Seminar/Übung

Ü5

Lösung Ü-Aufgabenserie 3

Seminar/Übung

01. 16.10.23 ...... Vorbesprechung / briefing
02. 23.10.23 ...... Einige astronomische Grundlagen
03. 30.10.23 ...... Besprechung der 1. Aufgabenserie (K.S.)
04. 06.11.23 ...... Besprechung der 2. Aufgabenserie (K.S.)
05. 13.11.23 ...... Besprechung der 3. Aufgabenserie (K.S.)
06. 20.11.23 ...... Besprechung der 4. Aufgabenserie (K.S.)
07. 27.11.23 ...... Besprechung der 5. Aufgabenserie (K.S.)
08. 04.12.23 ...... Demo: HI-Messung (K.S.)
09. 11.12.23 ...... F.Stündel: Solar flares (K.S., …)
10. 18.12.23 ...... Laborbesichtigung (A.P.)
11. 08.01.24 ...... V.Prange: Sternentwicklung (K.S., …)
12. 15.01.24 ...... M.Görlach: AGN (K.S., …)
13. 22.01.24 ...... F. Edelmann: ….Titel….. (KS, …) ??
14. 29.01.24 ...... Klausurvorbereitung (A.P.,S.K.,K.S.)
15. 05.02.24 ...... Klausur

K.S. = Katharina Schreyer
S.K. = Sergiy Krasnokutskiy
A.P. = Alexey Potapov

Übungen zur Vorlesung: Das Milchstraßensystem
– WS 23/24, Übungsserie (3) –

Ausgabe: 30.10.23
Abgabe der Übungsserie : 06.11.23
Besprechung im Seminar: 13.11.23

1. Materiedichte in unserer Sonnenumgebung:
   a) Die mittlere Dichte beträgt hier 1.2 Teilchen pro Kubikzentimeter. Geben Sie die mittlere Dichte in $M_\odot/pc^3$ und g/cm^3 an.
   b) Wenn wir die in Übungsserie1-Aufgabe2 berechnete Masse innerhalb der Sonnenbahn um das galaktische Zentrum in eine dicke Zylinderscheibe mit R = 8.1 kpc & der Dicke/Höhe = 1kpc verteilen, welche mittlere Sternendichte sei zu erwarten (Annahme: Gesamtmasse innerhalb Sonnenbahn = Masse aller Sterne + Masse des interstellaren Medium (aus 1a) und alle Sterne seien sonnenähnlich)?
   c) Von der Beobachtung ist aber eine mittlere Sternendichte von nur 0.13 $M_\odot/pc^3$ bekannt. Wie groß ist die fehlende Masse ("missing mass") pro Kubikparsec?
   d) Wieviele [1] Braune Zwerge á 50 $M_{Jupiter}$ müssten sich pro Kubikparsec [pc^3] befinden, um die fehlende Masse zu stellen? Wieviele [2] Neutronensterne oder [3] stellare Schwarze Löcher á 5 $M_\odot$ ließen sich in 1 Kubikkiloparsec [kpc^3] verstecken?

Übungen zur Vorlesung: Das Milchstraßensystem
– WS 23/24, Übungsserie (3) –

Ausgabe: 30.10.23
Abgabe der Übungsserie : 06.11.23
Besprechung im Seminar: 13.11.23

1. Materiedichte in unserer Sonnenumgebung:
   a) Die mittlere Dichte beträgt hier 1.2 Teilchen pro Kubikzentimeter. Geben Sie die mittlere Dichte in $M_\odot/pc^3$ und g/cm^3 an.

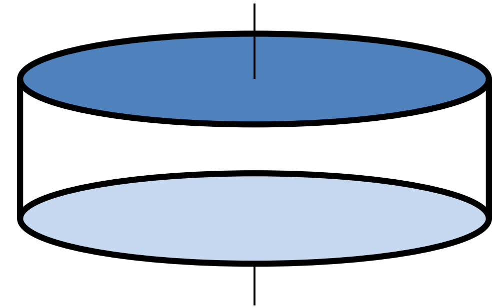
$$1.2 \text{ Teilchen} = \text{H-Atome/cm3} \times 1.673\ 10^{-24}\ g = \underline{\underline{2.0\ 10^{-24}\ g/cm^3}} = 2.0\ 10^{-27}\ kg/cm^3 \quad \frac{\cdot\ 2e30}{\cdot\ (3{,}086 \cdot 10^{-18})^3} \quad \frac{\cdot\ kg}{\cdot\ cm^3}$$

1

$$= \underline{\underline{0.0295\ M_\odot/pc^3}}$$

1

Übungen zur Vorlesung: Das Milchstraßensystem
– WS 23/24, Übungsserie (3) –



Ausgabe: 30.10.23
Abgabe der Übungsserie : 06.11.23
Besprechung im Seminar: 13.11.23

1. Materiedichte in unserer Sonnenumgebung:

   b) Wenn wir die in Übungsserie1-Aufgabe2 berechnete Masse innerhalb der Sonnenbahn um das galaktische Zentrum in eine dicke Zylinderscheibe mit R = 8.1 kpc & der Dicke/Höhe = 1kpc verteilen, welche mittlere Sternendichte sei zu erwarten (Annahme: Gesamtmasse innerhalb Sonnenbahn = Masse aller Sterne + Masse des interstellaren Medium (aus 1a) und alle Sterne seien sonnenähnlich)?

