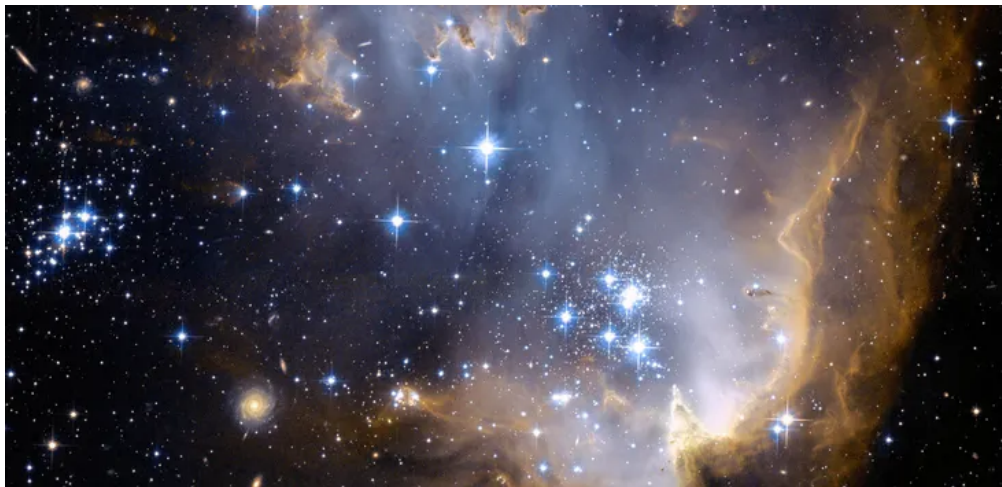


Dunkle Materie steht zur Debatte

20.09.2023 Autor: Victor Estrada Diaz

Einführung

Seit jeher beobachtet die Menschheit mit Bewunderung den weiten und unendlichen Sternenhimmel. Die Neugier auf Himmelsobjekte hat uns dazu veranlasst, Koordinatensysteme zu entwickeln, die es uns ermöglichen, Sterne, Planeten, Galaxien und andere Himmelskörper präzise zu lokalisieren. In diesem Dokument wir erkunden Himmelskoordinaten und wie Astronomen Entfernungen im Weltraum messen, eine



monumentale Herausforderung, die es uns ermöglicht, unseren Platz im Universum besser zu verstehen.

Das wir können beachten?

Der Himmel präsentiert uns eine Vielfalt an Himmelsobjekten, darunter Asteroiden, Kometen, Planeten, Sterne, Sternhaufen, Galaxien und Quasare. Die Art und Weise, wie wir diese Objekte wahrnehmen, variiert jedoch je nach Entfernung und Bewegung.

Asteroiden, Kometen und Planeten sind aufgrund ihrer Nähe an ihrer scheinbaren Bewegung am Himmel zu erkennen. Während Asteroiden und Kometen ihre Position schnell ändern können, bewegen sich auch Planeten, allerdings langsamer als die Hintergrundsterne.

Trotz ihrer scheinbaren Unbeweglichkeit weisen die Sterne am Ende des Jahres aufgrund der Sternparallaxe eine leichte Verschiebung am Himmel auf, die beim Vergleich ihrer Position zu verschiedenen Jahreszeiten beobachtet werden kann. Diese Verschiebung ist jedoch aufgrund ihrer enormen Entfernung gering ausreichend, um dies zu berechnen.

Die Galaxien sind so weit entfernt, dass ihre Bewegung nicht vom Hintergrund unterschieden werden kann, sodass die Parallaxe nicht mehr genutzt werden

kannweiter Neben uns ist die Galaxie vonAndromeda, stellt seine Entfernung eine Herausforderung dar, der wir nur unter theoretischen Annahmen über die Struktur des Universums begegnen können.



Sternkoordinaten

Nun, wir haben die Situation am Himmel eines Sterns oder einer Galaxie und wir wissen, wie viel weiter Je weiter es entfernt ist, desto kleiner wird seine scheinbare Bewegung sein, sodass Rektaszension und Deklination für Sterne und Galaxien ausreichen, um sie am Himmel zu lokalisieren, aber wir müssen wissen, wie weit sie entfernt sind.

Bei Entfernungen von der Galaxie können wir die Parallaxe als Entfernung verwenden, bei größeren Entfernungen wie bei anderen Galaxien funktioniert die Parallaxe nicht, da sich das Objekt an der gleichen Position im Hintergrund befindet. Wir werden eine Parallaxe messen, die für alle Zwecke Null ist, was wir haben um dann eine effektive Möglichkeit zur Entfernungsmessung zu finden und daher auf andere Methoden zurückzugreifen.

Den Himmel verstehen, Sternkoordinaten

Wenn wir den Himmel vom Boden aus oder von einem Weltraumteleskop aus beobachten, müssen wir das Objekt genau bestimmen. Es ist wichtig, diese Informationen in einer guten Datenbank zu hinterlegen und wir müssen genaue Referenzen vorbereiten, um das Sternobjekt eindeutig zu identifizieren.

Dazu ist es notwendig, Koordinaten für den Himmel festzulegen

Die standardisierten Koordinaten zur Himmelsbeobachtung sind Winkelmaße.

Himmelskoordinaten: Den Himmel markieren

Bei der Beobachtung des Himmels von der Erde oder durch Weltraumteleskope ist es wichtig, genaue Koordinaten festzulegen, um Himmelsobjekte eindeutig zu identifizieren. Diese Koordinaten werden in Winkelmaßen ausgedrückt, was bedeutet, dass sie keinen bestimmten Einheiten unterliegen, da sie Betrachtungswinkel darstellen, die durch unseren Standort auf der Erde bestimmt werden.

Gerader Aufstieg (AR): Rektaszension ist eine Winkelmessung, die vom Himmelsäquator aus durchgeführt wird, um ein Objekt senkrecht zu dieser Ebene zu lokalisieren. Diese Koordinate ähnelt dem Längengrad auf der Erde und wird verwendet, um die Position von Objekten in der Äquatorialebene zu definieren.

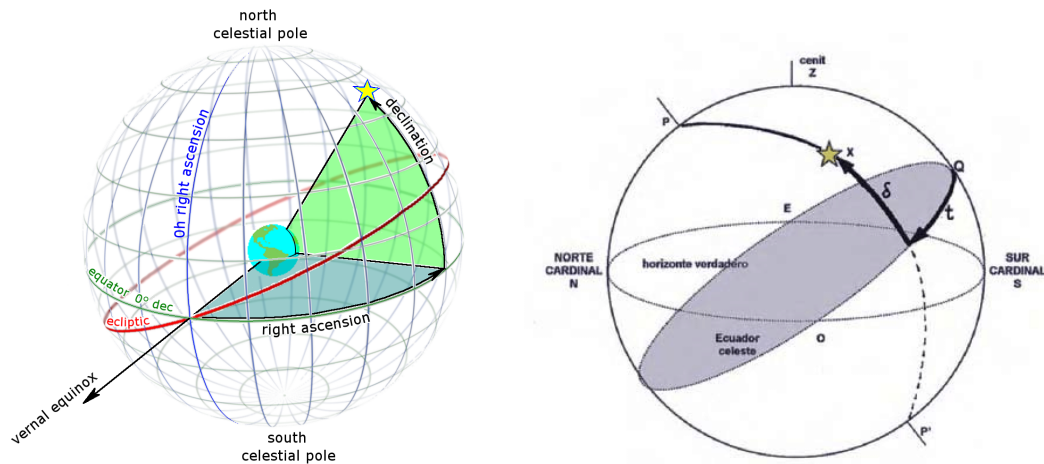
Dabei handelt es sich um die vom Äquator ausgehende Messung, um den Stern oder die Galaxie senkrecht dazu zu sehen, daher der Name Rektaszension.

Deklination (DEC): Die Deklination ist eine Winkelmessung vom Himmelsäquator am Himmel. Bestimmt die Höhe eines Objekts am Himmel. In Kombination mit der Rektaszension definiert die Deklination eindeutig die Position von Sternen und Galaxien am Himmel.

Es ist die Höhe am Himmel vom Äquator aus.

Diese Messungen bestimmen den Standort eines Sterns oder einer Galaxie am Himmel, sagen aber nichts über die Entfernung, in der sie gefunden werden, reichen aber in den meisten Fällen aus, um sie am Himmel zu identifizieren.

- RA: Direkte Abstammung, DEC: Deklination.

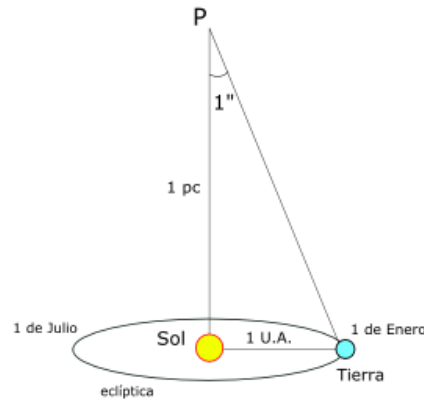
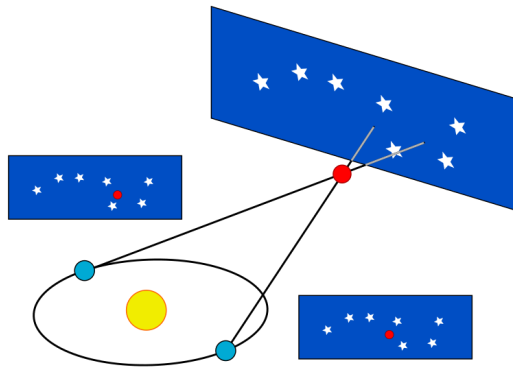


Was können wir sehen?

Asteroiden, Kometen, Planeten, Sterne, Cluster, Galaxien, Quasare.

Die ersten drei: Asteroiden, Kometen und Planeten sind deutlich zu unterscheiden, denn wenn sie nahe sind, ändert sich ihre Position am Himmel ständig, so wie wir eine nahestehende Person sehen, die sich relativ zu uns bewegt, und im Gegenteil, wir sehen jemanden, der sich relativ zu uns bewegt ist sehr weit entfernt. Als Punkt immer an der gleichen scheinbaren Position.

Die Sterne scheinen sich immer im gleichen Bereich des Himmels zu befinden, aber wenn wir sie zu zwei diametral entgegengesetzten Zeiten im Jahr beobachten, ist dies aufgrund der binokularen Sicht, die durch die Entfernung unserer entfernten Beobachtungen ermöglicht wird, die die Umlaufbahn um die Sterne Sonne werden wir einen gewissen Unterschied beobachten können. Vor dem viel weiter entfernten Hintergrund ist diese Art der Messung als „Parallaxe“ bekannt, es handelt sich um eine Winkelmessung.



https://en.wikipedia.org/wiki/Cosmic_distance_ladder#/media/File:Extragalactic_Distance_Ladder_en.svg

Distanz messen

Für Sterne innerhalb der Galaxie verwenden wir „Parallaxe“.

Wenn die Sterne zu weit entfernt sind, können wir das nicht. Nenne den Unterschied der Position in Bezug auf den Hintergrund, der die Idee ausmacht. Parallaxe für Sterne. Kumulus sehr weit entfernte Galaxien oder Quasare ist nicht möglich.

Für Sterne in unserer Galaxie ist PARALLAX (Parallaxe) ein mögliches Maß und gültig. Aber weiter dort ist es kein Maß, das verwendet werden kann, da sich die Position des Objekts im Laufe des Jahres nicht ändert und daher einen Winkelwert von 0 ergibt.

Von allen Methoden zur Berechnung von Entfernungen auf galaktischer Ebene, bei denen Parallaxe nicht verwendet werden kann, ist die weiter verwendet wird, ist die von Z (Rotverschiebung des Spektrums), aber diese Methode hat einige Nachteile, trotzdem ist sie die Methode weiter wird in Katalogen als Variable z verwendet. Warum außerdem der Winkelmaße RA (Aufstieg Gerade) und DEC (Deklination) sind Variablen, die normalerweise gemessen werden können.

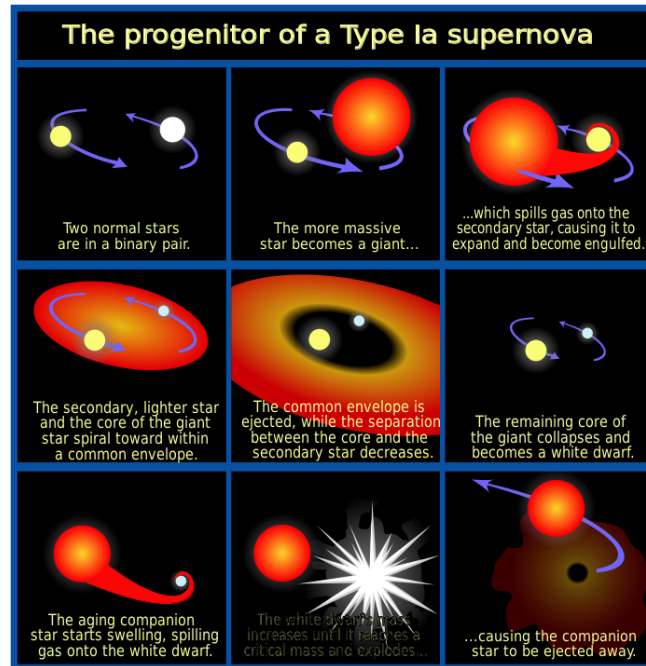
Als Alternative zur Parallaxe können wir für große Entfernungen einige Methoden verwenden:

1. Standard-Candlestick-Methode (Cepheiden und Supernovae vom Typ Ia):

Veränderliche Sterne wie Cepheiden und Supernovae vom Typ Ia haben einen bekannten Zusammenhang zwischen ihrer intrinsischen Leuchtkraft und ihrer Variationsperiode. Durch die Beobachtung seiner scheinbaren Helligkeit von der Erde aus können Astronomen seine Entfernung abschätzen.

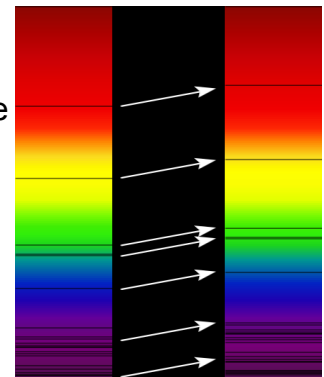
- Diese Supernovae entstehen, weil sie durch den Verlust der Masse eines benachbarten Begleitsterns irgendwann die kritische Masse erreichen, um zu einem Nova-Stern zu werden. Wichtig ist, dass diese kritische Masse dafür sorgt, dass der neue Nova-Stern über Masse- und Helligkeitsbedingungen verfügt. genormt, wodurch sie sich sehr gut als Standardkerze zur Entfernungsmessung eignet.

