

Für eine Vermessung des Universums reichen die bisherigen Instrumente zur Entfernungsmessung (Parallaxe, HRD) noch nicht aus. In diesem Kapitel lernst Du zwei neue Verfahren kennen (Cepheiden-Methode und Quasare), die sich insbesondere für weite, intergalaktische Entfernungen eignen.

Die Sternklasse δ -Cepheiden ist nach dem vierthellsten Stern im Kepheus bezeichnet, bei dem man die Pulsation der Helligkeit zuerst beobachtete.

Tatsächlich ist der Mechanismus etwas komplizierter als hier dargestellt.

Erkläre, weshalb in der Kontraktionsphase die Abstrahlung trotz kleinerem Sternradius zunimmt.

5.2 Kartographierung des Universums

Pulsation bei δ -Cepheiden:

Der Übergang vom Hauptreihen- zum Rote-Riesen-Stadium ist oft geprägt von Instabilität im Stern, die sich in einer

..... abzeichnet.

Für den Beobachter führt das zu einer

..... (siehe Skizze).

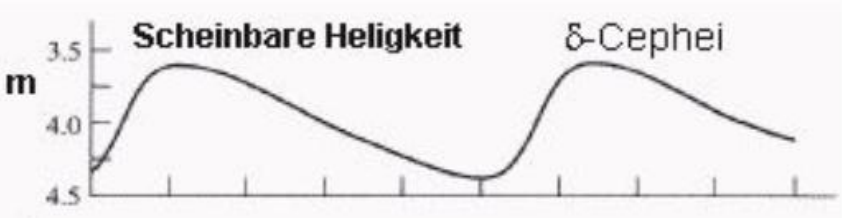


Abb. aus leifiphysik.de nach Caroll und Ostlie: Modern Astrophysics

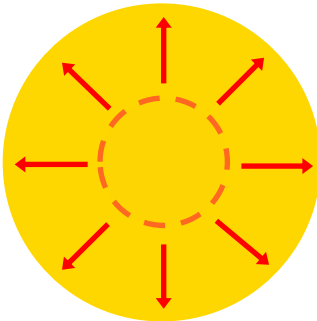
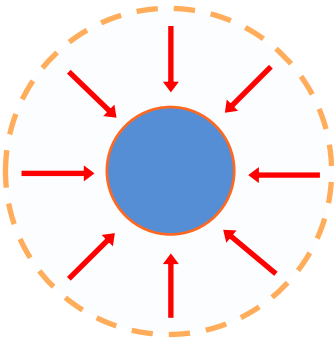
Diese Pulsation können wir mit einem Wechsel zwischen

..... erklären,

wobei in der Verdichtungsphase durch Zunahme der Hüllentemperatur

.....

Zunahme des Drucks verringert die Durchlässigkeit für Strahlung, was wiederum zur Expansion führt (Skizze).



Die erste systematische Untersuchung hierzu führte die amerikanische Astronomin Henrietta Leavitt 1912 am an den nahegelegenen Sternhaufen "Große und kleine Magellansche Wolke" durch.

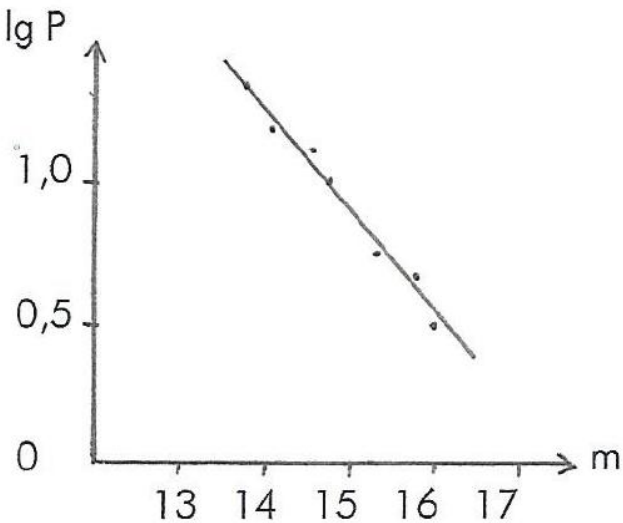
Beschreibe den Zusammenhang qualitativ!

Diese Formel taucht auch im Abitur immer wieder auf. Du findest sie in der Formelsammlung bei Entfernungsbestimmung.

Bearbeite die Buchaufgabe S.158/1 für mindestens ein Beispiel. Die zugehörigen Graphiken findest Du auf S.156.

Periodendauer-Helligkeits-Beziehung bei δ -Cepheiden

Beim Vergleich von mittleren **scheinbaren Helligkeiten m** und **Periodendauern P** der Helligkeitsschwankungen fand man einen systematischen Zusammenhang, der in logarithmischer Darstellung (beachte Achsenbeschriftung) abgebildet ist. Da die untersuchten Sterne alle ungefähr gleich weit entfernt waren, ergab sich auch für die absoluten Helligkeiten ein quantitativer Zusammenhang:



Die Entdeckung der Galaxienflucht bildet die Grundlage für die Urknall-theorie (Big Bang Theory) und damit für unser aktuelles Bild von der Entwicklungsgeschichte des Universums.
Nach Edwin Hubble ist auch das erste nicht-erdgebundene Teleskop benannt, das heute aus dem Orbit perfekte Aufnahmen von weit entfernten Sternen und Galaxien liefert.

Galaxienflucht:
Edwin Hubble bestimmte 1924 mit Hilfe der
die
für die zuvor Vesto Slipher bereits die
mit Hilfe des gemessen hatte.
Auf Basis der groben Datenlage vermutete er, dass sich Galaxien
umso
je

Die Hubble-Beziehung erlaubt die Entfernungsbestimmung von Galaxien
aufgrund ihrer
Der Proportionalitätsfaktor H_0 (Hubble-Konstante) konnte in den letzten Jahren immer genauer bestimmt werden:

(H hat sich in Laufe der Entwicklungsgeschichte des Universum tatsächlich verändert, mit H_0 wird ihr aktueller Wert bezeichnet)

Die Geschwindigkeit wird meist als Bruchteil der Lichtgeschwindigkeit angegeben:

**a) Bearbeite im Buch die kleine
Rechenaufgabe S.160/1.**

**b) Zusatz: Arbeite die Musteraufgabe
auf S.160 durch.**

Übungsaufgabe:

Selbst-Check:

- **Cepheiden (Prinzip)**
- **Periodendauer-Helligkeits-
Beziehung**
- **Hubble-Gleichung**
- **Hubble-Konstante**

Übungsaufgaben:

*Auch wenn wir Quasare noch nicht behandelt haben, kannst Du eine alte
Abituraufgabe von 2000 schon vollständig lösen. Suchbegriff auf Leifiphysik:
"cepheiden und quasare".*

*Ein Leifitest umfasst dieses und das vorherige Kapitel. Suchbegriff auf Leifiphysik:
"quiz zu größeren strukturen im weltall"*