Ü1A2: $M = 1{,}184 \cdot 10^{11}\ M_\odot$ = Kepler-Gesamtmasse (Sterne + ISM + Dunkle Materie)

Volumen Zylinder $V = h \times \pi R^2 = 1\text{kpc} \times \pi(8{,}1)^2 = 206{,}12\ \text{kpc}^3 = 2{,}06\text{e}11\ \text{pc}^3$

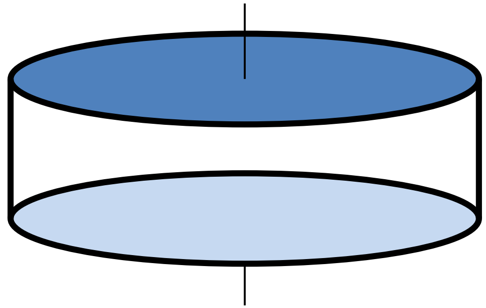
ISM-Masse im Zylinder = Dichte × Volumen = $0.0295\ M_\odot/\text{pc}^3 \times 2{,}06\text{e}11\ \text{pc}^3 = 6{,}08\text{e}9\ M_\odot$

Reine Sternenmasse: Kepler-Gesamtmasse innerhalb der ⊙Bahn – ISM-Masse = $1{,}184 \cdot 10^{11}\ M_\odot - 6{,}08 \cdot 10^9\ M_\odot$

$= 1.0624\ 10^{11}\ M_\odot \approx 1.1\ 10^{11}\ M_\odot$ in reinen Sterne (kein ISM) $\Rightarrow$ zu erwartende Sternendichte:

Masse/Volumen = $1.12\ 10^{11}\ M_\odot / 2{,}06\text{e}11\ \text{pc}^3$ = $\underline{\underline{0{,}545\ \text{Sterne}/\text{pc}^3}}$

Übungen zur Vorlesung: Das Milchstraßensystem
– WS 23/24, Übungsserie (3) –



Ausgabe: 30.10.23
Abgabe der Übungsserie : 06.11.23
Besprechung im Seminar: 13.11.23

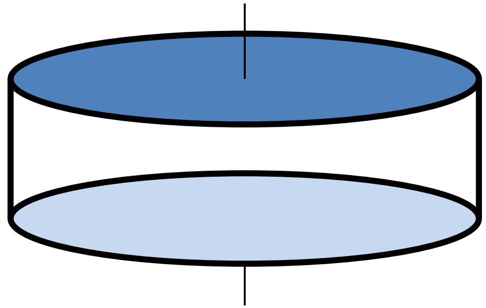
1. Materiedichte in unserer Sonnenumgebung:

c) Von der Beobachtung ist aber eine mittlere Sternendichte von nur 0.13 $M_\odot/pc^3$ bekannt. Wie groß ist die fehlende Masse ("missing mass") pro Kubikparsec?

Die „Missing Mass" ist (0,545 – 0,13) Sterne /pc^3 = 0,41 Sterne /pc^3

Fazit: Von der Beobachtung her ist nur ca. ¼ der Masse innerhalb der Sonnenbahn sichtbar!

Übungen zur Vorlesung: Das Milchstraßensystem
– WS 23/24, Übungsserie (3) –



Ausgabe: 30.10.23
Abgabe der Übungsserie : 06.11.23
Besprechung im Seminar: 13.11.23

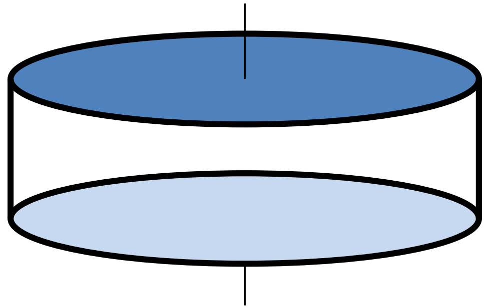
1. Materiedichte in unserer Sonnenumgebung:
   d) Wieviele [1] Braune Zwerge á 50 $M_{Jupiter}$ müssten sich pro Kubikparsec [pc^3] befinden, um die fehlende Masse zu stellen? Wieviele [2] Neutronensterne oder [3] stellare Schwarze Löcher á 5 $M_\odot$ ließen sich in 1 Kubikkiloparsec [kpc^3] verstecken?

„Missing Mass = 0,545 Sterne /pc^3

[1] Masse eines BZ: $50 \times M_{Jup} = 50 \times 1.8986e27\ \text{kg} = 50 \times 0{,}001\ M_\odot = 0{,}05\ M_\odot$

Also $\Rightarrow$ $0{,}545/0{,}05 = 10{,}9 \approx 10 \ldots$ **11 Braune Zwerge** (á $50M_J$) könnten **in einem pc^3** versteckt sein

Übungen zur Vorlesung: Das Milchstraßensystem
– WS 23/24, Übungsserie (3) –



Ausgabe: 30.10.23
Abgabe der Übungsserie : 06.11.23
Besprechung im Seminar: 13.11.23

1. Materiedichte in unserer Sonnenumgebung:

   d) Wieviele [1] Braune Zwerge á 50 $M_{Jupiter}$ müssten sich pro Kubikparsec [pc^3] befinden, um die fehlende Masse zu stellen? Wieviele [2] Neutronensterne oder [3] stellare Schwarze Löcher á 5 $M_\odot$ ließen sich in 1 Kubikkiloparsec [kpc^3] verstecken?

