Übungen zur Vorlesung: Das Milchstrassensystem
–WS 23/24, Übungsserie (5) –

Ausgabe: 13.11.23 - Abgabe der Übungsserie : 20.11.23 - Besprechung im Seminar: 27.11.23
Bitte Hinweise auf Seite 2 beachten!

1. Eine hypothetische galaktische Molekülwolke sei in Richtung der galaktischen Koordinaten l = 315° und b = 0° zu sehen und habe eine messbare Geschwindigkeit von $v_r = v_{lsr}$ = –160 km/s. Nehmen wir an, die Wolke habe keine Eigenbewegung am Himmel, so dass v_t = 0 ist.
   a) In welcher Entfernung vom Galaktischen Zentrum befindet sich die Wolke? Welche Entfernung hat die Wolke zu uns? Benutzen Sie nur einfache trigonometrische Überlegungen!
   b) In wieviel Jahren werden wir uns mit der Wolke in einer Linie (auf gleichem Radiusvektor) zum Galaktischen Zentrum befinden? Hier wollen wir die Pekuliarbewegung der Sonne im LSR vernachlässigen und setzen U,V,W(Sonne) = 0 in erster Näherung (aber $\Theta_\odot$= 250 km/s).
   c) Steht zu diesem Zeitpunkt (wenn wir auf einer Linie mit der Wolke und dem GC stehen) die Wolke in Richtung GC oder Anti-GC von uns aus gesehen?
2. a) Wir sehen einen hypothetischen Stern 1 bei den galaktischen Koordinaten l =160° und b=30°. Für diesen Stern habe man aus den Spektrallinien eine Geschwindigkeit von $v_r = v_{\text{heliozentrisch}}$ = +43 km/s ermittelt. Korrigieren Sie diese Geschwindigkeit auf das kinematische LSR.
   b) Wie verändert sich die Korrektur für einen Stern 2 auf den Koordinaten l = 345° und b = -60°.
3. Für eine hypothetische Galaxie wurde eine Radialgeschwindigkeit von $v_r = v_{\text{heliozentrisch}}$=1 510 km/s in gleicher Richtung l = 160° und b = 30° gemessen. Korrigieren Sie diese Geschwindigkeit auf das dynamische LSR ($\Theta_\odot$= 250 km/s; „heliogalaktisch“).
4. Ein hypothetischer Stern sichtbar bei den galaktischen Koordinaten l = 41° und b = 23° habe eine (relativ große) Entfernung von 3.5 kpc. Für diesen Stern wurden die Geschwindigkeitswerte U = +8 km/s, V = +35 km/s & W = −4 km/s gemessen. Korrigieren Sie diese UVW-Geschwindigkeitsangaben (zu U^*, V^*, W^*) unter der Berücksichtigung der differentiellen Rotation. Schätzen Sie die benötigte galaktische Rotationsgeschwindigkeit am Ort des Sterns $\Theta(R)$ und für $\Theta_\odot$ auf Grund der Rotationskurve der Milchstraße in Abb. 1 ab. Nutzen Sie hier nicht (!!) $\Theta_\odot$= 250 km/s !!

