

## Übungsblatt 3

(Ausgabe 14.05.2009, Abgabe 22.05.2009)

### 1. Aufgabe Auflösungsvermögen (2 Punkte)

Zu den wichtigsten aktuellen Astronomiesatellitenteleskopen gehören das *Hubble*-Weltraumteleskop, der Infrarotsatellit *Spitzer* und das *Chandra*-Röntgenteleskop mit den in der Tabelle aufgeführten technischen Daten. Dabei sei  $D$  die Apertur und  $\lambda$  der Wellenlängenbereich.

	$D[\text{cm}]$	$\lambda [\text{\AA}]$
Hubble	240	1150-18000
Spitzer	85	3000-100000
Chandra	120	2-20

- (a) Berechnen Sie das Auflösungsvermögen der Teleskope unter der Annahme, dass dieses nur durch die Beugung begrenzt sei.
- (b) Der Abstand zwischen den Komponenten des Doppelsterns  $\zeta$  Herculis beträgt  $1.38''$ . Mit welchem der Teleskope können die Komponenten getrennt werden? Welchen Mindestdurchmesser muss ein Teleskop haben, um  $\zeta$  Herculis im visuellen Spektralbereich aufzulösen?
- (c) Wenn ein Objektiv 80 cm den oben berechneten Mindestdurchmesser hat und seine Brennweite 80 cm beträgt, wie groß muss dann die Brennweite des Okulars sein, damit der Doppelstern mit den Augen getrennt gesehen werden kann?

### 2. Aufgabe Beugungsgitter (3 Punkte)

Man lasse einen Lichtstrahl (z.B. von einem Laserpointer) auf eine CD oder DVD fallen. Aus dem Winkel des gebeugten Lichtes *schätze* man ab, wieviel Daten auf eine CD bzw. DVD passen.

Hinweise: Aus dem Winkel zwischen dem direkten Spiegelbild und der Beugung 1. Ordnung errechnet sich die Dichte der "Gitterfurchen". Wieviele Bits passen unter der Annahme quadratischer Pits auf einen Quadratzentimeter? Wieviele Bytes gehen also etwa auf eine CD bzw. DVD?

### 3. Aufgabe Sonnenneutrinos (5 Punkte)

Das Homstake-Experiment nutzte einen Tank mit 400 000 Litern Perchloroethylen ( $\text{C}_2\text{Cl}_4$ ). Schätzen Sie, wieviele Argon-Atome pro Tag (pro Monat) produziert werden, wenn man annimmt, dass ein Zehntel der produzierten Sonnenenergie als Neutrinos abgestrahlt wird, von denen etwa 1% die erforderliche Energie von 1 MeV haben, um die Reaktion  $\nu + {}^{37}\text{Cl} \rightarrow {}^{37}\text{Ar} + e$  auszulösen.

Die so entstandenen Argon-Kerne zerfallen wieder mit einer Halbwertszeit von 35 Tagen. Nach einigen Monaten stellt sich also ein Gleichgewicht ein zwischen Produktion und Zerfall. Wieviele Kerne von  ${}^{37}\text{Ar}$  sind dann etwa im gesamten Tank vorhanden?

Hinweise:

- Man berechne zunächst den Fluss der hochenergetischen Neutrinos am Ort der Erde;  
Solarkonstante siehe Vorlesung;  
 $1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$
- Man überlege sich die Zahl der im Tank vorhandenen  $^{37}\text{Cl}$ -Kerne. Der Anteil dieses Isotopes am gesamten Chlor beträgt 25%. Das (mittlere) Atomgewicht von Kohlenstoff ist 12.0 AMU, das von Chlor 35.5 AMU. Die Atomare Masseneinheit ist  $1 \text{ AMU} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ g}$ . Die Dichte von  $\text{C}_2\text{Cl}_4$  beträgt  $1.5 \text{ g/cm}^3$ .
- Der Wirkungsquerschnitt  $\sigma$  dieser Reaktion ist etwa  $10^{-44} \text{ cm}^2$ . Die Reaktionsrate pro Kern ist das Produkt aus Neutrinofluss und diesem Querschnitt.