„Missing Mass = 0,545 Sterne /pc^3

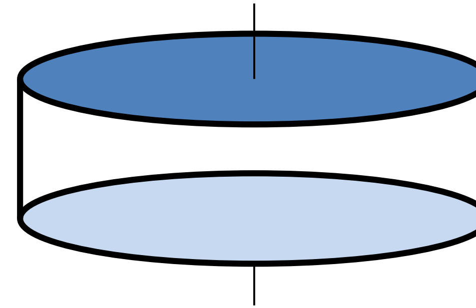
[1] Masse eines BZ: $50 \times M_{Jup} = 50 \times 1.8986e27$ kg $= 50 \times 0{,}001\, M_\odot = 0{,}05\, M_\odot$

Also $\Rightarrow$ $0{,}545/0{,}05 = 10{,}9 \approx$ **11 Braune Zwerge** (á50M_J) könnten **in einem pc^3** versteckt sein

[2] Masse NS: 1.4 $M_\odot$ (3 $M_\odot$) $\Rightarrow$ 0,545/1,4 (0,545/3) = **0,4 (0,2) NS könnten in einem pc^3** versteckt sein $\times (1000)^3$

$= 4\cdot10^8$ ($2\cdot10^8$) NS in einem kpc^3 $\Rightarrow$ Metallizität ??

Übungen zur Vorlesung: Das Milchstraßensystem
– WS 23/24, Übungsserie (3) –



Ausgabe: 30.10.23
Abgabe der Übungsserie : 06.11.23
Besprechung im Seminar: 13.11.23

1. Materiedichte in unserer Sonnenumgebung:

   d) Wieviele [1] Braune Zwerge á 50 $M_{Jupiter}$ müssten sich pro Kubikparsec [pc^3] befinden, um die fehlende Masse zu stellen? Wieviele [2] Neutronensterne oder [3] stellare Schwarze Löcher á 5 $M_\odot$ ließen sich in 1 Kubikkiloparsec [kpc^3] verstecken?

„Missing Mass = 0,545 Sterne /pc^3

[1] Masse eines BZ: $50 \times M_{Jup} = 50 \times 1.8986e27$ kg $= 50 \times 0{,}001\ M_\odot = 0{,}05\ M_\odot$

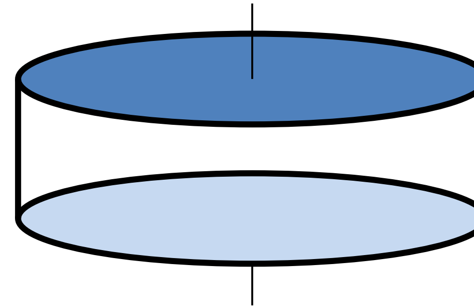
Also $\Rightarrow$ $0{,}545/0{,}05 = 10{,}9 \approx$ **11 Braune Zwerge** (á50M_J) könnten **in einem pc^3** versteckt sein

[2] Masse NS: 1.4 $M_\odot$ (3 $M_\odot$) $\Rightarrow$ 0,545/1,4 (0,545/3) = **0,4 (0,2) NS könnten in einem pc^3** versteckt sein $\times (1000)^3$

$= 4\cdot10^8$ ($2\cdot10^8$) NS in einem kpc^3 $\Rightarrow$ Metallizität ??

[3] 5$M_\odot$ Löcher: 0,545/5 = 0,1 SL könnten in einem pc^3 versteckt sein $\times (1000)^3$ = $1\cdot10^8$ SL in einem kpc^3

Übungen zur Vorlesung: Das Milchstraßensystem
– WS 23/24, Übungsserie (3) –



Ausgabe: 30.10.23
Abgabe der Übungsserie : 06.11.23
Besprechung im Seminar: 13.11.23

1. Materiedichte in unserer Sonnenumgebung:

   d) Wieviele [1] Braune Zwerge á 50 $M_{Jupiter}$ müssten sich pro Kubikparsec [pc^3] befinden, um die fehlende Masse zu stellen? Wieviele [2] Neutronensterne oder [3] stellare Schwarze Löcher á 5 $M_\odot$ ließen sich in 1 Kubikkiloparsec [kpc^3] verstecken?

„Missing Mass = 0,545 Sterne /pc^3

[1] Masse eines BZ: $50 \times M_{Jup} = 50 \times 1.8986e27$ kg $= 50 \times 0,001\ M_\odot = 0,05\ M_\odot$

Also $\Rightarrow$ 0,545/0,05 = 10,9 $\approx$ **11 Braune Zwerge** (á50M_J) könnten **in einem pc^3** versteckt sein

[2] Masse NS: 1.4 $M_\odot$ (3 $M_\odot$) $\Rightarrow$ 0,545/1,4 (0,545/3) = **0,4 (0,2) NS könnten in einem pc^3** versteckt sein $\times (1000)^3$

= $4 \cdot 10^8$ ($2 \cdot 10^8$) NS in einem kpc^3 $\Rightarrow$ Metallizität ??