- [Vorläufer-IA-Supernova – Typ-Ia-Supernova – SpeedyLook-Enzyklopädie](#)



2. **Hubble-Lemaître-Lay-Methode:** Die Expansion des Universums, 1927 von Lemaître entdeckt und vorgeschlagen von Edwin Hubble stellte 1929 einen Zusammenhang zwischen der Rückzugsgeschwindigkeit von Galaxien und ihrer Entfernung her. Durch die Messung der Rotverschiebung des von einer Galaxie emittierten Lichts kann ihre Entfernung geschätzt werden.

- [Hubble-Lemaître-Gesetz – SpeedyLook-Enzyklopädie](#)
- Aufgrund der Annahme, dass wir uns in einem expandierenden Universum befinden, wird angenommen, dass entfernte Galaxien mit zunehmender Entfernung eine zunehmende Rotverschiebung aufweisen. Je weiter ausgeprägt kann diese Rotverschiebung anhand der bestimmten Wasserstoffspektren, die bekannt sind.
- Sie basieren auf theoretischen Modellen der Expansion des Universums, daher kommt es auf den Grad der Genauigkeit an, mit der sich die tatsächliche Messung der beobachteten Verschiebung an das theoretische Modell anpasst.



3. **Gravitationslinsen:** Die Schwerkraft massiver Objekte wie Galaxienhaufen kann das Licht von dahinter liegenden Objekten verzerren. Dies kann verwendet werden, um mithilfe von Gravitationslinsenmodellen die Entfernung zur verzerrten Lichtquelle abzuschätzen.
4. **Farb-Magnituden-Diagramm:** In Sternhaufen oder Galaxiengruppen können Sterne oder Galaxien so in Beziehung gesetzt werden, dass ihre scheinbare

Leuchtkraft und relative Farbe korreliert werden. Daraus lassen sich ihre Entfernungen abschätzen.

5. **Das Stefan-Boltzmann-Gesetz:** Die Leuchtkraft eines Objekts ist proportional zu seiner Temperatur in der vierten Potenz. Durch die Messung der Leuchtkraft und Temperatur von Himmelsobjekten (z. B. Sternen) kann deren Entfernung geschätzt werden.
6. **Stellare Evolutionsmodelle:** Durch die Untersuchung der Sternentwicklung und der intrinsischen Eigenschaften von Sternen, wie etwa ihrer Masse, Temperatur und Leuchtkraft, können Astronomen Entfernungen zu Sternen und Sternhaufen abschätzen.
7. **Radialgeschwindigkeitsmethode:** Durch Messung der Doppler-Verschiebung von Spektrallinien im von einer Quelle, beispielsweise einer Galaxie, emittierten Licht kann deren Radialgeschwindigkeit bestimmt werden. Wenn die Radialgeschwindigkeit und die Umlaufgeschwindigkeit bekannt sind, kann die Entfernung geschätzt werden.
8. **Indirekte geometrische Schätzungen:** In einigen Fällen können indirekte geometrische Beobachtungen, beispielsweise die Beziehung zwischen der scheinbaren Größe eines Objekts und seiner Entfernung, zur Schätzung von Entfernungen verwendet werden.
9. **Auf relativistischen Effekten basierende Methoden:** In extremen astrophysikalischen Systemen wie Doppelpulsaren oder Schwarzen Löchern können relativistische Effekte in der Umlaufbahn Informationen über Massen und Entfernungen liefern.
10. **Beobachtungen entfernter Supernovae:** Entfernte Supernovae, wie Supernovae vom Typ Ia, können als kosmische Leuchtfeuer verwendet werden, um Entfernungen im fernen Universum anhand der Beziehung zwischen ihrer intrinsischen Helligkeit und ihrer scheinbaren Helligkeit zu messen.

Diese Methoden und Techniken ermöglichen es Astronomen, Entfernungen im Universum abzuschätzen, selbst wenn die Parallaxenmethode aufgrund von Beobachtungseinschränkungen nicht anwendbar ist. Jeder dieser Ansätze wird abhängig von der Situation und der zu messenden Entfernungsskala verwendet.

Aber es hat einige Nachteile:

Jede der genannten Methoden zur Messung von Entfernungen im Raum hat ihre eigenen Nachteile und Einschränkungen.

Hier ist eine Liste einiger Nachteile, die mit jeder Methode verbunden sind:

1. **Standard-Candlestick-Methode (Cepheiden und Supernovae vom Typ Ia):**

Es erfordert die Identifizierung spezifischer veränderlicher Sterne oder Supernovae im beobachteten Feld.

Eine genaue Kalibrierung dieser Beziehungen erfordert detaillierte Beobachtungen und kann bei sehr weit entfernten Objekten schwierig sein.

2. Hubble-Lemaître-Lay-Methode:

Es kommt auf genaue Rotverschiebungsmessungen an, was bei sehr weit entfernten Objekten oder bei kleinen Rotverschiebungen schwierig sein kann.

Die lineare Beziehung ist eine vereinfachte Näherung und nicht auf allen kosmischen Skalen genau.

3. Gravitationslinsen:

Dies hängt vom Vorhandensein massiver Objekte ab, die als Linsen fungieren und möglicherweise nicht immer verfügbar sind.

Es erfordert eine komplexe Modellierung und kann empfindlich auf die zugrunde liegende Massenverteilung reagieren.

4. Farb-Magnituden-Diagramm:

Sie ist nicht auf alle Situationen anwendbar und hängt von der Verfügbarkeit hochwertiger Daten ab.

Das Vorhandensein von interstellarem Staub kann Farb- und Leuchtkraftmessungen beeinflussen.

5. Das Stefan-Boltzmann-Gesetz:

Dafür sind präzise Messungen der Leuchtkraft und Temperatur erforderlich, die für entfernte Objekte schwer zu erhalten sein können.

Auch interstellarer Staub kann die Messung der Leuchtkraft beeinflussen.

6. Stellare Evolutionsmodelle:

Es erfordert genaue Informationen über die intrinsischen Eigenschaften von Sternen, wie etwa ihre Masse und Zusammensetzung, die schwer zu bestimmen sein können.

7. Radialgeschwindigkeitsmethode:

Dies hängt von präzisen Messungen der Doppler-Verschiebung ab, die durch nicht-gravitative Effekte beeinflusst werden kann.

Erfordert Kenntnisse der Umlaufgeschwindigkeit, die in manchen Fällen unsicher sein kann.

8. Indirekte geometrische Schätzungen:

Die Genauigkeit geometrischer Schätzungen hängt von der Qualität der Beobachtungen und der spezifischen Geometrie des betreffenden Systems ab.

Es ist möglicherweise nicht auf extrem große kosmische Maßstäbe anwendbar.

9. Auf relativistischen Effekten basierende Methoden:

Sie erfordern sehr genaue Beobachtungen extremer Systeme und können schwierig zu erhalten sein.

Die Interpretation relativistischer Effekte kann kompliziert sein.

10. Beobachtungen entfernter Supernovae:

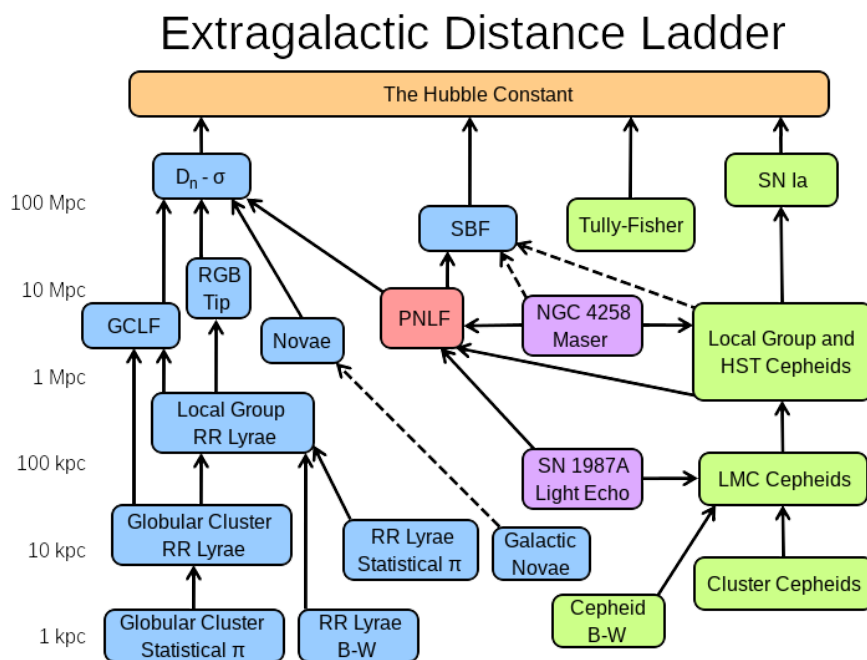
Es erfordert die Identifizierung spezifischer Supernovae und die genaue Messung ihrer Helligkeit.

Es kann Unsicherheiten hinsichtlich der Natur der Supernova und des Aussterbens aufgrund von Staub geben.

Probleme bei Entfernungsmessungen außerhalb unserer Galaxie

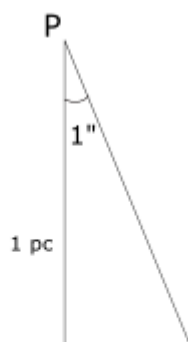
Diese Methoden zur Entfernungsmessung machen sie stark abhängig von Modellen des Universums und unserer Vorstellung von der Krümmung, die es haben könnte; sie können uns keine genaue Entfernungsmessung liefern. Wenn wir zum Beispiel die Rotverschiebung als Distanz verwenden, bringen wir dieselben Konzepte zusammen und dies führt zu zwei Variablen, die nicht unabhängig sind, aber eine definiert die andere, was uns stark davon abhält, es zu wissen. Wir können Entfernungen durch Rotverschiebung bestimmen.

Hier sehen wir die Komplexität der Methoden zur Entfernungsberechnung.



Galaktische Einheiten

Um Entfernungen zu messen, verwenden wir:



Die astronomische Einheit UA

- Deine Einheit D ist der Abstand von der Sonne zur Erde

Das Lichtjahr

- Seine Einheit ist die Distanz, die Licht im Vakuum nach einem Jahr zurücklegt.

Der Parsec und der Kpc

- Sie sind Einheit ist die Entfernung, in der sich ein Stern oder Sternobjekt befinden würde, das eine Parallaxe mit einem Winkelmaß von einer Sekunde hätte.

Wie viel ist 1 AE in km?

- Die Internationale Astronomische Union definiert 1 AE als eine Länge, die genau 149.597.870.700 Metern entspricht. Wie man sehen kann, ist 1 AE ungefähr **150 Millionen Kilometer**, etwas weniger als der Abstand Sonne-Erde.

Wie viele km entsprechen einem Lichtjahr?

- Sein Wert kann durch Multiplikation der Lichtgeschwindigkeit im Vakuum ($c =$) ermittelt werden **299792,458 km/s** für 365,25 Tage (Dauer eines Jahres) und für 86.400 (Sekunden eines Tages). Bei Verwendung dieser Jahresdefinition ergeben sich 9.460.730.472.581 Kilometer.

Wie groß ist die Distanz eines Parsecs?

- Entspricht 3,26 Lichtjahren
- Einheit zur Entfernungsmessung, die etwa entspricht **3,26 Lichtjahre**, das 3.086×10^{16} Meter. Ein Parsec (oder Parsec) ist definiert als die Entfernung, aus der das Sonnensystem beobachtet werden müsste, damit die Erdumlaufbahn in der Ferne als Winkel von einer Bogensekunde gesehen werden könnte.
- Der kpc beträgt 1000 Parsec
- Der Abstand des sonnennächsten Sterns (Proxima Centauri) liegt bei einer Parallaxe von 0,76 Bogensekunden. Daher ist es 1,32 Parsec entfernt, oder **4,29 Lichtjahre**, Es ist Teil des Dreifachsternsystems Alpha Centauri.

Wie kann man die Bewegung eines Sterns bestimmen?

Dies ist nur innerhalb der Galaxie möglich, Objektweiter Entfernte Objekte zeigen keine erkennbare Bewegung, sodass die Berechnung ihrer Geschwindigkeit nicht anhand der Änderung der Koordinaten RA und DEC erfolgen kann

Die Geschwindigkeit und Richtung eines Sterns kann durch seine scheinbare Bewegung bestimmt werden. Wenn wir anhand dieser Koordinatenänderungen sehen können, dass sich seine beobachtete Position am Himmel im Laufe der Zeit ändert, können wir auf seine Geschwindigkeit und Richtung schließen.

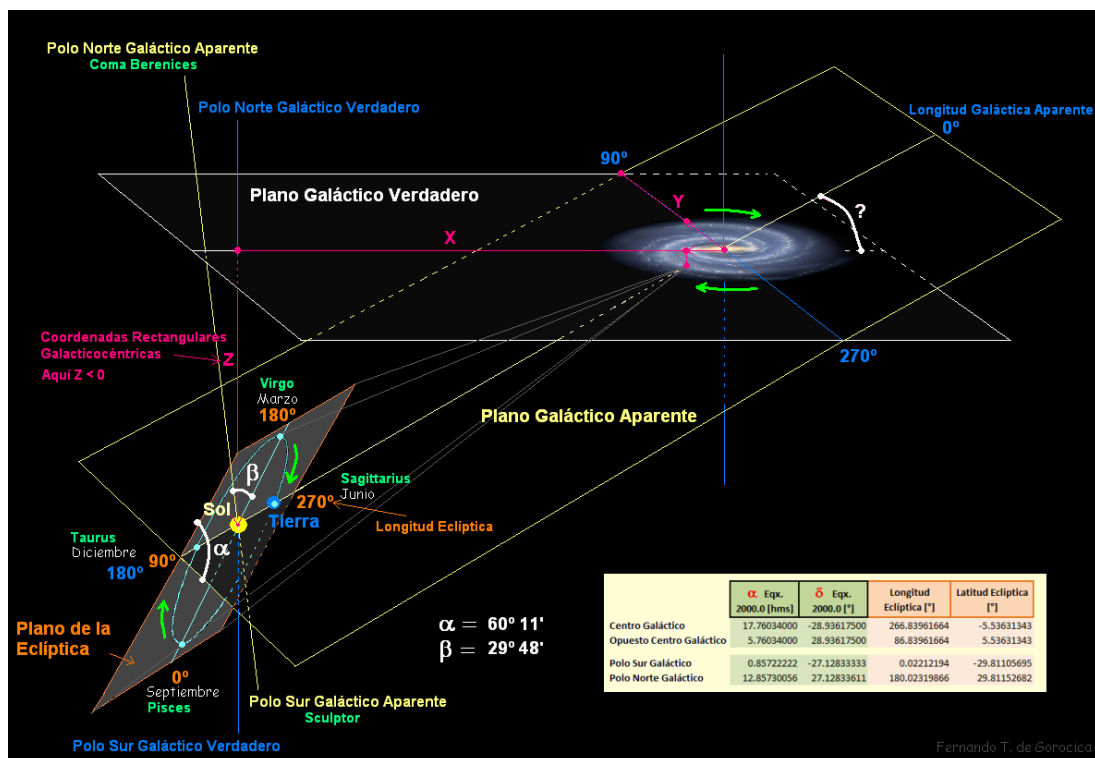
Dazu können wir die beobachteten Werte seiner scheinbaren Bewegung in Richtung des geraden Aufstiegs und der Bewegung in Richtung der Deklination verwenden. Da es sich bei diesen beiden Werten um Winkelwerte handelt, haben sie keine anderen Einheiten als die Messung des von uns beobachteten Winkels, weshalb sie normalerweise MRA für

scheinbare Bewegung in Subtraktions-Aszendenz und MDEC für Bewegung in Deklination genannt werden.