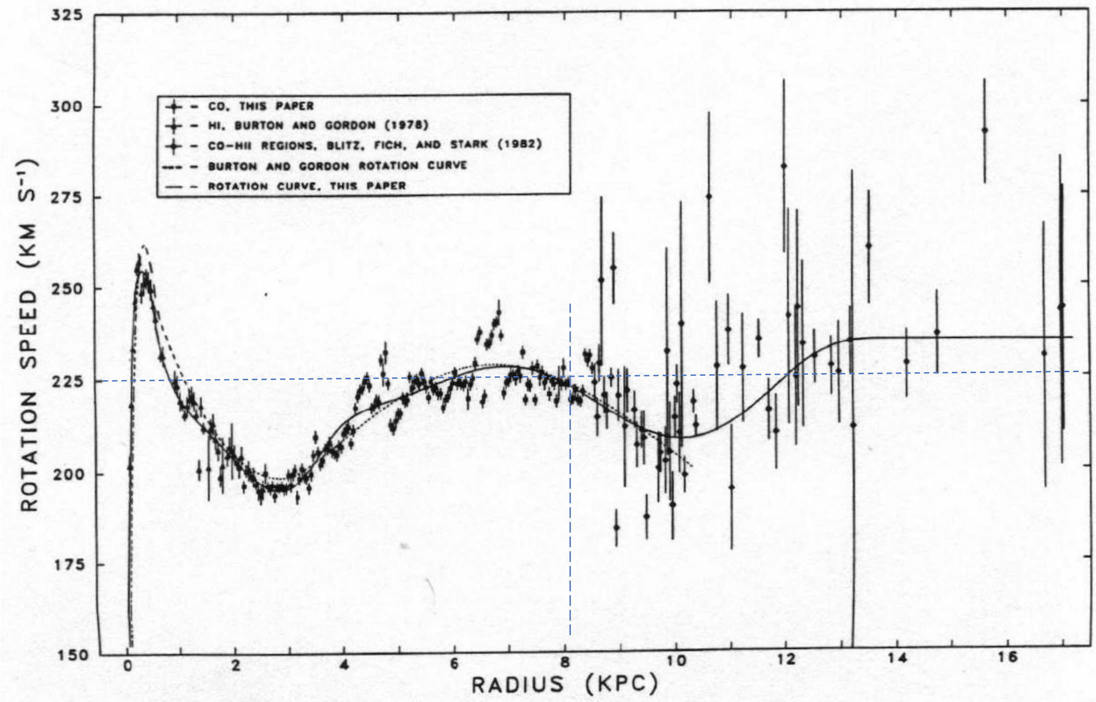


Abbildung 1: Darstellung der Rotationskurve der Milchstraße mit Messungen aus Clemens (1985), ApJ. 295, 422.

Hinweise zur Berechnung der Ü5 A1:

Hier hilft das geometrische Zeichnen der Situation!

Hinweise zur Berechnung der Ü5 A2:

Berechnung in der „näheren“ Sonnenumgebung

l, b galaktische Koordinaten, Nutzung Kugelkoordinaten:

$U = v_r \cos l \cos b$
$V = v_r \sin l \cos b$
$W = v_r \sin b$

$$v_{lsr} = \sqrt{(U - U_\odot)^2 + (V - V_\odot)^2 + (W - W_\odot)^2}$$

$U_\odot = 11$ km/s, $V_\odot = 12$ km/s, $W_\odot = 7$ km/s

Hinweise zur Berechnung der Ü5 A3:

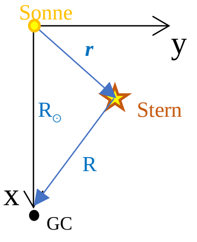
Berechnung für weit entfernte extragalaktische Objekte

$\Pi = U$
$\Theta = V - \Theta_\odot$
$Z = W$

$$v_{lsr} = \sqrt{(\Pi - U_\odot)^2 + (\Theta - V_\odot)^2 + (Z - W_\odot)^2}$$

Hinweise zur Berechnung der Ü5 A4:

Berechnung für weiter entfernte Objekte innerhalb der Milchstraße
Berücksichtigung der differentiellen Rotation
(Ist eigentlich für R > 100 pc nötig)



$$\begin{pmatrix} U \\ V \\ W \end{pmatrix}^* \begin{aligned} &= U - \Theta(R) \cdot y \cdot R^{-1} \\ &= V - [\Theta(R) \cdot (R_\odot - x) \cdot R^{-1}] + \Theta_\odot \\ &= W \end{aligned}$$

(korrigiert)

R = Abstand Objekt/Stern zum Galaktischen Zentrum (GC)
$\Theta_\odot$ = Kreisbahngeschwindigkeit am Ort der Sonne (aus Abb.1)
$\Theta(R)$ = Kreisbahngeschwindigkeit am Ort des Objektes/Stern (aus Abb.1)

$$R = \sqrt{(R_\odot - x)^2 + (r \cdot \sin l \cdot \cos b)^2}$$

r = Abstand Objekt/Stern zur Sonne
x,y = rechtwinkliges Koordinatensystem: x zeigt in Richtung GC,
y zeigt in $l = 90°$
Ursprung ist am Ort der Sonne

$x = r \cos l \cos b$ & $y = r \sin l \cos b$