[3] 5$M_\odot$ Löcher: 0,545/5 = 0,1 SL könnten in einem pc^3 versteckt sein $\times (1000)^3$ = $1 \cdot 10^8$ SL in einem kpc^3

100$M_\odot$ Löcher: 0,545/100 = 5e-3 SL könnten in einem pc^3 versteckt sein $\times (1000)^3$ = $5 \cdot 10^6$ SL in einem kpc^3

1000$M_\odot$ Löcher: 0,545/1000 = 5e-4 SL könnten in einem pc^3 versteckt sein $\times (1000)^3$ = $5 \cdot 10^5$ SL in einem kpc^3

10 000$M_\odot$ Löcher: 0,545/1e4 = 5e-5 SL könnten in einem pc^3 versteckt sein $\times (1000)^3$ = $5 \cdot 10^4$ SL in einem kpc^3

100 000$M_\odot$ Löcher: 0,545/1e5 = 5000 SL in einem kpc^3

2. Die Sternentstehungsrate für die Sonnenumgebung beträgt ungefähr $3\times10^{-12}\ M_\odot$/Jahr/pc^3 und sei repräsentativ für die gesamte Milchstraße.

   a) Schätzen Sie die pro Jahr in Sterne verwandelte Masse für die gesamte Milchstraße ab, indem Sie für das Raumvolumen der Milchstraße, in der Sternentstehung auch tatsächlich stattfindet, eine dünne zylindrische Scheibe mit der Skalenhöhe (Dicke) 100pc und einen Radius von 15 kpc annehmen!

Volumen Zylinder $V = h \times 2\pi R^2 = 100\ \text{pc} \times \pi(15\,000)^2 = 7{,}07\cdot10^{10}\ \text{pc}^3 = 70\ \text{kpc}^3$

Sternentstehungsrate = Volumen × Sternentstehungsrate $= 7{,}07\cdot10^{10}\ \text{pc}^3 \times 3\ 10^{-12}\ M_\odot/\text{a}/\text{pc}^3 = 0{,}2$ Sterne/a

1

⇒ für eine Dicke von 200pc: 0,4 Sterne /a

⇒ Beobachtungsbefund: tatsächlich nur wenige Sterne / Jahr

⇒ typische Angaben 2-4 Sterne / Jahr

b) Wie groß müßte die durchschnittliche Sternentstehungsrate mindestens gewesen sein, um die gesamte sichtbare Masse der Milchstraße (ca. 1×10^{12} $M_\odot$) innerhalb von 13×10^9 Jahren zu produzieren?

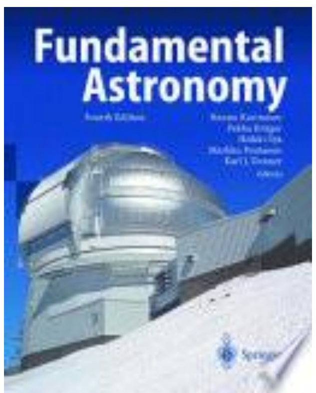
Durchschnittliche Sternentstehungsrate = Masse/Zeit = 1e12 $M_\odot$ /$13\cdot10^9$ a = 77 Sterne / Jahr 1

Fazit: In der Frühzeit der Galaxienentwicklung muss die Sternentstehungsrate sehr viel größer gewesen sein!

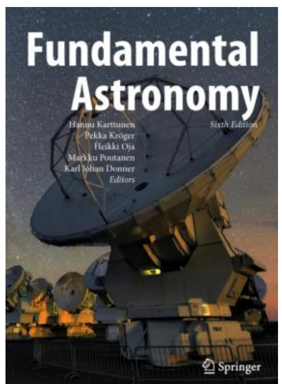
3. Die mittlere Extinktion in der galaktischen Ebene ist a = 2 mag/kpc. Bis zu welcher Entfernung können wir

   (a) sonnenähnliche Sterne,
   (b) typische 100 $M_\odot$-Sonnenmassen Sterne und
   (c) Weiße Zwerge

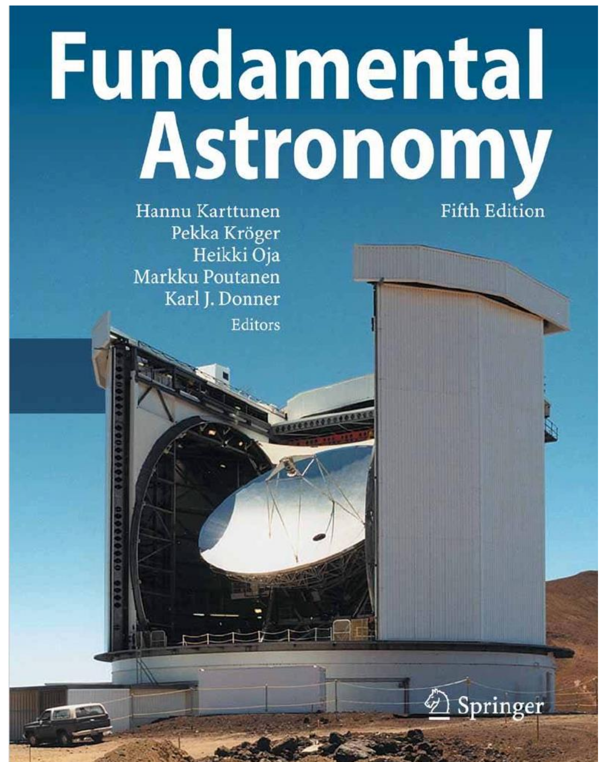
   in der galaktischen Ebene mit bloßem Auge sehen? (Tipp: für M_V im Internet nach Hertzspung-Russell-Diagramm suchen, m_{Grenz}(Auge) = 6.2 mag).
   Achtung: die Gleichung ist nicht analytisch lösbar! Im Karttunen et al.: Astronomie – Eine Einführung, S. 109/110, (Anhang 6) ist eine einfache Iterationsmethode (Methode der Intervallhalbierung) beschrieben.)



(Karttunen et al., 4Edit.)