Die Bewegung in die andere Richtung, die uns fehlt, in der Parallaxe, die Richtung auf uns zu, kann nicht direkt erfasst, sondern mit anderen Methoden wie der zyklischen Rotverschiebung über das Jahr berechnet werden. In einigen Datenbankkatalogen werden Daten aus Beobachtungen als Radialgeschwindigkeit bezeichnet .

Visuelle Referenzen in der Galaxie

Dieses Bild von Fernando de Gorocica kann uns eine Vorstellung von den visuellen Bezügen der Sterne in der Galaxie geben.



DREI FLUGZEUG:

1°) Der Plan der **Ekliptik** oder Ebene der Erdumlaufbahn, sie verläuft durch den Mittelpunkt der Erde und den Mittelpunkt der Sonne und ist gegenüber dem Himmelsäquator um $23^\circ 47'$ geneigt. Der Punkt Widder (heute Fische) ist der Ursprung des Systems von Koordinaten Geozentrische Ekliptik, also der ekliptische Längen- und Breitengrad.

2°) Der Plan benannt **Scheinbar galaktisch**, verläuft vom Zentrum der Sonne zum Zentrum der Galaxie. Es wird das scheinbare galaktische Koordinatensystem verwendet, das heute einfach Galaktische Koordinaten

genannt wird, mit seinen galaktischen Längen- und Breitengraden.

3°) Erflugzeug genannt **Echt galaktisch** das durch den galaktischen Äquator verläuft und sich im galaktischen Bulge, dem Ursprung des rechteckigen Koordinatensystems, befindet Galaktisch-XYZ-zentriert.

Der Winkel oder die Neigung zwischen der scheinbaren galaktischen Ebene und der wahren galaktischen Ebene ist noch nicht definiert (? in Weiß). Aus diesem Grund kann unser Stern, die Sonne, einen positiven oder negativen Z-Wert haben, je nachdem, auf welcher Seite der wahren galaktischen Ebene sie sich befindet.

Um zu sehen: [Scheinbare galaktische Koordinaten](#).

Datum 30. April 2014, 08:40:12

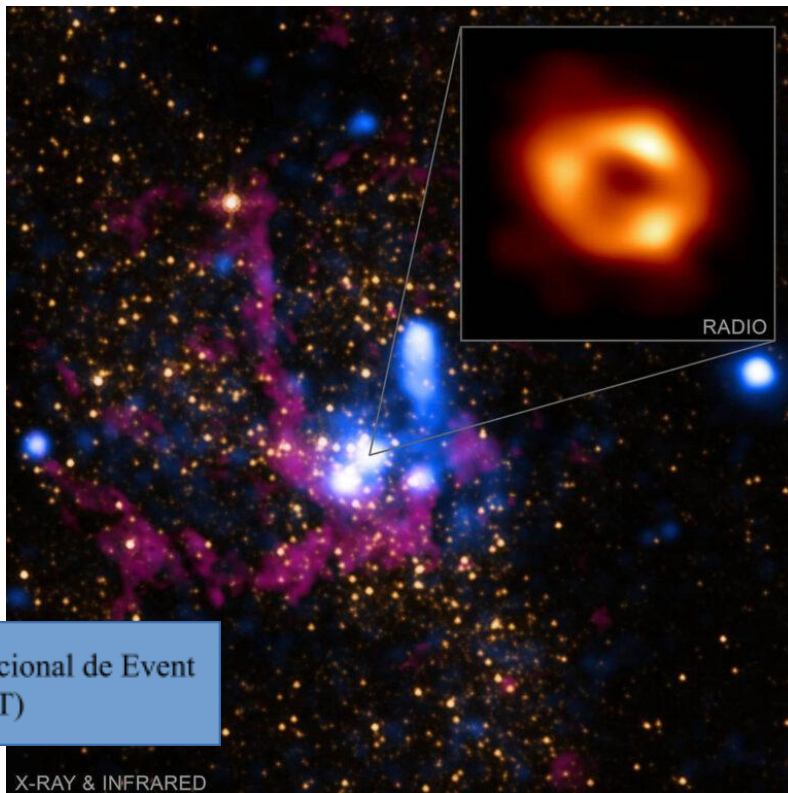
Fernando Gorocicas eigene Arbeit

Quelle https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plano_Gal%C3%A1ctico_y_la_Ecl%C3%ADptica.png

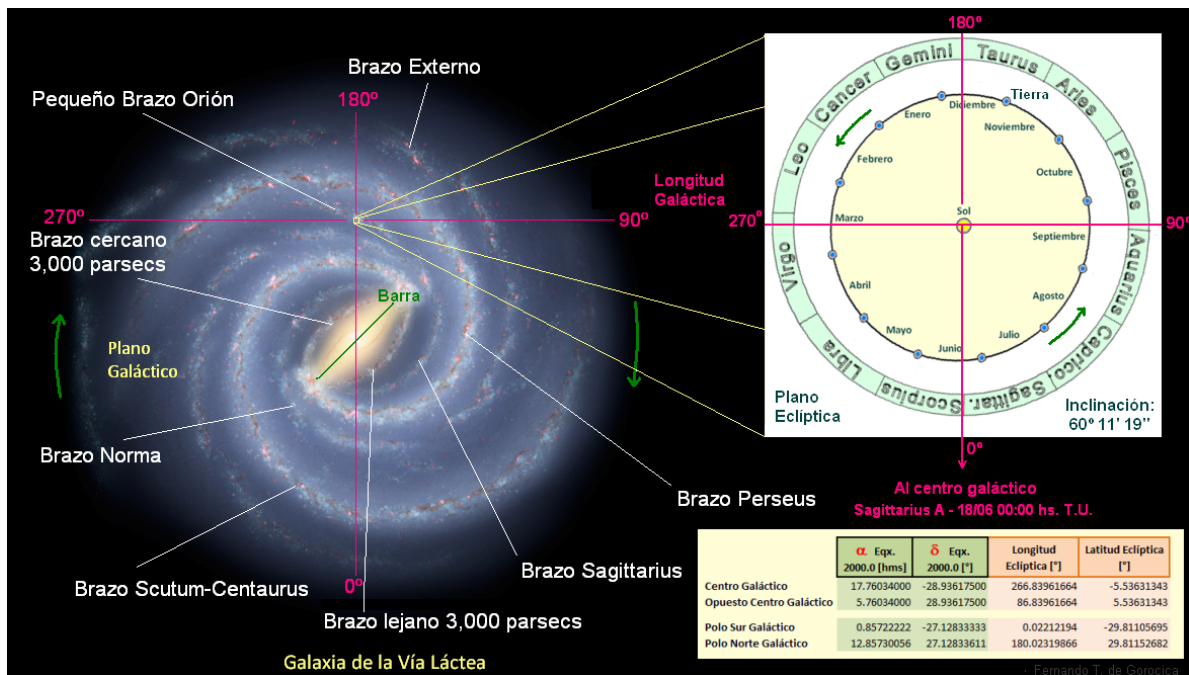
Autor [Fernando de Gorocica](#)

Galaktische Koordinaten

Die oben erwähnten RA-, DEC- und PARALLAX-Werte sind direkt verwendete Winkelbeobachtungswerte und helfen uns nicht, die Bewegung von Sternen in der Galaxie zu untersuchen, weshalb wir ein festes kartesisches Koordinatensystem X und Z benötigen im galaktischen Zentrum.



Punkt $(x,y,z) = (0,0,0)$ im Schützen A, wo es EHT gelungen ist, mithilfe einer Reihe von Antennen auf der ganzen Welt durch Interferometrie ein Radioteleskop in der Größe der Erde zu bilden, indem es synchronisiert wurde Antennen.



Die Milchstraße ist eine Galaxie vom SBbc-Typ, eine Balkenspirale mit mäßig offenen Armen. Hier sind die Arme zu sehen, und das Sonnensystem befindet sich in einem kleineren System namens Orion, das die Sterne dieser Konstellation enthält. Auch in der Grafik rechts lässt sich das ermitteln. Die Tierkreisconstellation wird das ganze Jahr über beobachtet, ebenso wie der Arm der Scheibe oder der Rand der Galaxie, und zwar um Mitternacht.

Wenn sich die Erde zum Beispiel in ihrer Umlaufbahn um die Sonne befindet und man im Monat Juni (18.06.) um Mitternacht eine relevantere weißliche Bewölkung erkennen kann, und im Sternbild Schütze ist es dann die galaktische Ausbuchtung oder das Zentrum und ein solches Band verläuft vom geografischen Süden nach Norden.

Wenn sich die Erde im Monat Dezember befindet, wird um Mitternacht eine Wolkendecke mit geringerer Leuchtkraft im Vergleich zum Juni beobachtet, die den Sternen entspricht, die die Scheibe oder das Band der Milchstraße bilden, und die Beobachtungsrichtung ist in Richtung der äußeren Arme desselben, wo sich die Sternbilder Zwillinge und Krebs befinden, dann der intergalaktische Raum.

Um zu sehen: [Galaktische Ebene und die Ekliptik](#)

Datum 30. April 2014, 08:40:32

Fernando Gorocicas eigene Arbeit

Quelle https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coordenadas_Gal%C3%A1cticas_Aparentes.png

Autor [Fernando de Gorocica](#)

Ein privilegierter Ort zur Beobachtung

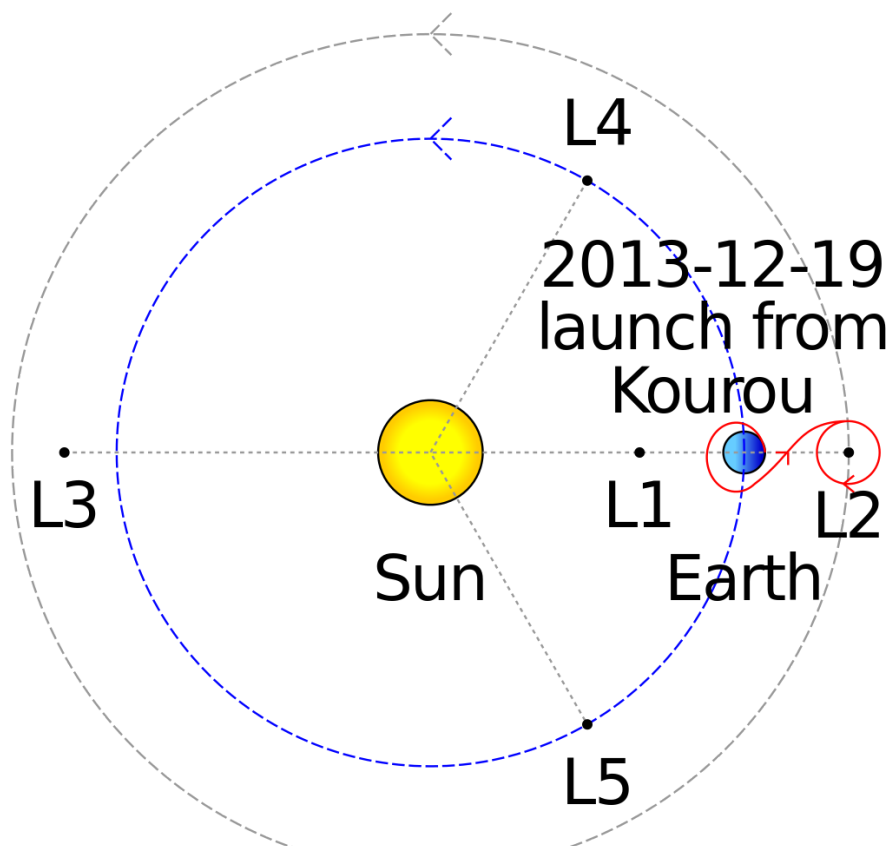
Mit dem Ziel, Daten über die Sterne der Galaxie zu erhalten, hat die Europäische Weltraumorganisation oder ESA, eine Organisation der Europäischen Union, das GAIA-Projekt ins Leben gerufen.

Die Weltraummission Gaia wurde am 19. Dezember 2013 vom Raumfahrtzentrum Kourou in Französisch-Guayana in Richtung des zweiten Lagrange-Punktes (L2) des Sonne-Erde-Systems gestartet. Gaia wurde in einer Umlaufbahn um den L2-Punkt der Erde errichtet, der etwa 1,5 Millionen Kilometer (ungefähr 930.000 Millionen Kilometer) entfernt liegt

Gaia wurde für die Durchführung eines ehrgeizigen Sternkartierungsprojekts konzipiert, bei dem die Position, Bewegung und Eigenschaften von mehr als einer Milliarde Sternen in unserer Milchstraße beobachtet werden sollten. Die Ansiedlung am L2-Punkt ermöglichte Gaia eine ungestörte Sicht auf den Himmel ohne Beeinträchtigung durch Sonnenlicht, Mond und Erdatmosphäre, was äußerst präzise Messungen der Sterne ermöglichte.

Seit seiner Einführung sammelt Gaia astronomische Daten und stellt sie bereit. Viele Informationen sind für die Astronomie wertvoll und tragen dazu bei, unser Verständnis der Struktur und Entwicklung der Milchstraße und der Verteilung der Sterne in unserer Galaxie zu verbessern.

Das Wichtigste an diesem Projekt ist, dass jeder mit Programmierkenntnissen und Forschungsinteresse Zugang zu seinen öffentlichen Daten haben kann, was für die Wissenschaft eine außerordentliche Hilfe darstellt.





