

# Übungsblatt 2

November 2, 2016

## 1 Übungsblatt 2

```
In [1]: import numpy as np

        from astropy import units as u
        from astropy import constants as const
```

### 1.1 Aufgabe 1

Die Detektoren von modernen Weitwinkel-(Survey) Teleskopen können eine Himmelsregion von typischerweise  $1^\circ \times 1^\circ$  abbilden. Wieviele einzelne Aufnahmen wären notwendig, um den gesamten Himmel abzubilden?

```
In [2]: fov = u.Quantity(1, u.deg**2)
        sky = u.Quantity(4 * np.pi, u.sr)
        n = (sky / fov).to(1, equivalencies=u.dimensionless_angles())
        print(n)
```

41252.96124941927

### 1.2 Aufgabe 2

#### 1.2.1 a)

Unsere Galaxis enthält innerhalb des Durchmessers von 50 kpc eine gesamte Sternmasse von ca.  $6 \times 10^{10} M_\odot$ . Berechnen Sie die entsprechende mittlere Materiedichte unter der Annahme, dass die Form der Galaxis einer flachen Scheibe mit einer Höhe von 700 pc entspricht. Geben Sie das Ergebnis in der Einheit g/cm und der entsprechenden Zahl von Atomen  $\text{cm}^{-3}$  an (nehmen Sie vereinfachend an, dass alle Materie nur aus Wasserstoffatomen besteht).

```
In [3]: r = u.Quantity(25, u.kpc)
        d = u.Quantity(700, u.pc)
        V = np.pi * r**2 * d
        print("Volumen", V.to(u.pc**3), V.to(u.cm**3))
        m = u.Quantity(6e10, u.solMass)
        rho = m / V
        print("Dichte", rho.to(u.g / u.cm**3))
```

```

n =  $\rho$  / const.u
print("Anzahldichte", n.to(1/u.cm**3))

```

```

Volumen 1374446785945.5347 pc3 4.0381232084785784e+67 cm3
Dichte 2.9554818869671223e-24 g / cm3
Anzahldichte 1.7798329503696846 1 / cm3

```

### 1.2.2 b)

Unsere Galaxis enthält innerhalb eines Radius von 50 kpc eine Gesamtmasse von ca.  $5.4 \times 10^{11} M_{\odot}$  an dunkler Materie. Wie groß ist die mittlere Dichte der dunklen Materie in der Einheit  $\text{g}/\text{cm}^3$ ?

```

In [4]: r = u.Quantity(50, u.kpc)
        # Beachten: Das DM Halo ist sphärisch (eigentlich triaxial), keine Scheibe
        V = np.pi * r**3
        print("Volumen", V.to(u.pc**3), V.to(u.cm**3))
        m_dm = u.Quantity(5.4e11, u.solMass)
         $\rho_{\text{dm}}$  = m_dm / V
        print("Dichte dunkler Materie",  $\rho_{\text{dm}}$ .to(u.g / u.cm**3))

```

```

Volumen 392699081698724.2 pc3 1.1537494881367366e+70 cm3
Dichte dunkler Materie 9.309767943946436e-26 g / cm3

```

## 1.3 Aufgabe 3

Wie weit ist ein Stern (in km) entfernt, wenn Sie eine Parallaxe von 0.01 Bogensekunden von der Oberfläche ### a) der Erde ### b) der Venus ### c) des Mars aus messen?

```

In [5]: # a)
        # Elegant in Python:
        p = u.Quantity(0.01, u.arcsec)
        d = p.to(u.km, equivalencies=u.parallax())
        print("Erde (1) {:e}".format(d))
        # Wie wir es auch für c) und c) brauchen
        d = (const.au / p.to(u.rad)).to(u.km, equivalencies=u.dimensionless_angles)
        print("Erde (2) {:e}".format(d))

        # b)
        r = u.Quantity(0.723, u.AU)
        d = (r / p.to(u.rad)).to(u.km, equivalencies=u.dimensionless_angles())
        print("Venus {:e}".format(d))

        # c)
        r = u.Quantity(1.524, u.AU)
        d = (r / p.to(u.rad)).to(u.km, equivalencies=u.dimensionless_angles())
        print("Mars {:e}".format(d))

```

```
Erde (1) 3.085678e+15 km
Erde (2) 3.085678e+15 km
Venus 2.230945e+15 km
Mars 4.702573e+15 km
```

## 1.4 Aufgabe 4

Hipparcos (High Precision Parallax Collecting Satellite) bestimmte in den neunziger Jahren mit bis dahin unerreichter Genauigkeit von  $\Delta\psi = 0.001$  Bogensekunden die Positionen praktisch aller bekannten Sterne in der direkten Nachbarschaft unserer Sonne.

### 1.4.1 a)

Bestimmen Sie die größtmögliche Entfernung  $D_{\max}$  bei der ein relativer Fehler der Entfernungsbestimmung von Hipparcos kleiner als 10% ist.

```
In [6]: ΔΨ = u.Quantity(0.001, u.arcsec)
        # 0.1 = ΔΨ/Ψ
        Ψ = 10 * ΔΨ
        d = p.to(u.pc, equivalencies=u.parallax())
        print(d)
```

```
100.0 pc
```

### 1.4.2 b)

Benutzen Sie diese Entfernung um die Anzahl der Sterne im Hipparcos Katalog abzuschätzen. Nehmen Sie dabei an, dass die lokale Sterndichte etwa  $n = 0.12 \text{ pc}^{-3}$  beträgt.

```
In [7]: n = u.Quantity(0.12, 1/u.pc**3)
        V = 4/3 * np.pi * d**3
        N = n * V
        print(N)
```

```
502654.82457436685
```

Das ist deutlich größer als die 22951 Sterne im Hipparcos Katalog mit Parallaxen  $> 10$  mas. Bis zu 100 pc ist der Hipparcos Katalog natürlich nicht vollständig und viele Sterne fehlen.

Die Anzahldichte der lokalen Sterne ergibt sich hier aus den 64 Sternen im Radius von 5 pc um die Sonne.