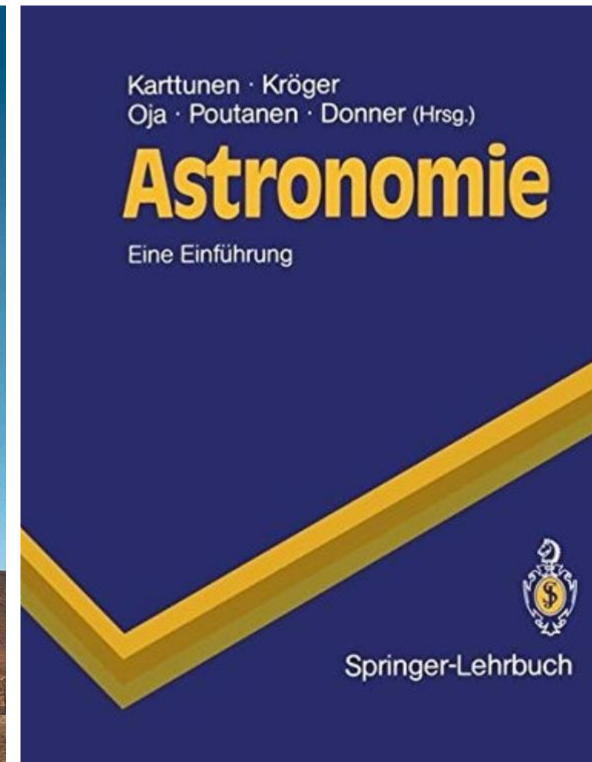


(Karttunen et al., 6Edit.)



(Karttunen et al., 5Edit., S 92)

(Karttunen et al., D-Edit., S 109)



3. Die mittlere Extinktion in der galaktischen Ebene ist a = 2 mag/kpc. Bis zu welcher Entfernung können wir

(a) sonnenähnliche Sterne,

(b) typische 100 $M_\odot$-Sonnenmassen Sterne und

(c) Weiße Zwerge

in der galaktischen Ebene mit bloßem Auge sehen? (Tipp: für M_V im Internet nach Hertzspung-Russell-Diagramm suchen, m_{Grenz}(Auge) = 6.2 mag).
Achtung: die Gleichung ist nicht analytisch lösbar! Im Karttunen et al.: Astronomie – Eine Einführung, S. 109/110, (Anhang 6) ist eine einfache Iterationsmethode (Methode der Intervallhalbierung) beschrieben.)

$$m - M = 5 \log r[pc] - 5 + A_V$$

$$m - M = 5 \log r[pc] - 5 + a \cdot r$$

$$5 \log r = m - M - a \cdot r + 5 \qquad |:5$$

$$\log r = [(m - M - ar)/5] + 1$$

$$r = 10^{[(m - M - ar)/5] + 1}$$

1

a) sonnenähnliche Sterne: $M_V = +4.84$, a = 2mag/kpc = 0.002 mag/pc

$$\mathbf{r} = 10^{[(6{,}2 - 4{,}84 - 0{,}002r)/5] + 1} = 10^{(0{,}272 + 1 - 0{,}0004r)} = 10^{(1{,}272 - 0{,}0004\mathbf{r})}$$

3. Die mittlere Extinktion in der galaktischen Ebene ist a = 2 mag/kpc. Bis zu welcher Entfernung können wir

(a) sonnenähnliche Sterne,

(b) typische 100 $M_\odot$-Sonnenmassen Sterne und

(c) Weiße Zwerge

in der galaktischen Ebene mit bloßem Auge sehen? (Tipp: für M_V im Internet nach Hertzspung-Russell-Diagramm suchen, m_{Grenz}(Auge) = 6.2 mag).
Achtung: die Gleichung ist nicht analytisch lösbar! Im Karttunen et al.: Astronomie – Eine Einführung, S. 109/110, (Anhang 6) ist eine einfache Iterationsmethode (Methode der Intervallhalbierung) beschrieben.)

$$m - M = 5 \log r[pc] - 5 + a\cdot r$$

$$5 \log r = m - M - a\cdot r + 5 \qquad |:5$$

$$\log r = [(m - M - ar)/5] + 1$$

$$r = 10^{[(m - M - ar)/5] + 1}$$

a) sonnenähnliche Sterne: $M_V = +4.84$, a = 2mag/kpc = 0.002 mag/pc

$$\mathbf{r} = 10^{[(6{,}2 - 4{,}84 - 0{,}002r)/5] + 1} = 10^{(0{,}272 + 1 - 0{,}0004r)} = 10^{(1{,}272 - 0{,}0004\mathbf{r})}$$

Im Kartunen erster Testwert: r = 1000 pc	$\mathbf{r} = 10^{(1{,}272 - 0{,}0004\times\mathbf{1000pc})}$	= 7,44 pc
Hälfte von r = 500 pc	$r = 10^{(1{,}272 - 0{,}0004\times\mathbf{500pc})}$	= 11,8 pc
r = 200 pc	$r = 10^{(1{,}272 - 0{,}0004\times\mathbf{200pc})}$	= 15,6 pc
r = 50 pc	$r = 10^{(1{,}272 - 0{,}0004\times\mathbf{50pc})}$	= 17,86 pc
r = 25 pc	$r = 10^{(1{,}272 - 0{,}0004\times\mathbf{25pc})}$	= 18,28 pc
r = 19 pc	$r = 10^{(1{,}272 - 0{,}0004\times\mathbf{19pc})}$	= 18,38 pc
r = 18 pc	$r = 10^{(1{,}272 - 0{,}0004\times\mathbf{18pc})}$	= 18,39 pc *
r = 4 pc	$r = 10^{(1{,}272 - 0{,}0004\times\mathbf{4pc})}$	= 18,63 pc

r = 18,39 pc r = 18,3926 pc

Ohne Extinktion: r = 18,71pc

Fazit: Für die bloßen Augen macht es kaum einen Unterschied.