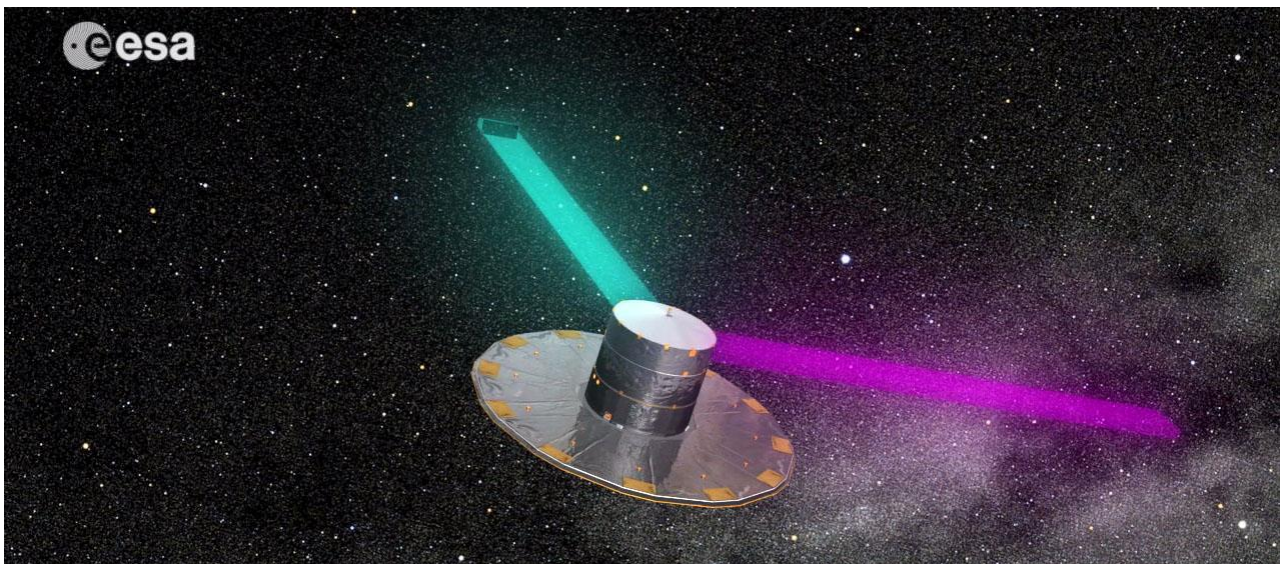
Der Satellit sammelt Positions-, Bewegungs- und andere Daten zu Objekten in unserer Galaxie, um daraus Kartografien zu erstellen weiter vollständig möglich.

Die Fotos sind Eigentum der ESA und werden unter Lizenz von-sa weitergegeben.

Um diese Lizenz anzuzeigen,

besuchen Sie bitte: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>

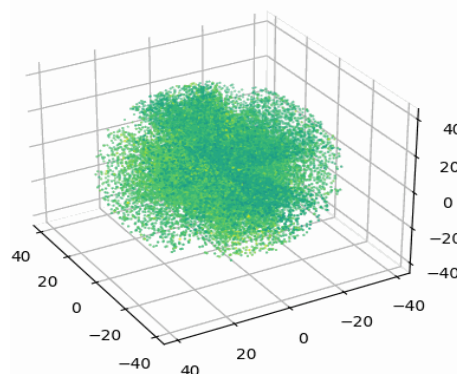
Fragen zur Verwendung dieser Bilder vom ESA-Kontakt: spaceinimages@esa.int

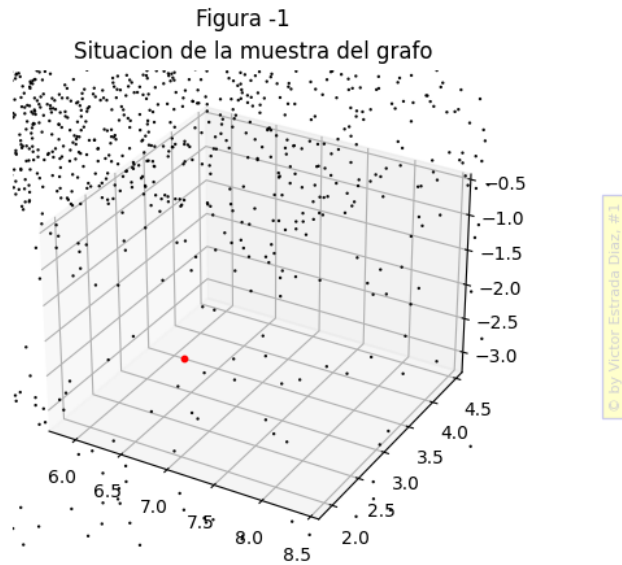


Dieses außergewöhnliche offene wissenschaftliche Projekt hat es mir ermöglicht, diese Arbeit über Sternbewegungen durchzuführen, die mir interessante und neue Konzepte zeigt.

Die oben genannten Zahlen sind das Ergebnis meiner Anfrage an die GAIA-Datenbank. Die erste ist eine Probe im Umkreis von 40 Kiloparsec, etwa 130.000 Lichtjahre vom Zentrum der Galaxie entfernt, wir sind etwa 8,3 Kiloparsec (kpc) etwa 27.000 Lichtjahre vom galaktischen Zentrum entfernt.

Estrellas de la muestra: 11380152





Die Abbildung unten zeigt die Sonne und ihre Nachbarbegleiter in ihrer Umgebung, die Sonne ist rot markiert.

Wo wir sind?

Die Situation der Sonne in der Galaxie und damit im Sonnensystem ist:

$x_0 = 8,3 \text{ \# kpc}$

$y_0 = 0 \text{ \# kpc}$

$z_0 = 0,027 \text{ \# kpc}$

KPC ist dabei Kiloparsec

Diese Situation entspricht ungefähr 27.000 Lichtjahren vom galaktischen Zentrum und ungefähr 88 Lichtjahren über der galaktischen Ebene. Die y-Koordinate wird in Richtung der Sonne zum Zentrum festgelegt, weshalb sie den Wert 0 hat.

Y: Die y-Koordinate wird in Richtung von der Sonne zum galaktischen Zentrum auf Null gesetzt, sie verläuft radial zur Kreisbewegung der Sonne in der Galaxie.

X: Die x-Koordinate wird senkrecht zur Y-Koordinate vom galaktischen Zentrum eingestellt

Z: Diese Koordinate ist auf der Rotationsachse der Galaxie fixiert.

Die Linien der X- und Y-Ebenen, die durch das galaktische Zentrum verlaufen, liegen in orthogonalen Ebenen (90°) und fallen mit der galaktischen Ebene zusammen.

Bedeutung der Sterngeschwindigkeit

In der Astronomie verwenden wir Winkelmessungen wie die Parallaxe (PARALLAX), um Entfernungen zu bestimmen, und Himmelskoordinaten wie die Rektaszension (RA) und Deklination (DEC), um Objekte am Himmel zu lokalisieren. Diese Messungen liefern Informationen über die Position der Sterne relativ zur Perspektive unserer Erde.

Wenn wir die Geschwindigkeit eines Sterns wissen wollen, beobachten wir die Schwankungen seiner RA- und DEC-Koordinaten im Laufe des Jahres. Dadurch erhalten wir Messungen ihrer relativen Winkelbewegung, die als relative Bewegung in Bezug auf die Rektaszension (MRA) und relative Bewegung in Bezug auf die Deklination (MDEC) bekannt sind.

Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass diese Messungen uns nur Informationen über die scheinbare Bewegung des Sterns am Himmel liefern, uns jedoch nichts über seine Bewegung in unserer Sichtlinie oder über die Parallaxe sagen. Typischerweise ist der Bewegungswert in Parallaxenrichtung nahe Null oder sehr klein.

In einigen Fällen können das Gaia-Projekt und andere Observatorien aufgrund der Rotverschiebung und anderer Faktoren diese Geschwindigkeit berechnen und bereitstellen, die standardmäßig als Null angenommen wird. Diese Geschwindigkeit wird nach dem Konzept der Radialgeschwindigkeit berechnet, die die Komponente der Geschwindigkeit eines Sterns in der Sichtlinie des Beobachters ist, also auf uns zu oder von uns weg.

Diese Informationen sind wichtig, um die Bewegung der Sterne im Weltraum und ihre Beziehung zu unserem Sonnensystem und der Milchstraße als Ganzes vollständig zu verstehen.

Somit wird eine Bewegung der Sonne in Bezug auf das galaktische Zentrum in den von uns festgelegten Koordinaten beobachtet:

$v_{x0} = -11,1 \text{ \# km/s}$

$v_{y0} = 232,24 \text{ \# km/s}$

$v_{z0} = 7,25 \text{ \# km/s}$

Was ist nun mit den Geschwindigkeiten, die wir beobachten?

Es sind scheinbare Geschwindigkeiten, Geschwindigkeiten aus unserer Sicht, aber da wir gesehen haben, dass sich die Sonne und damit das gesamte Sonnensystem mit ihr bewegen, ist die tatsächliche Geschwindigkeit der Sterne nicht das, was wir in MRA MDEC und der Radialgeschwindigkeit beobachten, da wir sie messen von einem Objekt, das sich ebenfalls wie die Sonne bewegt und miter der Sonnensystem.

Die tatsächliche Geschwindigkeit ergibt sich aus der Zusammensetzung der beiden Geschwindigkeitsvektoren.

Jede Studie muss dies berücksichtigen.

Echte Geschwindigkeit eines Sterns

„Galaktische Geschwindigkeit“ oder „GSM-Geschwindigkeit“ bezieht sich auf die tatsächliche Geschwindigkeit eines Sterns relativ zum Zentrum der Milchstraße. Zur Berechnung wird eine Vektorzusammensetzung aus der Geschwindigkeit der Eigenbewegung des Sterns (MRA und MDEC) und der Geschwindigkeit der Sonne in der Galaxie erstellt.

Die Geschwindigkeit der Sonne in der Galaxie wird als „galaktische Geschwindigkeit der Sonne“ oder „besondere Geschwindigkeit der Sonne“ bezeichnet. Diese Geschwindigkeit ist auf die Umlaufbahn der Sonne um das galaktische Zentrum zurückzuführen und kann etwa 232,24 Kilometer pro Sekunde (km/s) betragen.

Die galaktische Geschwindigkeit wird durch vektorielle Addition der eigenen Geschwindigkeit des Sterns und der Eigengeschwindigkeit der Sonne berechnet. Diese Informationen sind wichtig für das Verständnis der Bewegung und Dynamik von Sternen in der Milchstraße, insbesondere bei der Untersuchung von Sternbewegungen auf galaktischen Skalen.

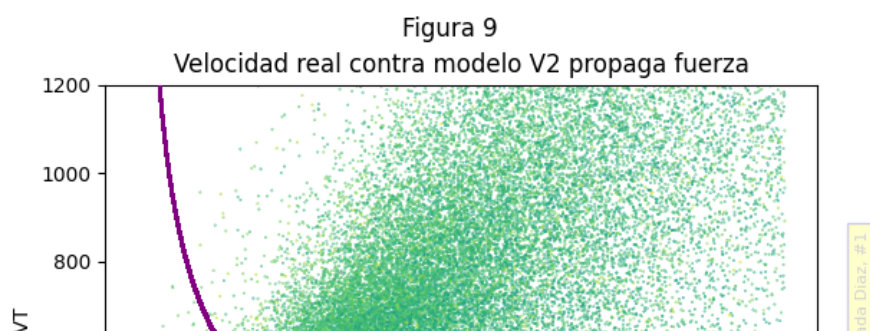
Scheinbare Bewegung von Sternen

Beachten Sie, dass es sich hierbei um echte Daten handelt, die ich durch direkte Abfrage der GAIA-Datenbank durch eine Abfrage in erhalten habe Sprache SQL. Ich habe die Daten für diese Studie auf meinem Computer gespeichert, alle Grafiken meiner Arbeit haben eine Markierung.

Bei diesen Werten handelt es sich um scheinbare Geschwindigkeiten, das heißt, es handelt sich um diejenigen, die der GAIA-Satellit direkt beobachtet. Es ist ein zunehmender Trend zu erkennen, aber es handelt sich nicht um reale Geschwindigkeiten, da sie vom Sonnensystem aus gemessen werden, das sich mit der Sonne bewegt, also a Es ist eine Zusammensetzung zwischen der beobachteten Geschwindigkeit und der der Sonne erforderlich, um die tatsächliche Geschwindigkeit der Sterne in der Galaxie zu ermitteln.

Die lila Kurve ist die Geschwindigkeit, die für jeden Stern berechnet wird, wenn wir die Newtonschen Gesetze anwenden. Da es sich um eine scheinbare Geschwindigkeit handelt, ist sie von der Eigengeschwindigkeit der Sonne abhängig.

Beachten Sie, dass die Sonne rot markiert ist.



Echte Geschwindigkeiten

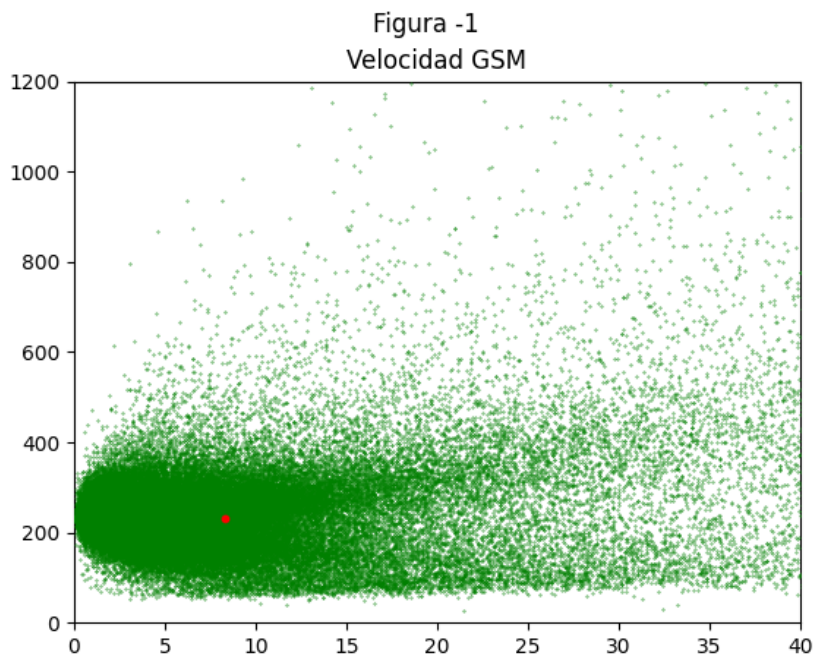
Hinweis: Der Begriff GSM

- In dieser Arbeit verwenden wir das Akronym GSM, es bezieht sich auf den „Galactic Standard of Rest“ (Galactic Standard of Rest auf Englisch).
- Mit diesem GSM-System können wir die Geschwindigkeiten von Sternen untersuchen, denn GSM bedeutet, dass wir die von uns beobachteten Bewegungswerte umrechnen müssen, was bedeutet, dass wir sie in Bezug auf ein sich bewegendes System messen, das seine eigene Geschwindigkeit hat ist diejenige, die das Sonnensystem in der Galaxie hat, um es auf einem festen galaktischen Koordinatensystem zu fixieren.

