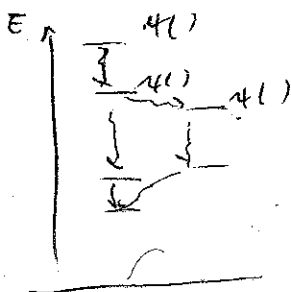
Erstmal werden auf Materie geschossen, so dass Ionen erzeugt werden, diese zerfallen in Myonen. Nach aufpeicherung in den Speicherring zerfallen die Myonen genau in Richtung des vorstehenden Punkt (welcher Richtung?) und durch Nachweis der Zerfallsteilchen (e^- ?) kann das anomale magnetische Moment mitgedreht werden. Präzision 10^{-3} wäre schwach.

Quantenmechanik \rightarrow Standardmodell $a = \dots$ wird getestet

8) Welche Eigenschaft der hadronischen "Charmonium" Zustände $\Psi(3.1), \Psi(3.7), \dots$ wurde zur Zeit ihrer Entdeckung (1974) als ungewöhnlich angesehen? Was ist die allgemein akzeptierte Deutung dieser Zustände? Schreiben Sie das Potential hin, mit dem sich das System beschreiben lässt.

Die erwartete Lebensdauer $\tau \approx \text{keV}$ war ungewöhnlich lang. \rightarrow verhältnismäßig lange Lebenszeit.

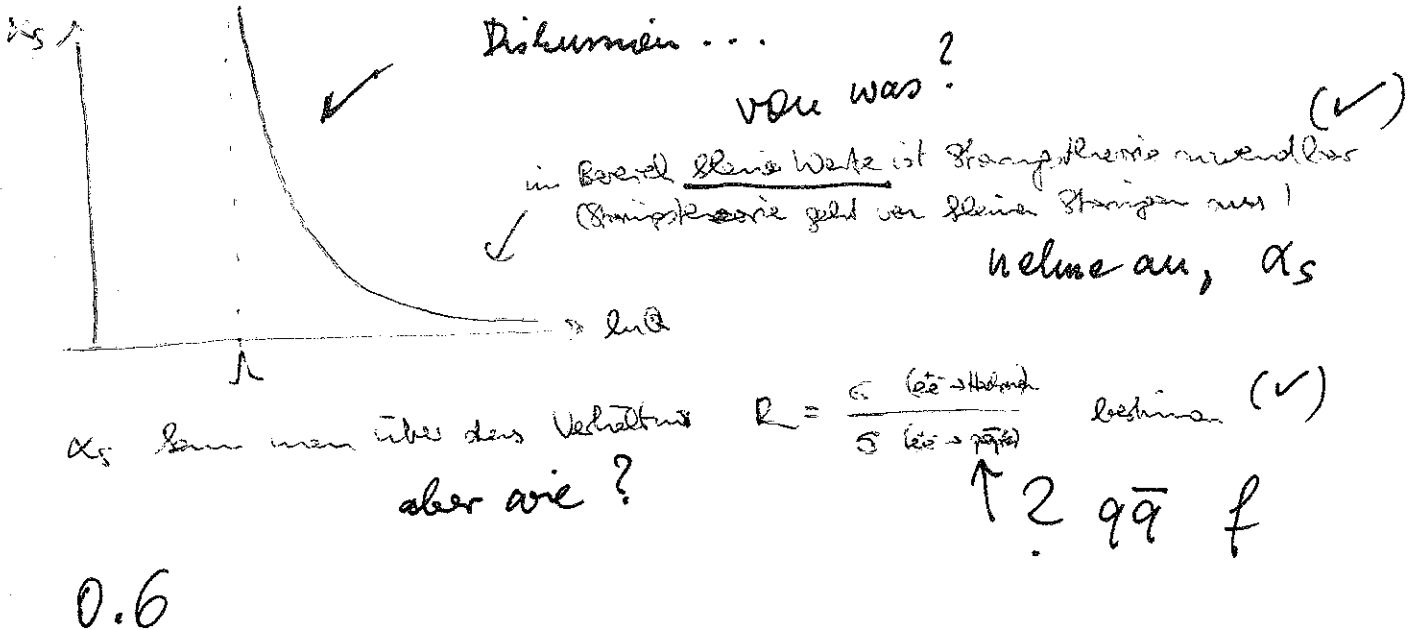
Allg. akzeptiert ist die Deutung als Entdeckung des Charmonium (Charmonium $c\bar{c}$, $J^PC = 0^{-++}$) nachdem zuvor schon u, d und s gefunden wurden.