3. Die mittlere Extinktion in der galaktischen Ebene ist a = 2 mag/kpc. Bis zu welcher Entfernung können wir

(a) sonnenähnliche Sterne,

(b) typische 100 $M_\odot$-Sonnenmassen Sterne und

(c) Weiße Zwerge

in der galaktischen Ebene mit bloßem Auge sehen? (Tipp: für M_V im Internet nach Hertzspung-Russell-Diagramm suchen, m_{Grenz}(Auge) = 6.2 mag).
Achtung: die Gleichung ist nicht analytisch lösbar! Im Karttunen et al.: Astronomie – Eine Einführung, S. 109/110, (Anhang 6) ist eine einfache Iterationsmethode (Methode der Intervallhalbierung) beschrieben.)

$$m - M = 5 \log r[pc] - 5 + a \cdot r$$

$$5 \log r = m - M - a \cdot r + 5 \qquad |:5$$

$$\log r = [(m - M - ar)/5] + 1$$

$$r = 10^{[(m - M - ar)/5] + 1}$$

b) 100 $M_\odot$-Sterne: $M_V = -8^{mag}$, (-7^{mag}) a = 2mag/kpc = 0.002 mag/pc

$$\mathbf{r} = 10^{[(6{,}2 + 8.0 - 0{,}002r)/5] + 1} = 10^{(3{,}84 - 0{,}0004\mathbf{r})}$$

$$\mathbf{r} = 10^{[(6{,}2 + 7.0 - 0{,}002r)/5] + 1} = 10^{(3{,}64 - 0{,}0004\mathbf{r})}$$

Selbstgewählter erster Testwert:

r = 2000 pc	$\mathbf{r} = 10^{(3{,}84 - 0{,}0004 \times \mathbf{2000pc})}$	= 1096 pc	(692pc)
r = 1500 pc	$r = 10^{(3{,}84 - 0{,}0004 \times \mathbf{1500pc})}$	= 1738 pc	(1096pc)
r = 1600 pc	$r = 10^{(3{,}84 - 0{,}0004 \times \mathbf{1600pc})}$	= 1585 pc	(1000pc)
r = 1594 pc	$r = 10^{(3{,}84 - 0{,}0004 \times \mathbf{1594pc})}$	= 1595,9 pc	für r = 1308pc (1308pc)

Fazit: Für die bloßen Augen sieht man bis ca. 1.5 kpc 100 $M_\odot$-Sterne, ()
ohne Extinktion würde man bis 6,9kpc ≈ 7kpc weit sehen!!!

3. Die mittlere Extinktion in der galaktischen Ebene ist a = 2 mag/kpc. Bis zu welcher Entfernung können wir

(a) sonnenähnliche Sterne,

(b) typische 100 $M_\odot$-Sonnenmassen Sterne und

(c) Weiße Zwerge

in der galaktischen Ebene mit bloßem Auge sehen? (Tipp: für M_V im Internet nach Hertzspung-Russell-Diagramm suchen, m_{Grenz}(Auge) = 6.2 mag).
Achtung: die Gleichung ist nicht analytisch lösbar! Im Karttunen et al.: Astronomie – Eine Einführung, S. 109/110, (Anhang 6) ist eine einfache Iterationsmethode (Methode der Intervallhalbierung) beschrieben.)

$$m - M = 5 \log r[pc] - 5 + a \cdot r$$
$$5 \log r = m - M - a \cdot r + 5 \qquad |:5$$
$$\log r = [(m - M - ar)/5] + 1$$
$$r = 10^{[(m - M - ar)/5] + 1}$$

b) Weiße Zwerge (WZ): $M_V = +14$mag, a = 2mag/kpc = 0.002 mag/pc

$$\mathbf{r} = 10^{[(6{,}2 - 14.0 - 0{,}002r)/5] + 1} = 10^{(-0{,}56 - 0{,}0004\mathbf{r})}$$

Erster Testwert:	r = 500 pc	$\mathbf{r} = 10^{(-0{,}56 - 0{,}0004 \times \mathbf{500pc})}$	= 0,17 pc
	r = 100 pc	$r = 10^{(-0{,}56 - 0{,}0004 \times \mathbf{100pc})}$	= 0,25 pc
	r = 10 pc	$r = 10^{(-0{,}56 - 0{,}0004 \times \mathbf{10pc})}$	= 0,27 pc
	r = 1 pc	$r = 10^{(-0{,}56 - 0{,}0004 \times \mathbf{1pc})}$	= 0,27 pc
	r = 0,27 pc	$r = 10^{(-0{,}56 - 0{,}0004 \times \mathbf{0{,}27pc})}$	= 0,27 pc

Fazit: Für die bloßen Augen sieht man Weiße Zwerge nur bis ca. zur Mitte der Oortschen Wolke (r_{out} = 0.75pc)!

ohne Extinktion (r = 0,27 pc)

4. Wie nah müsste sich ein Neutronenstern ($T_{eff} \approx 10^6$K) befinden, um ihn mit bloßen Augen sehen zu können? Hier soll die Extinktion keine Rolle spielen. Wo befinden sich solche Objekte im klassischen Hertzsprung - Russell - Diagramm? Für eine einfache Abschätzung nehmen Sie für die Berechnung der Leuchtkraft idealisiert $M_V \cong M_{bol}$ an.