Dieses auch als GSM bekannte System bestimmt die tatsächlichen Geschwindigkeiten der Sterne, indem es die scheinbaren Geschwindigkeiten mittels Vektorsubtraktion von der tatsächlichen Geschwindigkeit der Sonne umwandelt.

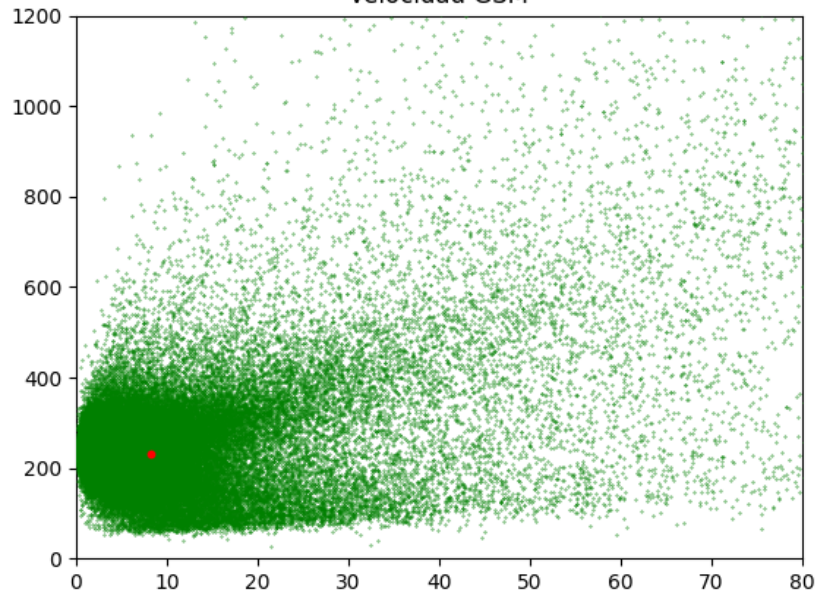
Beachten Sie, dass es sich hier um die tatsächlichen Geschwindigkeiten handelt, da diese nicht von unserer eigenen Geschwindigkeit als Beobachter beeinflusst werden.

Diese einfache mathematische Transformation führt zu einer völlig genauen Darstellung der tatsächlichen Geschwindigkeiten der Probe, wobei es sich nicht um ein theoretisches Geschwindigkeitsmodell, sondern um tatsächliche Geschwindigkeiten handelt.



Hier erreichen
Geschwindigkeiten bis
zu 40 Kiloparsec vom
galaktischen Zentrum

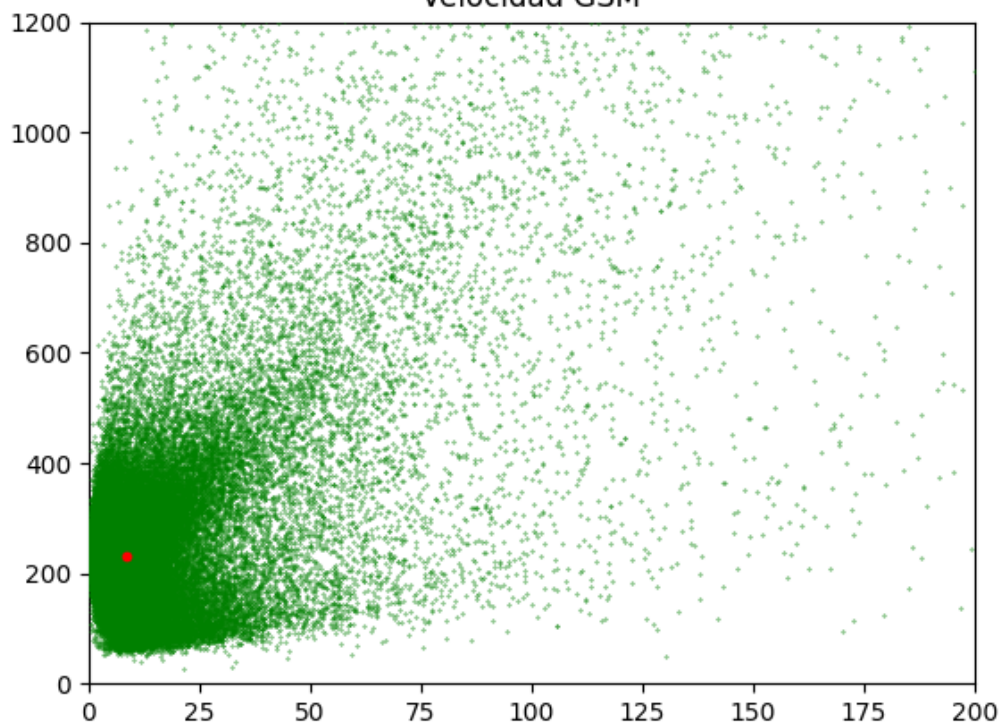
Figura -1
Velocidad GSM



Hier erreichen
Geschwindigkeiten bis zu
80 Kiloparsec vom
galaktischen Zentrum.

Hier bis zu Entfernungen von 400 Kiloparsec vom galaktischen Zentrum.

Figura -1
Velocidad GSM



Und nun ja, wie ist die Bewegung der Sterne zu interpretieren?

Im Vakuum behalten alle Punktpaare, die durch einen Abstand voneinander getrennt sind, diesen Abstand bei, wenn sie keiner Kraft ausgesetzt sind oder, was gleichbedeutend ist, einer Beschleunigung ausgesetzt sind, die proportional zu ihrer Masse ist.

Ein Objekt behält seine Geschwindigkeit im Vakuum oder seinen Impuls bei, wenn es keiner Kraft ausgesetzt ist.

Es gibt vier bekannte Kräfte in der Natur, aber nur die Schwerkraft, die schwächste von ihnen, ist in astronomischen Entfernungen von Bedeutung.

schwache Kraft

starke Kraft

elektromagnetische Kraft

Schwere

Die Bewegung von Sternen und die Dynamik von Objekten im Universum werden hauptsächlich durch die Gesetze der Physik bestimmt, insbesondere durch das Gesetz der Schwerkraft gemäß Einsteins Relativitätstheorie. Hier sind einige wichtige Überlegungen zur Interpretation der Bewegung von Sternen:

1. **Gesetz der universellen Gravitation:** Das Gesetz der universellen Gravitation besagt, dass jedes Objekt mit Masse eine Gravitationskraft auf andere Objekte mit Masse ausübt. Diese Kraft hängt von der Masse der Objekte und dem Abstand zwischen ihnen ab. Im Zusammenhang mit Sternen erklärt dieses Gesetz, wie Sterne gravitativ miteinander interagieren.
2. **Orbitale Bewegung:** Sterne in Sternensystemen (z. B. Doppelsternsystemen oder Planetensystemen) bewegen sich aufgrund des Einflusses der Schwerkraft auf Bahnen um einen gemeinsamen Massenschwerpunkt. Diese Bewegung unterliegt den Keplerschen Gesetzen, die beschreiben, wie sich Objekte unter dem Einfluss der Schwerkraft im Raum bewegen.
3. **Äußere Kräfte:** Sterne können zusätzlich zur Schwerkraft auch äußeren Kräften ausgesetzt sein, wie z. B. Kräfte, die durch interstellares Gas und Staub, elektromagnetische Strahlung und andere Faktoren ausgeübt werden. Diese Kräfte können seine Bewegung und Entwicklung beeinflussen.
4. **Dunkle Materie:** Dunkle Materie ist eine hypothetische Form von Materie, die, falls sie existiert (was noch nicht bewiesen ist), kein Licht aussendet oder direkt mit elektromagnetischer Strahlung interagiert, aber einen erheblichen Gravitationseinfluss ausübt. Seine Existenz wird postuliert, um die beobachtete Bewegung von Galaxien und die Bildung großräumiger Strukturen im Universum zu erklären. Obwohl nun wird dieses Konzept verallgemeinert, sein Ursprung bestand darin, eine Erklärung für die Bewegung der Sterne in der Galaxie zu finden.

5. **Dunkle Energie:** Dunkle Energie ist eine weitere mysteriöse Komponente, von der angenommen wird, dass sie die Expansion des Universums beschleunigt. Aber nichtsie interagieren Aufgrund der Gravitation in kleinen Entfernungen wird vermutet, dass seine Wirkung auf kosmologischen Skalen wichtig ist und derzeit untersucht wird, um seine Natur zu verstehen.
6. **Theorien vonSchwere geändert und Stringtheorie:** Einige physikalische Theorien, die über das Standardmodell hinausgehen, schlagen Änderungen in den Gesetzen der Schwerkraft oder eine Vereinheitlichung grundlegender Kräfte auf kosmischen Skalen vor. Diese Theorien werden als mögliche Erklärungen für kosmische Phänomene untersucht, ohne auf dunkle Materie oder dunkle Energie zurückzugreifen.
7. **Aktive Forschung:** Astronomie und theoretische Physik erforschen weiterhin aktiv die Bewegung von Sternen und andere kosmische Phänomene. Die Suche nach exotischen Teilchen, das Verständnis der Schwerkraft auf extrem großen und kleinen Skalen und die Erforschung neuer Theorien sind sich ständig weiterentwickelnde Bereiche der wissenschaftlichen Forschung.
8. **Stringtheorie:** Die Stringtheorie ist ein theoretischer Rahmen, der versucht, die grundlegende Physik zu vereinheitlichen, indem er berücksichtigt, dass Elementarteilchen tatsächlich schwingende Strings in Dimensionen sind, die über die uns bekannte Raumzeit hinausgehen. Obwohl diese Theorie sehr komplex ist und noch nicht experimentell nachgewiesen wurde, könnte sie Auswirkungen auf die Schwerkraft auf kosmischen Skalen haben.

Kurz gesagt, die Bewegung von Sternen wird hauptsächlich durch das Gesetz der Schwerkraft und astronomische Beobachtungen interpretiert. Die Existenz von Phänomenen wie Dunkler Materie und Dunkler Energie lässt jedoch darauf schließen, dass es noch viel zu lernen über die grundlegende Natur des Universums und seinen Einfluss auf die Sternbewegung gibt. Kontinuierliche Forschung ist unerlässlich, um diese Rätsel zu lösen und unser Verständnis des Kosmos zu verbessern.

Bisher war es nicht möglich, ein Teilchen zu finden, das eine Einwirkung auf die Sterne rechtfertigen würde, um ihnen Geschwindigkeit oder Beschleunigung zu verleihen.lass es nicht seindie Kraft der Schwerkraft.

Zu den Teilchen, nach denen derzeit gesucht wird, um die Expansion des Universums oder die Sternengeschwindigkeiten zu rechtfertigen, die Newton oder Einstein nicht erklären konnten, gehören eine neue Art von Neutrino namens „steriles Neutrino“, eine andere Klasse von Teilchen namens „Axionen“ oder sogar urzeitliche Schwarze Löcher. entstand kurz nach dem Urknall. Zusätzlich zur Dunklen Materie, einer Art neuer fundamentaler Teilchen, die wir noch nicht verstehen, würde sie 25 % des Universums ausmachen. Der dritte Parameter ist die kosmologische Konstante, die mysteriöse dunkle Energie, die der vermutlich beobachteten beschleunigten Expansion des Universums zugrunde liegt. Dies würde 70 % des gesamten Materie- und Energiehaushalts des Universums ausmachen.

Bewegung nach Newton (Model_VN)

Als massereiche Objekte unterliegen Sterne den Gesetzen der Gravitation, wir sind es Newton schuldig Berechnung.

$$F = G \frac{M_1 M_2}{R^2}$$

F Erdanziehungskraft

M₁ Hauptmahlzeit

M₂ Sekundärmasse

R Distanz

G Newtonsche Gravitationskonstante: $6.67430(15) \times 10^{-11} \text{ N} \times \text{Mkg}^2$

Mit einer relativen Unsicherheit von $2,2 \times 10^{-5}$

Bei der Verwendung von G müssen die Einheiten im übereinstimmen Berechnung, die Massen müssen dabei sein **Kilogramm** und die Entfernungen in Metern, um diese Kräfte zu berechnen, die auftreten werden **Newton-Einheiten** Sie müssen die Masse der Sterne in ihr Äquivalent in kg umrechnen.

Eine weitere Überlegung ist der Abstand zwischen den Massen der Sterne, dieser Abstand wird offensichtlich nicht in Metern gemessen.

Die Berechnungen müssen daher die Einheiten berücksichtigen, die wir messen können.

Wir müssen daher konsequent mit den Einheiten zusammenarbeiten

Länge $\Rightarrow$ Kiloparsec $\Rightarrow$ Lichtjahre $\Rightarrow$ Meter

Gewicht $\Rightarrow$ Sonnenmassen $\Rightarrow$ Kg

Newtons Gesetze wurden erstmals im 17. Jahrhundert zur Berechnung der Planetengeschwindigkeiten verwendet. Isaac Newton formulierte in seinem 1687 veröffentlichten Werk „Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica“ (allgemein bekannt als „Principia“) seine drei Bewegungsgesetze und das Gesetz der universellen Gravitation. Diese Gesetze lieferten eine solide theoretische Grundlage für das Verständnis und die Berechnung der Bewegungen von Planeten und anderen Objekten im Sonnensystem.

Newtons Gesetz der universellen Gravitation besagt, dass jedes Teilchen im Universum jedes andere Teilchen mit einer Gravitationskraft anzieht, die direkt proportional zum Produkt ihrer Massen und umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstands zwischen ihnen ist. Dieses Gesetz ermöglichte es Wissenschaftlern, die Umlaufbahnen und Geschwindigkeiten der Planeten relativ zur Sonne zu berechnen.

Einer der ersten bemerkenswerten Erfolge bei der Anwendung der Newtonschen Gesetze auf die Astronomie war die Arbeit von Johannes Kepler, der seine Gesetze der Planetenbewegung im 17. Jahrhundert vor der Veröffentlichung von Newtons „Principia“ entwickelte. Kepler formulierte empirische Gesetze, die beschreiben Planetenbahnen, und

diese Gesetze wurden später mit den Newtonschen Gesetzen kombiniert, um ein umfassenderes Verständnis der Planetenbewegungen zu ermöglichen.

Kurz gesagt, Newtons Gesetze wurden erstmals im 17. Jahrhundert verwendet und später zur Berechnung der Geschwindigkeiten und Umlaufbahnen von Planeten angewendet, was unser Verständnis von Physik und Astronomie revolutionierte.