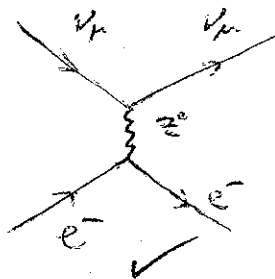
Potential ...

0.7

9) Diskutieren Sie anhand eines Diagrammes qualitativ die Abhängigkeit des starken Kopplungsparameters, α_s , von der Energie, Q . In welchem Bereich ist Störungstheorie anwendbar? Beschreiben Sie zwei Methoden der α_s (oder Λ_{QCD}) Bestimmung.



10) Zeichnen Sie ein Feynman-Diagramm für die elastische Neutrino Elektron Streuung, $\nu_\mu e^- \rightarrow \nu_\mu e^-$. Welches physikalische Vektorboson wird ausgetauscht? Ist es masselos oder massiv? Schreiben Sie den Propagator hin.



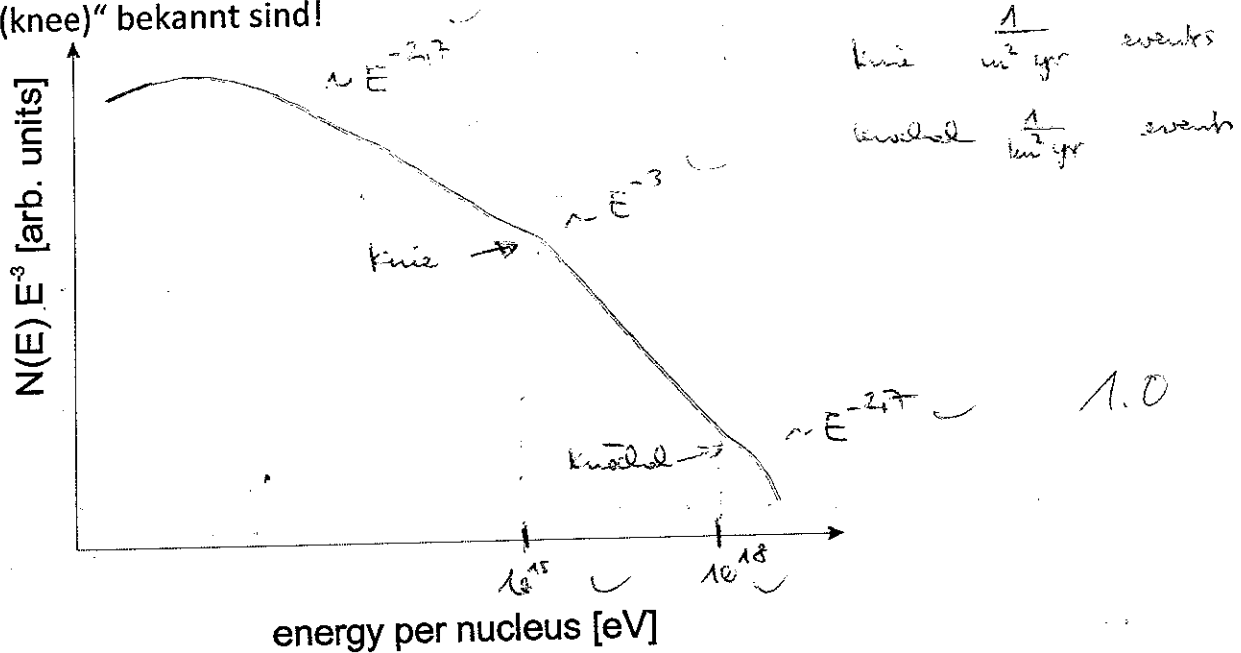
Das Z -Boson (Masse 91 GeV) wird ausgetauscht, da ein γ -Boson nicht auf die Neutrinos wirken würde und W^\pm -Bosonen nicht vertauscht sind, richtig!