T_{eff} = 1e6 K, $R \approx$ 10(…20) km = 10 000m

1) Bestimmung Leuchtkraft $L_{NS} = 4\pi R^2 \sigma T^4 = 4\pi(1e4m)^2 \cdot 5{,}67e\text{-}8 \cdot (1e6)^4 = 7{,}1e25$ W

($1 L_\odot = 3{,}8e26$ W)

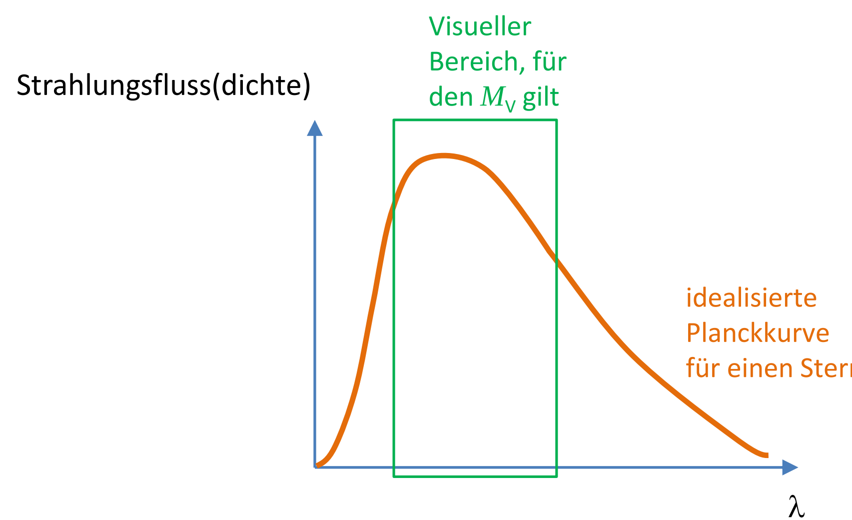
$= 0.19\, L_\odot \approx 0{,}2\, L_\odot$

Unter der „falschen", idealisierter Annahme $M_{bol} \approx M_V$

$$M_{NS} - M_\odot = -2.5 \log (L_{NS}/L_\odot)$$

$M_{bol} \Rightarrow$ Gesamtleuchtkraft eines Himmelskörpers, integriert über alle λ (=Flächeninhalt unter gesamter Energieverteilung)

$M_v \Rightarrow$ Leuchtkraft eines Himmelskörper, nur im Visuellen Bereich, Integration der Energieverteilung nur im Bereich des visuellen Spektrums



4. Wie nah müsste sich ein Neutronenstern ($T_{eff} \approx 10^6$K) befinden, um ihn mit bloßen Augen sehen zu können? Hier soll die Extinktion keine Rolle spielen. Wo befinden sich solche Objekte im klassischen Hertzsprung - Russell - Diagramm? Für eine einfache Abschätzung nehmen Sie für die Berechnung der Leuchtkraft idealisiert $M_V \cong M_{bol}$ an.

T_{eff} = 1e6 K, $R \approx 10(\ldots 20)$ km = 10 000m

1) Bestimmung Leuchtkraft $L_{NS} = 4\pi R^2 \sigma T^4$ = 4π(1e4m)²·5,67e-8·(1e6)⁴ = 7,1e25 W

(1L$_\odot$ = 3,8e26 W)

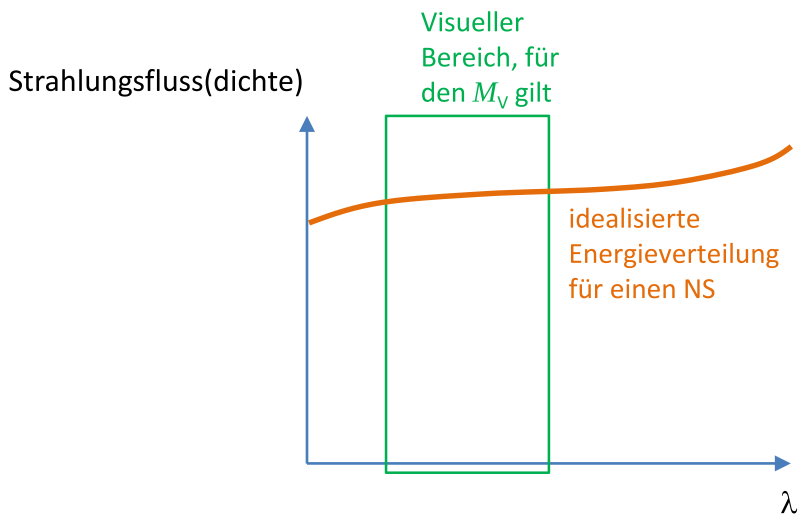
= 0.19 L$_\odot$ ≈ 0,2 L$_\odot$

Unter der „falschen“, idealisierter Annahme $M_{\mathrm{bol}} \approx M_V$

$$M_{NS} - M_\odot = -2.5 \log (L_{NS}/L_\odot)$$

M_{bol} ⇒ Gesamtleuchtkraft eines Himmelskörpers, integriert über alle λ (=Flächeninhalt unter gesamter Energieverteilung)

M_v ⇒ Leuchtkraft eines Himmelskörper, nur im Visuellen Bereich, Integration der Energieverteilung nur im Bereich des visuellen Spektrums



4. Wie nah müsste sich ein Neutronenstern ($T_{eff} \approx 10^6$K) befinden, um ihn mit bloßen Augen sehen zu können? Hier soll die Extinktion keine Rolle spielen. Wo befinden sich solche Objekte im klassischen Hertzsprung - Russell - Diagramm? Für eine einfache Abschätzung nehmen Sie für die Berechnung der Leuchtkraft idealisiert $M_V \cong M_{bol}$ an.