Die Diskrepanz zwischen Vorhersagen auf der Grundlage der Newtonschen Gesetze und tatsächlichen Beobachtungen der Merkurbahn war ein großes Problem in der Geschichte der Astronomie und Physik. Die Beobachtung der Merkurbahn zeigte eine Präzession in seiner Umlaufbahn, das heißt, dass der sonnennächste Punkt (Perihel) sich mit der Zeit allmählich schneller vorwärtsbewegte, als die Vorhersagen der Newtonschen Gesetze vorhersagten. Diese Diskrepanz war einige Zeit lang ein Rätsel.

Die Diskrepanz in der Umlaufbahn des Merkur wurde Mitte des 19. Jahrhunderts deutlich und wurde zu einem Problem, das als „Merkur-Präzessionsanomalie“ bekannt ist. Zur Lösung dieser Diskrepanz wurden verschiedene Erklärungen und Theorien vorgeschlagen, von denen jedoch keine völlig zufriedenstellend war.

Einsteins Feldgleichungen

Diese Gleichungen beschreiben den Zusammenhang zwischen der Geometrie der Raumzeit und der Verteilung von Masse und Energie im Universum. Einsteins Feldgleichungen lauten:

$$G_{\text{Notiz}} = 8\pi G T_{\text{Notiz}}$$

Wo:

G_{Notiz} Einstein-Tensor, der die Krümmung der Raumzeit beschreibt.

T_{Notiz} Energie-Impuls-Tensor, der die Verteilung von Masse und Energie in der Raumzeit beschreibt.

G die Gravitationskonstante.

m, n Es handelt sich um Indizes, die zwischen 0 und 3 variieren

Sie repräsentieren die vier Dimensionen der Raumzeit (t, x, y, z).

ErBerechnung Es ist komplex und hängt von der tatsächlichen Struktur der Raumzeit in der Galaxie ab, die eine direkte Beziehung zwischen den Massen und ihrer Position darin darstellt.

Aber Einsteins Hauptgedanke ist, dass Materie den Raum krümmt und dass dies die Ursache für Bewegung ist. Es ist nicht wirklich so, dass etwas Materie anzieht. Aber dass es der Raum selbst mit seiner Krümmung ist, der Bewegung verursacht.

Diese Gleichung drückt die Beziehung zwischen der Geometrie der Raumzeit (auf der linken Seite, $G_{\mu\nu}$) und der Verteilung von Masse und Energie (auf der rechten Seite, $T_{\mu\nu}$) aus.

Bewegung nach Einstein

Die Lösung des Problems schließlich zum Problem der Präzession in Die Umlaufbahn des Merkur kam mit Albert Einsteins allgemeiner Relativitätstheorie, die 1915 veröffentlicht wurde. In der allgemeinen Relativitätstheorie schlug Einstein eine neue Gravitationstheorie vorersetzen zum Newtonschen Gesetz der universellen Gravitation. generelle Relativität vorhersagen Die Präzession der Bahnen unterscheidet sich von den Newtonschen Gesetzen und vor allem von den Vorhersagen übereinstimmen mit den Beobachtungen des Orbit von Merkur.

Im Jahr 1915 wurden während einer Sonnenfinsternis Beobachtungen gemacht, die Einsteins Vorhersage bestätigten. Der britische Astronom Arthur Eddington leitete eine Expedition nach Príncipe und Sobral in Afrika, um die Lichtkrümmung von sonnennahen Sternen während einer Sonnenfinsternis zu messen. Diese Messungen bestätigten die von der Allgemeinen Relativitätstheorie vorhergesagte Abweichung des Lichts und waren dahereine weitere Unterstützung für Einsteins neue Theorie.

Die Anomalie in der Umlaufbahn von Merkur war eine der ersten Erfolge wichtige Beobachtungen von Einsteins allgemeiner Relativitätstheorie und zeigten, dass diese Theorie im Vergleich zu Newtons Gesetzen eine genauere Beschreibung der Schwerkraft darstellte.

In Albert Einsteins allgemeiner Relativitätstheorie ist das Äquivalent der Gravitationskraft die Geometrie der Raumzeit selbst. Diese Theorie revolutioniert unser Verständnis der Schwerkraft, indem wir vorschlagen, dass massive Objekte wie Planeten und Sterne die Raumzeit um sie herum krümmen, und diese Krümmung ist es, die das Auftreten einer Gravitationskraft verursacht die Ursache für die Bewegungen der Planeten und aller Massenobjekte im Weltraum.

Der Hauptunterschied zwischen der Allgemeinen Relativitätstheorie und dem Newtonschen Gesetz der universellen Gravitation ist Der nächste:

1. **Newtons Gesetz der universellen Gravitation:** Nach diesem Gesetz ist die Schwerkraft eine Anziehungskraft, die augenblicklich zwischen zwei Massen wirkt. Die Gravitationskraft wird durch eine Gleichung beschrieben, die die Masse der Objekte und den Abstand zwischen ihnen umfasst. Dieses Gesetz beschreibt die Schwerkraft als eine Wirkung in der Ferne.
2. **Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie:** Anstelle einer aus der Ferne wirkenden Anziehungskraft schlug Einstein vor, dass massive Objekte die Raumzeit um sie herum krümmen. Bewegte Objekte folgen Flugbahnen, sogenannten Geodäten, bei denen es sich um gerade Linien in der gekrümmten Raumzeit handelt. Die Krümmung der Raumzeit um ein massives Objekt bewirkt, dass sich andere Objekte auf dieses zubewegen und so den Eindruck einer Gravitationskraft erwecken. In dieser Theorie ist die Schwerkraft eine Manifestation der Geometrie der Raumzeit selbst.

Der wesentliche Unterschied liegt in der Konzeptualisierung der Schwerkraft. Während in Newtons Theorie die Schwerkraft als eine augenblickliche, in einer Entfernung wirkende Kraft interpretiert wird, wird die Schwerkraft in der Allgemeinen Relativitätstheorie als die Geometrie der Raumzeit interpretiert, die die Bewegung von Objekten steuert. Die Allgemeine Relativitätstheorie hat sich unter extremen Bedingungen, etwa in der Nähe massiver Objekte oder in starken Gravitationsfeldern, als genauer als das Newtonsche Gesetz erwiesen und wurde durch zahlreiche Experimente und Beobachtungen bestätigt.

Alle das scheint sehr GUT, aber ich weiß es nichtgelang es zu erklären, warum die Bewegung der Planeten im Sonnensystem nicht mit der Geschwindigkeit und Flugbahn der Sterne in der Galaxie übereinstimmt. INim Gegenzugweiter Wir haben eine Diskrepanz festgestelltWenn wir gehen um die Bewegung der Sterne in der Galaxie zu analysieren, die wir erklären werden..

Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie, obwohl sie die istweiter Obwohl es bis heute genau ist, erklärt es einige astronomische Beobachtungen nicht vollständig, insbesondere hinsichtlich der Bewegung von Sternen in Galaxien. Im Allgemeinen liefert die Allgemeine Relativitätstheorie möglicherweise keine vollständige oder ungefähre Beschreibung der galaktischen Dynamik. In diesen Fällen wurde die Existenz dunkler Materie als mögliche Erklärung für diese Diskrepanz postuliert.

Aber wir müssen klarstellen, dass dunkle Materie ein Medium ist, das eingeführt wurde, um die Berechnungen zu erklärenübereinstimmen mit den Beobachtungen, ohneEmbargo Es ist eine HypotheseFür die es immer noch keine überzeugende Erklärung gibt, und wir müssen Wissenschaft betreiben, die nicht auf Vermutungen, sondern auf Beweisen basiert..

Dunkle Materie, die trotz derzeitiger Bemühungen noch nicht entdeckt wurde, ist eine Materieform, die kein elektromagnetisches Licht aussendet, absorbiert oder reflektiert und daher nicht direkt durch optische Beobachtungen oder andere Arten von Strahlung nachgewiesen werden kann. elektromagnetisch. Auf seine Existenz wird durch seinen gravitativen Einfluss auf die Geschwindigkeit und Verteilung sichtbarer Materie, beispielsweise von Sternen in Galaxien, geschlossen.

Die Hypothese der Dunklen Materie entstand, um Phänomene wie die Rotation von Galaxien zu erklären, bei der sich Sterne in den äußeren Regionen von Galaxien mit höherer Geschwindigkeit bewegen, als nach den Gesetzen der Schwerkraft aufgrund der sichtbaren Masse von Galaxien zu erwarten wäre. Die aktuelle Wissenschaft geht davon aus, dass dunkle Materie, die wir nicht sehen können, einen zusätzlichen gravitativen Einfluss ausübt, der Sterne bei diesen Geschwindigkeiten auf stabilen Umlaufbahnen hält.

Dunkle Materie wird auch herangezogen, um die Entstehung und Dynamik großräumiger Strukturen im Universum, wie etwa Galaxienhaufen, zu erklären. Obwohl es noch nicht direkt entdeckt wurde, wird angenommen, dass es aufgrund seiner Gravitationseffekte Beobachtungsnachweise für seine Existenz gibt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie zwar in vielen Situationen eine genaue Beschreibung der Schwerkraft darstellt, bestimmte großräumige astronomische Phänomene wie die Bewegung von Sternen in Galaxien jedoch nicht vollständig erklären kann, was zur Einführung der Hypothese der Dunklen Materie geführt hat als mögliche Lösung für diese Beobachtungsdiskrepanzen. Die Suche nach und das Studium der Dunklen Materie sind nach wie vor aktive Forschungsbereiche in der Astronomie und Physik.

ABER WIR KÖNNEN NICHTTROTZDEM BEHAUPTEN SIE, DASS DUNKLE MATERIE EXISTIERT

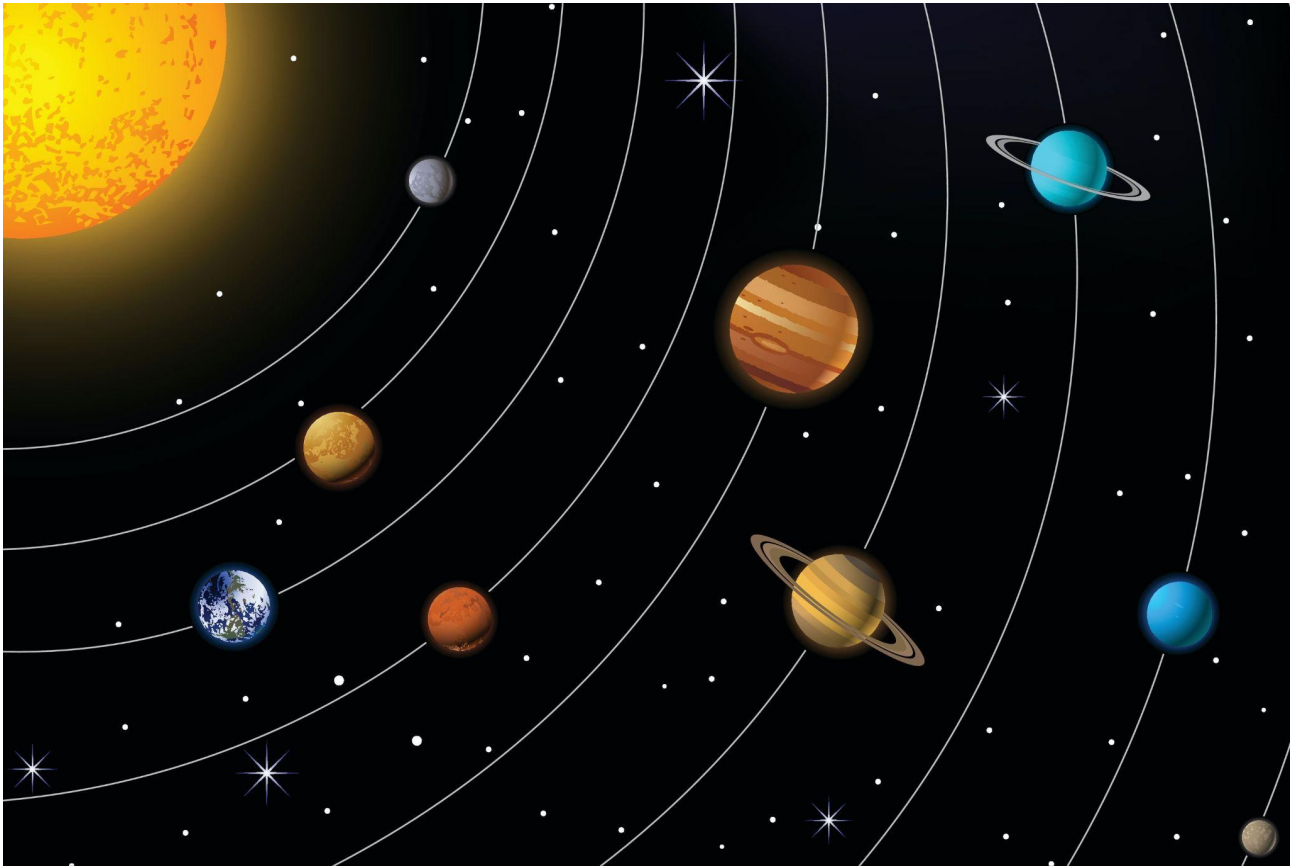
Obwohl die Existenz dunkler Materie ist es nicht in Frage gestellt Im Allgemeinen möchte ich aufgrund der aktuellen Wissenschaft nicht, dass dieses Konzept, das der Dunklen Materie, meine Arbeit verunreinigt, die andere Erklärungen für die Geschwindigkeit von Sternen in der Galaxie aufzeigen wird, ohne dass Konzepte eingeführt werden müssen. Das sind heute nur Vermutungen.