Propagator $p = p_1 - p_2$ - Impulsantransfer

0.7

6-10 : 3.6

11) Skizzieren Sie das Spektrum der primären Kosmischen Strahlung im unten angegebenen Koordinatensystem. Geben Sie in die Exponenten des jeweiligen Potenzgesetzes an und nennen Sie die Energie für jene Regionen im Spektrum der Kosmischen Strahlung an, die gemeinhin als "Knöchel (ankle)" und "Knie (knee)" bekannt sind!



12) Welche astronomischen Objekte sind als Hochenergie-Gammastrahlungsquellen bekannt? Nennen Sie wenigstens drei verschiedene Quellklassen! Sind Objekte in den von Ihnen genannten Quellklassen als maßgebliche Beschleuniger der bei uns beobachteten Galaktischen Kosmischen Strahlung anzusehen?

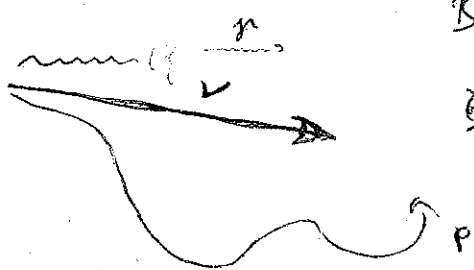
- Supernovarestanten ✓ nicht maßgeblich, da eher schwach
- AGN (Aktive Galaktische Kerne) ✓ läufiger, u.a. auch lokale
- Blazare, Quasare Beschleuniger von Plasma galaktisch?
- Pulsare ✓ nicht maßgeblich, da selten, aber große Beschleunigung
- u.a.
- 0.7

13) Welcher fundamentaler Wechselwirkungsprozess begrenzt den beobachtbaren Horizont von Protonen der Ultrahochenergetischen (UHE) Kosmischen Strahlung? Bei welcher Energie schneidet dementsprechend das Spektrum der Kosmischen Strahlung ab?

Der GZK - cutoff: haben Protonen eine höhere Energie als 10^{19} eV (cut-off), sie wechselwirken sie im Mittel nach 50 Gpc mit einem Proton der Hintergrundstrahlung in: $p + p \rightarrow p + \dots$
 wobei das Proton ~~hierbei~~ 20% seiner Energie verliert. wo kommt die rest? \checkmark
 \Rightarrow Protonen ^{mit E} über den cutoff sind entweder relativ nahe entstanden oder hatten sehr sehr hohe Energie (brauchen mehrere WW).
 \Rightarrow selten \Rightarrow cutoff in Spektrum 0.8

14) Warum sind Neutrinos im Vergleich zu Beobachtungen von geladenen Teilchen der Kosmischen Strahlung als auch Photonen der energetischen Gammastrahlung prinzipiell besser geeignet, die Beschleunigung von Hadronen im Universum zu studieren?

geladene Teilchen werden von elektromagnetischen Feldern beeinflusst wie auch von Materie WW. \checkmark
 Photonen werden in Staub etc. absorbiert und wie auch mit der Gravitation (Linsung) \checkmark
 Neutrinos sind im Vergleich zum Wechselwirkungs frei \rightarrow sie sind frei, frei, am freisten?
 durch setzen das Universum nahezu WW frei:
 \Rightarrow wenn man direkt auf ihre 'Gesichte' rückschließen da diese i.A. unexplizierte ist \rightarrow und Ursprung
 Bezug zu hadronen? 0.8



15) Beim experimentellen Neutrino-Nachweis wird der Cherenkov-Effekt ausgenutzt. Welche Cherenkov-Medien kommen in nachfolgenden Energiebereichen vornehmlich zur Anwendung?

- a) MeV – TeV :
 ✓ Wasser ~~z. B.~~ → optische Cherenkov-Effekt
 (große Detektorvolumina) (1 km)
 f
- b) TeV – EeV :
 Luft f → Radio Cherenkov-Effekt
 (kleine Detektorvolumina) (1 km)
- c) > EeV :
 ✓ Gestein (Mond in Zucht?) → akustische Cherenkov-Effekt
 (sehr große) ~ 100 km (?)
 (Druckwellen)

0,5

11-15: 3,8