T_{eff} = 1e6 K, $R \approx$ 10(…20) km = 10 000m

1) Bestimmung Leuchtkraft $L_{NS} = 4\pi R^2 \sigma T^4$ = 4π(1e4m)^2·5,67e-8·(1e6)^4 = 7,1e25 W

(1L$_\odot$ = 3,8e26 W) 1

= 0.19 L$_\odot$ ≈ 0,2 L$_\odot$

Unter der „falschen", idealisierter Annahme $M_{bol} \approx M_V$

$$M_{NS} - M_\odot = -2.5 \log (L_{NS}/L_\odot)$$

$$M_{NS} = M_\odot - 2.5 \log (L_{NS}) = 4{,}84 - 2.5 \log (0{,}2) = +6.6^{mag}$$ 1

Für R = 20km, T_{eff} = 1e6 K: L_{NS} = 2,8e26 W = 0.75 L$_\odot$ somit M_{NS} = 4,84 – 2.5 log (0,75) = +5.1^{mag}

4. Wie nah müsste sich ein Neutronenstern ($T_{eff} \approx 10^6$K) befinden, um ihn mit bloßen Augen sehen zu können? Hier soll die Extinktion keine Rolle spielen. Wo befinden sich solche Objekte im klassischen Hertzsprung - Russell - Diagramm? Für eine einfache Abschätzung nehmen Sie für die Berechnung der Leuchtkraft idealisiert $M_V \cong M_{bol}$ an.

T_{eff} = 1e6 K, $R \approx$ 10(…20) km = 10 000m

1) Bestimmung Leuchtkraft $L_{NS} = 4\pi R^2 \sigma T^4$ = 4π(1e4m)²·5,67e-8·(1e6)⁴ = 7,1e25 W

(1$L_\odot$ = 3,8e26 W) 1

= 0.19 $L_\odot$ ≈ 0,2 $L_\odot$

Unter der „falschen", idealisierter Annahme $M_{bol} \approx M_V$

$M_{NS} - M_\odot = -2.5 \log (L_{NS}/L_\odot)$

$M_{NS} = M_\odot - 2.5 \log (L_{NS})$ = 4,84 – 2.5 log (0,2) = $+6.6^{mag}$ 1

Für R = 20km, T_{eff} = 1e6 K: L_{NS} = 2,8e26 W = 0.75 $L_\odot$ somit M_{NS} = 4,84 – 2.5 log (0,75) = $+5.1^{mag}$

Für R = 10km, T_{eff} = 1e4 K: L_{NS} = 7,1e17 W = 2e-9 $L_\odot$ somit M_{NS} = 4,84 – 2.5 log (2e-9) = $+26{,}6^{mag}$

4. Wie nah müsste sich ein Neutronenstern ($T_{eff} \approx 10^6$K) befinden, um ihn mit bloßen Augen sehen zu können? Hier soll die Extinktion keine Rolle spielen. Wo befinden sich solche Objekte im klassischen Hertzsprung - Russell - Diagramm? Für eine einfache Abschätzung nehmen Sie für die Berechnung der Leuchtkraft idealisiert $M_V \cong M_{bol}$ an.

T_{eff} = 1e6 K, $R \approx$ 10(…20) km = 10 000m

1) Bestimmung Leuchtkraft $L_{NS} = 4\pi R^2 \sigma T^4$ = 4π(1e4m)²·5,67e-8·(1e6)⁴ = 7,1e25 W

(1L$_\odot$ = 3,8e26 W)

= 0.19 L$_\odot$ ≈ 0,2 L$_\odot$

Unter der „falschen“, idealisierter Annahme $M_{\text{bol}} \approx M_V$

$$M_{NS} - M_\odot = -2.5 \log (L_{NS}/L_\odot)$$

$$M_{NS} = M_\odot - 2.5 \log (L_{NS}) = 4{,}84 - 2.5 \log (0{,}2) = +6.6^{\text{mag}}$$

Entfernungsmodul: $r\,[\text{pc}] = 10^{[(m - M + 5)/5]}$

$r\,[\text{pc}] = 10^{[(6{,}2 - 6{,}6 + 5)/5]} = 10^{0{,}92} = 8.3$ pc (für R = 10km)

$r\,[\text{pc}] = 10^{[(6{,}2 - 5{,}1 + 5)/5]} = 10^{1{,}22} = 16{,}6$ pc (für R = 20 km)

(Für R = 10 km, T_{eff} = 1e4 K, $M_{NS} = +26{,}6^{\text{mag}}$: $r\,[\text{pc}] = 10^{[(6{,}2 - 26{,}6 + 5)/5]} = 10^{-3{,}08}$ = 0,0008 pc = 171 AE)

4. Wie nah müsste sich ein Neutronenstern (T_{eff} =
sehen zu können? Hier soll die Extinktion kei
Objekte im klassischen Hertzsprung - Russell -
nehmen Sie für die Berechnung der Leuchtkraft

R [km]	T_{eff} [K]	L in $L_\odot$	M_v
10	1e6	0,2	$+6.6^{mag}$
20	1e6	0,75	$+5.1^{mag}$
10	1e4	2e-9	$+26,6^{mag}$
20	1e5	7e-5	$+15,2^{mag}$