Die tatsächliche Geschwindigkeit der Planeten im Sonnensystem

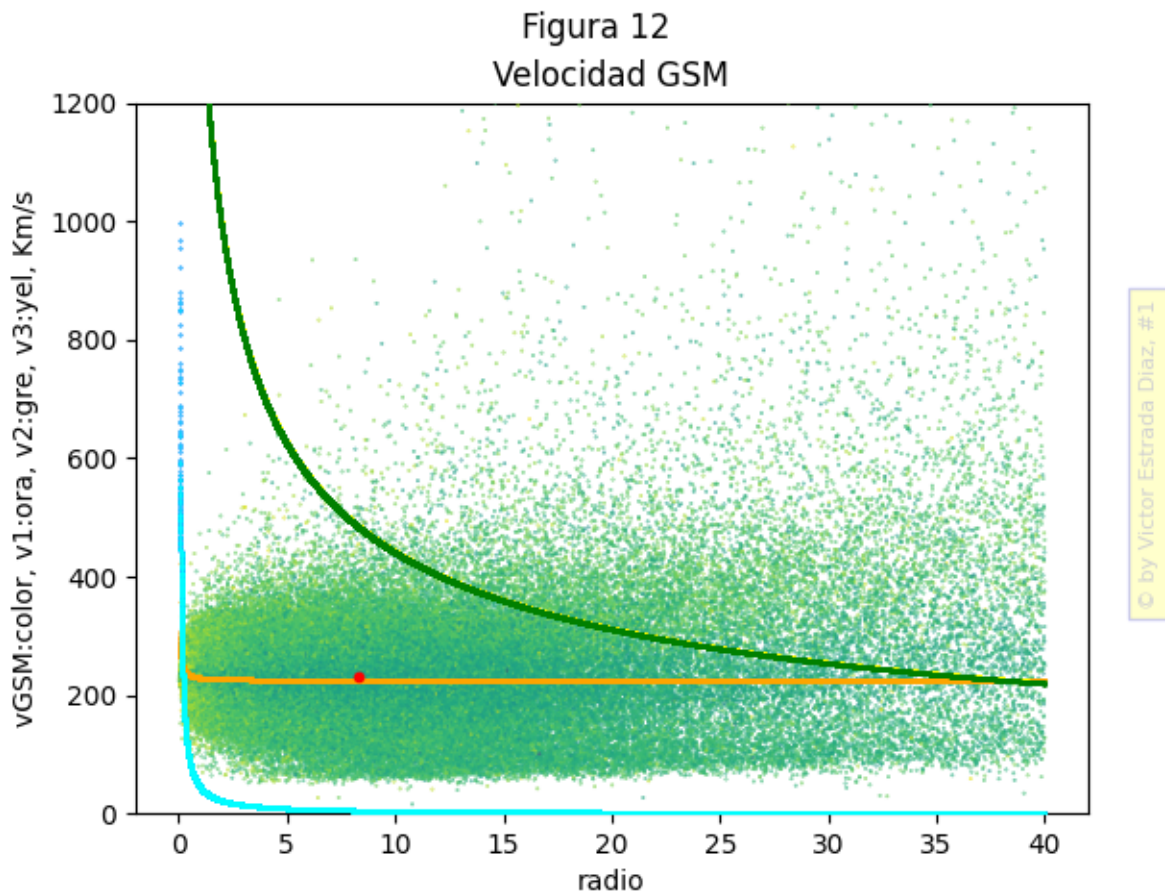
Es ist ersichtlich, dass mit zunehmender Entfernung die Geschwindigkeit der Planeten abnimmt. Bei den beobachteten Geschwindigkeitsberechnungen stimmen die Daten nur mit den theoretischen Ergebnissen der Anwendung von Newton und Einstein übereinzuletzt erkläre esOrbit von Merkur, wie wir gesagt haben.

Planet	Durchschnittsge schwindigkeit (km/s)	Entfernung zur Sonne (AU)
Quecksilbe r	47,87	0,39
Venus	35.02	0,72
Land	29.78	1,00
Marte	24.08	1,52
Jupiter	13.07	5.20
Saturn	9.68	9.58
Uranus	6,80	19.22
Neptun	5.43	30.05

Diese Ergebnisse unterscheiden sich für die Geschwindigkeiten der Sterne in der Galaxie, die mit seltenen Ausnahmen nicht abnehmen, je weiter sie vom galaktischen Zentrum entfernt sind.



Die Geschwindigkeit der Sterne in der Galaxie



In der Grafik habe ich die Sterne des Beispiels in einer Farbe dargestellt, die ins Orange übergeht. weiter massereich und grün, je weniger massereich, auf der X-Achse ihre Entfernung zum galaktischen Zentrum als Hintergrund zum Kontrast zu den theoretischen Werten.

Für jeden Stern habe ich die Geschwindigkeit anhand seiner Masse und seines Abstands vom Massenschwerpunkt der Galaxie berechnet. Das Ergebnis ist die grüne Kurve, die wir sehen und die eindeutig nicht auf die tatsächlich beobachtete Geschwindigkeit reagiert, die wir in der Galaxie sehen Punktwolke.

Ich nenne dieses Ergebnis Model_V2

Dann habe ich mich gefragt, welche Ergebnisse wir unter Berücksichtigung der Raumverformung erhalten würden, wenn wir Einsteins Normen auf jeden Stern in der Stichprobe anwenden würden, und ich habe die blaue Kurve erhalten, die, wie man sehen kann, ebenfalls eine Diskrepanz aufweist, Modell_V3.

Schließlich habe ich ein Modell nach Einstein angewendet, das dunkle Materie einbezog, und das Ergebnis war die orangefarbene Kurve, Model_V1.

Die Geschwindigkeit der Sonne und ihre Geschwindigkeit werden im roten Punkt angezeigt, der zufällig durch das Einstein-Dunkle-Materie-Modell Model_V1 verläuft

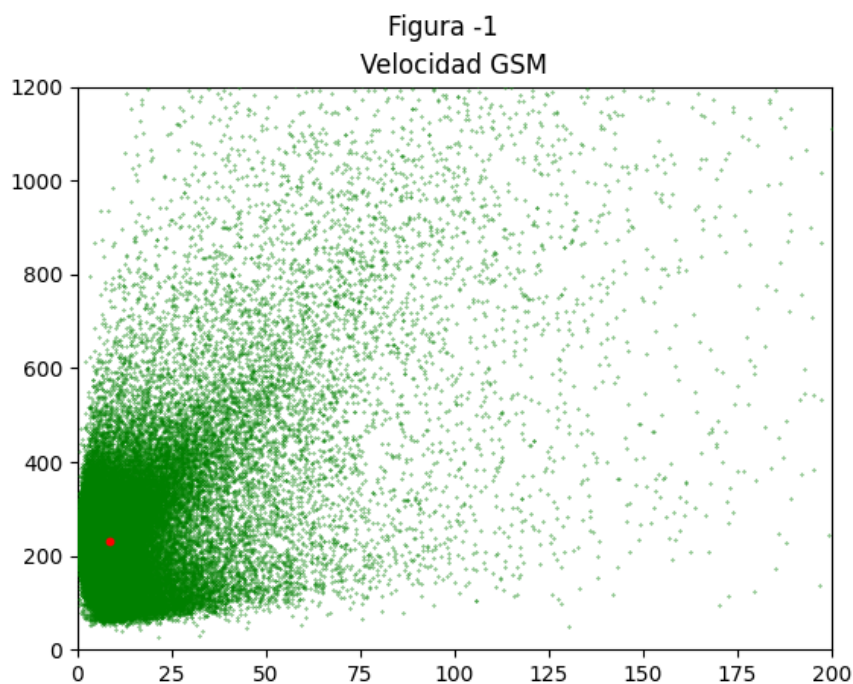
Begründete Zweifel schließen dunkle Materie aus

Es ist wahr, dass dieses Modell, das der Dunklen Materie. Modell_V1, Es scheint am besten zu passen, aber es gibt starke Argumente, die dagegen sprechen.

Der einzige Wert, auf den die Existenz dunkler Materie reagiert, besteht darin, die Geschwindigkeit der Sonne zu rechtfertigen, und kaum etwas anderes, vielleicht der Geschwindigkeitstrend, aber selbst das nützt uns nichts, weil wir deutlich sehen, dass die Geschwindigkeit der Sterne anhält erhöhen und zerstreuen sogar weiter wenn wir uns von 40 Kiloparsec des galaktischen Zentrums wie in der folgenden Grafik zu sehen ist.

Man erkennt, dass es eine Streuung gibt, die immer größer wird, je weiter man sich vom Zentrum entfernt galaktisch. Und obwohl Hübsch manche bei Sternen, die einen bestimmten Trend über 230 km/s beibehalten, nimmt die Geschwindigkeitsstreuung linear zu und erreicht Geschwindigkeitswerte über 1200 km/s

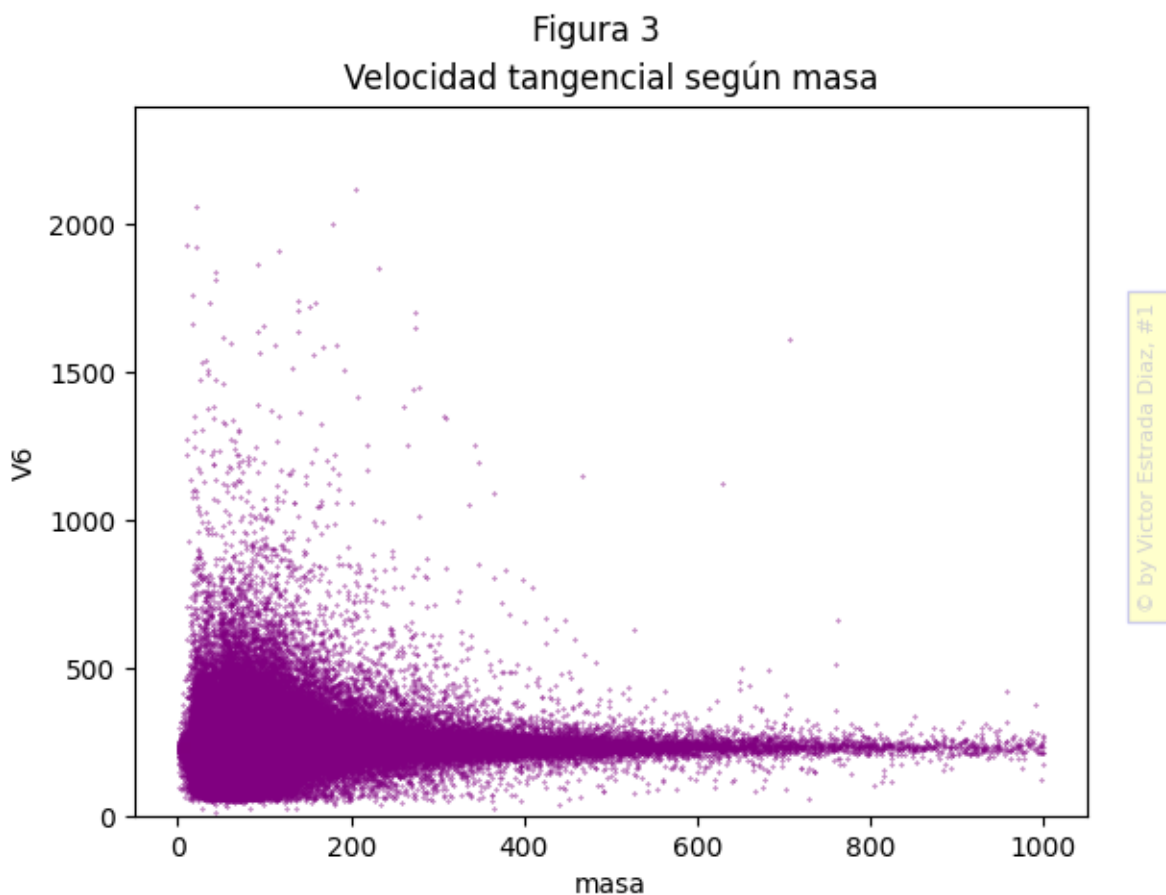
Der Unterschied Es wird immer ausgeprägter, je weiter wir vom galaktischen Zentrum entfernt sind, wie hier bis zu 400 Kiloparsec zu sehen ist:



Einfluss der Masse auf die Geschwindigkeit des Sterns

Die folgende Grafik zeigt, wie die Sterne aussehen, wenn sie eine große Masse haben. Diese haben eine Geschwindigkeit, die weiter stabil und vorhersehbar ist, andererseits verständlich, da mehr Masse eine stabilere Trägheit bedeutet.

Sünde allerdings mit wenig Masse in einem Stern, seine Geschwindigkeit weist eine große Streuung der Werte auf. Druckerei Es kann verwendet werden, um Massenwerte in der Entfernung für die von uns durchgeführten Berechnungen auszuwählen. Berechnungen werden präzise und vermeiden Sie kleine Geschwindigkeitsmassen, die weiter unberechenbar und unvorhersehbar sind. Die folgende Abbildung kann uns Hinweise dazu geben, einschließlich der Suche nach einer geeigneten Formulierung zum Festlegen der Stabilität in stellarer Bewegung..



Warum Modelle scheitern

Soweit ich verstehen kann, gehen alle davon aus, dass Kräfte augenblicklich übertragen werden, auch bei Einsteins Ideen Raumzeitverzerrungen sind nicht statisch. In werden sofort übermittelt wie die Modelle vorschlagen oder annehmen.

Die Ausbreitung, die mit Lichtgeschwindigkeit übertragen wird, nicht zu berücksichtigen, ist ein konzeptioneller Fehler, den selbst Einsteins Modelle außer Acht lassen.

Es ist bewiesen. Diese Wellen in der Raumzeit breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit aus, wie Projekte wie LIGO gezeigt haben.

Das heißt, keines der aktuellen Modelle berücksichtigt, ob Kraft oder Verformung des Raumes berücksichtigt wird. Tragen impliziert eine nicht berücksichtigte Ausbreitungsgeschwindigkeit und damit die Fehler, die bei der Bestimmung entstehentheoretisch die Geschwindigkeiten und was durch Einleitung des Themas begründet werden muss dunkel, um eine mögliche Erklärung zu geben,.

Aus theoretischen Gründen sind die Sterne gravitativ miteinander verbunden, aber abgesehen von der Tatsache, dass ihre Wirksamkeit mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt, entsteht ein weiterer Effekt, der in der Theorie nicht berücksichtigt wurde. Theorien aktuell und das ist die Ausbreitung.

Die Ausbreitung verursacht eine Trennung weiter. Abgesehen von der Anziehungskraft ist es wie die Wirkung einer Welle oder des olympischen Hammerses ist an den Launcher gebunden und dann jedes Mal freigegeben weiter mit der Entfernung.

Ich persönlich glaube nicht, dass es etwas damit zu tun hat. Wirkung beobachtet in den Sternen der Galaxie mit oder ohne Dunkle Materie.

Die Galaxie als Graph

Angesichts der starken Diskrepanz in den Modellen, hat diese Arbeit gefördert, nach. Es ist schon eine Weile her, seit ich gesehen habe, dass der beste Weg ist. Behandeln Sie die Stichprobe als Diagramm, da ich so Attribute und Berechnungen für jeden Stern erstellen und ihn mit seiner Umgebung in Beziehung setzen kann, um zu verstehen, was passiert, und keine Leistung zu erbringen unnötige Doppelberechnungen, es sei denn, eine Neuberechnung liegt in unserem Interesse.

Ziehe die Umwelt in Betracht

Die Umgebung eines Sterns mit allen Sternen oder sogar seinen Nachbarn zu sehen oder zu verstehen, ist eine Berechnung monumental und außerhalb meiner Reichweite, dieser hätte es getan eine Ordnung des Algorithmus. Inmico unbezahlbar.

Aber wir können das Problem auch anders formulieren:

Die Frage ist zu berücksichtigen in jedem Der Stern und seine Geschwindigkeit denken darüber nach, in welcher Umgebung sich die Umgebung befindet. Nummer von Sternen, so dass ein Stern mit der größtmöglichen Masse so weit entfernt ist, dass er Attraktion Die Schwerkraft beginnt einen leichten Einfluss darauf zu haben.

Dank dieses Tricks für jeden Sternes war mir möglich zu Erkunden Sie Ihre Nachbarn, falls vorhanden weiter dort oder hier dieser Entfernung m minimaler Einfluss.

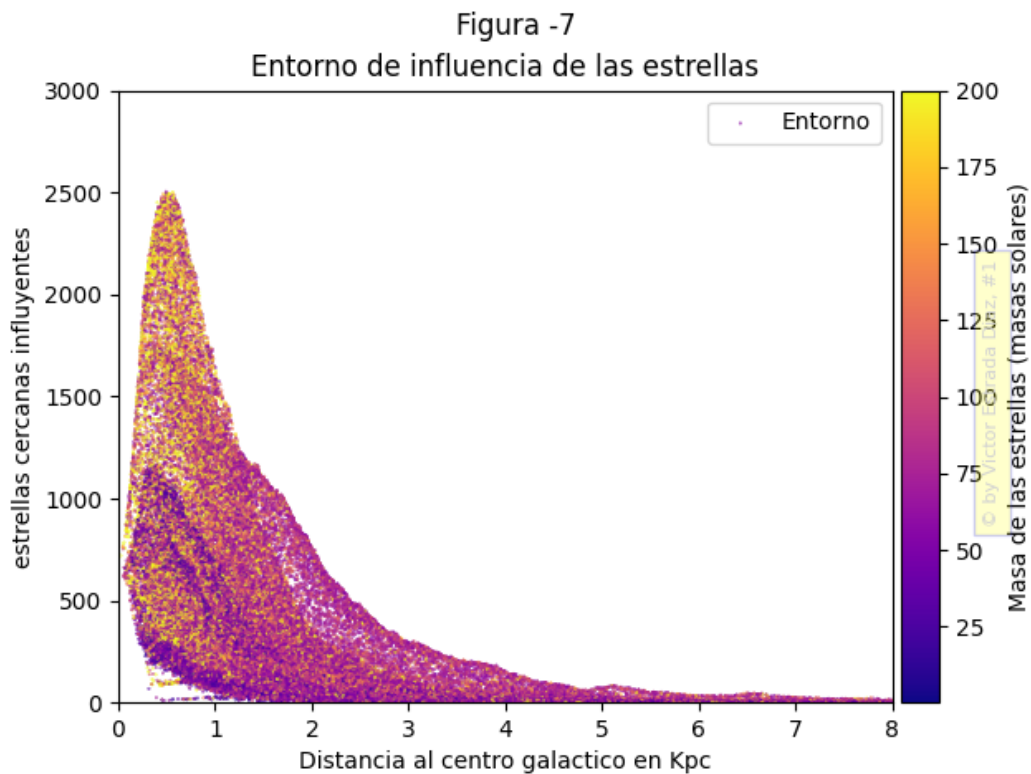
Dann können wir für jeden Stern die erhalten. Nummer von Sternen, die es gravitativ beeinflussen, und die Verwendung dieses Kriteriums lässt uns bestimmte interessante Dinge beobachten.

- Global gesehen hat die Umgebung eines Sterns keinen wesentlichen Einfluss auf die Geschwindigkeit seiner Gruppe, so wie er es bereits hat. Einfluss auf die

Geschwindigkeit ist normalerweise nicht das Ergebnis von nahe Umgebung, es sei denn, die Sterne sind sehr nah.

- Sie werden als Wellen in den erkannten Clustern beobachtet entsprechend die Masse, die darauf hindeutet, dass sich die Sterne stufenweise vom galaktischen Zentrum entfernt haben, sich in Gruppen ähnlicher Masse und zu ähnlichen Zeiten gebildet haben, was auf einen gemeinsamen Ursprung jeder Welle schließen lässt.

Dies ist das Anschaulich können Sie erkennen, was ich vorschlage::



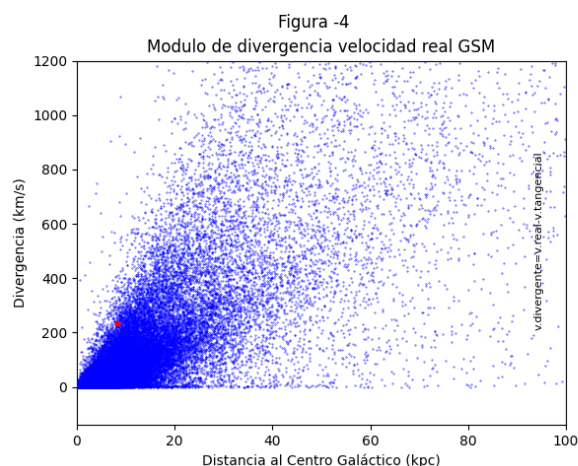
Echte Geschwindigkeit in den drei Dimensionen des Raumes

In den folgenden Abbildungen habe ich die Geschwindigkeit nicht im tangentialen Sinne, sondern in den drei Dimensionen des Raumes ermittelt. Die Komponenten der Geschwindigkeit entsprechen der Rotation oder gehen in eine andere Richtung, diese Messungen werden in v_t Tangentialgeschwindigkeit und v_m der effektiven Geschwindigkeit im Modul zusammengefasst. Also Blick auf den Unterschied in der Modul der Geschwindigkeit in Bezug auf den Tangente zum galaktischen Spin. Wir können beobachten, ob der Stern vom Spin abweicht oder nicht. Das messen.

Sowohl v_t als auch v_m sind Messungen, die nicht von der Sonnengeschwindigkeit beeinflusst werden (GSM-System).

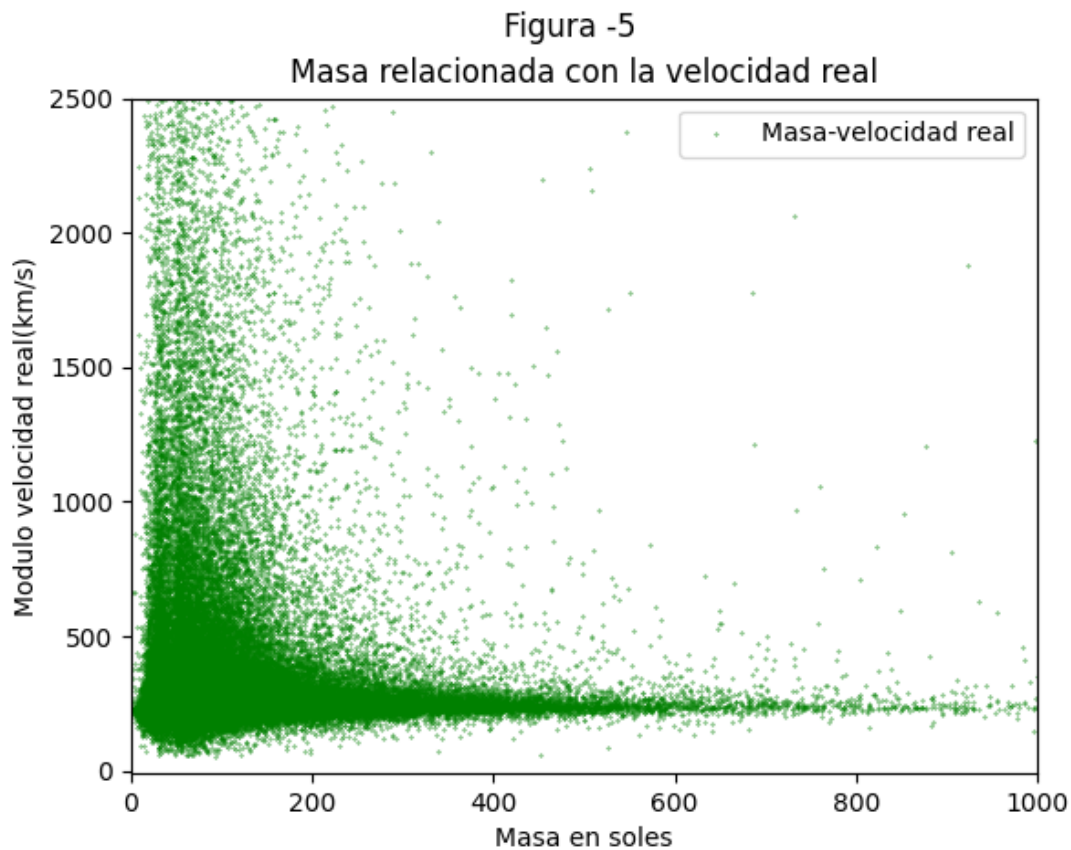
Wir werden das berücksichtigen. Modul Komponente der Geschwindigkeit in drei Dimensionen als tatsächliche Geschwindigkeit (v_m) des Sterns.

In diesem Diagramm sehen wir den Unterschied zwischen der Größe der realen Geschwindigkeit (v_m) und der Tangentialgeschwindigkeit (v_t).



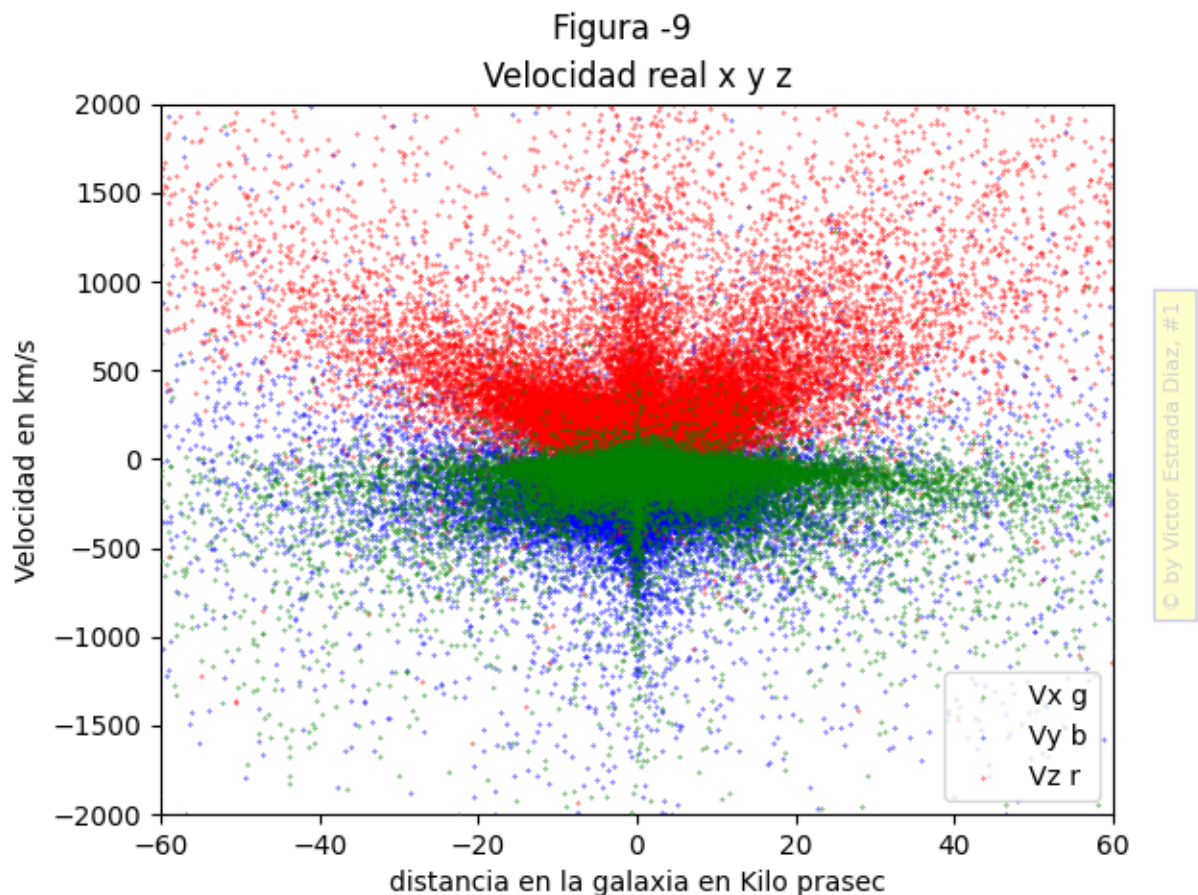
Masse und tatsächliche Geschwindigkeit

In der folgenden Grafik sehen wir dasDie Masse der Sterne im Verhältnis zu dieser realen Geschwindigkeit (v_m) wirkt sich stark auf massearme Sterne aus und erreicht dabei sehr hohe Geschwindigkeitenweiter Massive haben wenig Geschwindigkeit unddas ist mehr stabil, dies reagiert zweifellos auf das Trägheitsmoment, aber die Form dieser Abhängigkeit ist merkwürdig.



Die Asymmetrie in der Geschwindigkeit der Galaxie

Betrachtet man die Sterne in der galaktischen Ebene, fällt auf, dass die Geschwindigkeiten in der nördlichen Ebene stark zunehmen, weiter als in der südlichen Ebene, als würde etwas an den Sternen ziehen, um ihre Geschwindigkeit zu erhöhen.



Schlussfolgerungen

Angesichts der Messungen des hervorragenden Gaia-Projekts gibt es begründete Vermutungen, dass der Glaube an die Existenz dunkler Materie die Geschwindigkeit der Sterne in der Galaxie nicht erklären kann angemessen oder handelt es sich um eine unbewiesene Vermutung.

Es gibt Gründe zu argumentieren, dass grundlegende Aspekte und während wir andere Ursachen finden, die vorgeschlagen werden können und Wir können eine begründete Vermutung vorlegen, es wird auch eine Vermutung wie die der Dunklen Materie heute sein.

Wir müssen präsentieren oder entdeckeneine Bestätigung unserer Vermutungen.

Zumindest wenn diese Bestätigung nicht eingetroffen ist zu und Es gibt noch andere mögliche Erklärungen, die überprüfbar sein müssen, diese müssen widerlegt oder bestätigt werden..

Erinnern wir uns daran eine unbewiesene Vermutung wie die Existenz dunkler Materie ist wiegültig wie jede andere plausible Vermutung.

Aber wir betreiben Wissenschaft mit bewiesenen Tatsachen, nicht mit Hypothesen. Vermutungen zeigen uns den Weg, aber sie sind, was sie sind, Tatsachen, die noch nicht bestätigt sind.

-Dies ist das erste einer Reihe von Werken -