

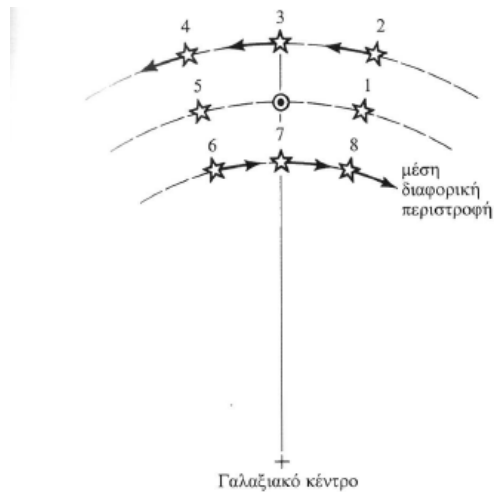
Ο ΓΑΛΑΞΙΑΣ ΜΑΣ ΚΑΙ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ

Ο ΤΟΠΙΚΟΣ ΛΟΓΟΣ ΜΑΖΑΣ - ΦΩΤΟΣ

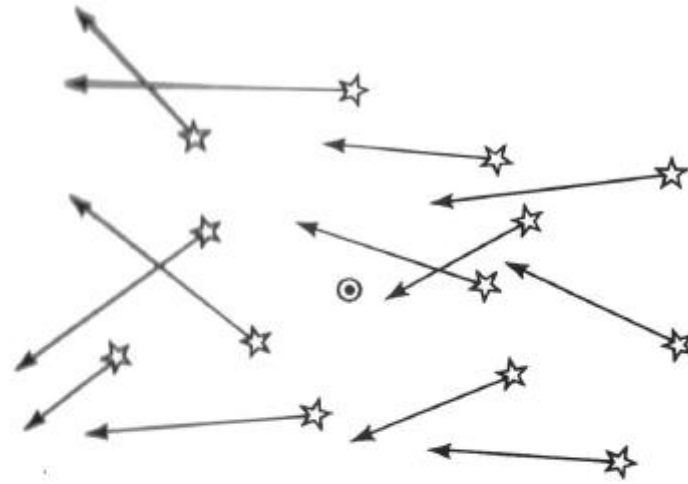
- ▶ μ $\longrightarrow$ Μάζα ανά μονάδα επιφάνειας του Γαλαξίας
- ▶ L $\longrightarrow$ Λαμπρότητα ανά μονάδα επιφάνειας του Γαλαξίας
- ▶ Το $\mu/L \approx 5$ Ηλιακή μάζα/Ηλιακή Λαμπρότητα.
- ▶ Δύο προφανή συμπεράσματα:
- ▶ Οι περισσότερες αστέρες είναι αμυδρότεροι του Ήλιου
- ▶ Το υπάρχον ήλιο δεν προέρχεται από πυρηνική σύντηξη. Προέρχεται από τη μεγάλη έκρηξη.

Διαφορική περιστροφή του Γαλαξία

- ▶ Ανακαλύφθηκε σχετικά πρόσφατα.
- ▶ Το τοπικό πρότυπο ηρεμίας
- ▶ Τοπικές διαφορικές κινήσεις



Σχήμα 12.9. Η εικόνα που αναμένεται για τις διαφορικές μέσες κινήσεις των άστρων που βρίσκονται σε μια απόσταση μέχρι μικρές χιλιάδες έτη φωτός από τον Ήλιο.



Σχήμα 12.8. Η ασυμμετρία των «άστρων υψηλής ταχύτητας». Τα άστρα που κινούνται με ταχύτητες μεγαλύτερες από περίπου 65 km/sec σε σχέση με το τοπικό πρότυπο ηρεμίας φαίνονται να κινούνται αποκλειστικά από τα δεξιά προς τα αριστερά (σύμφωνα με τον συνηθισμένο τρόπο που σχεδιάζονται αυτά τα διαγράμματα). Δεν υπάρχουν γνωστά άστρα «υψηλής ταχύτητας» που να κινούνται από αριστερά προς τα δεξιά. Η εξήγηση αυτής της μη συμμετρικής συμπεριφοράς δίνεται στο κείμενο.

Δυο μεγέθη που μπορούν να μετρηθούν

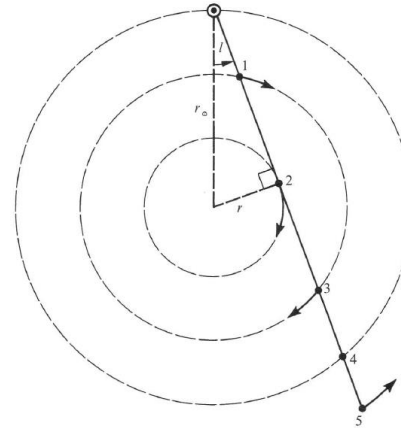
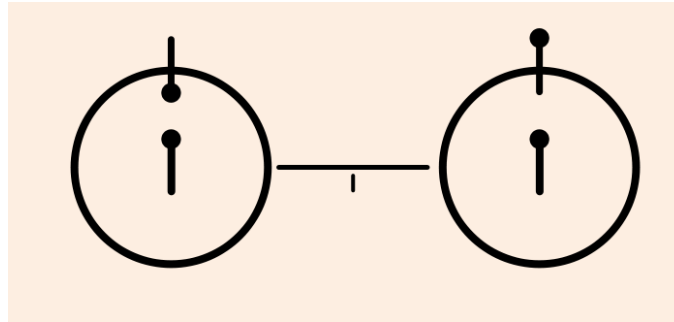
- ▶ Τοπικός βαθμός διάτμησης $A = -\frac{r}{2} \frac{d\omega}{dr}$ και
- ▶ Τοπικός ρυθμός περιστροφής ή στροβιλότητα $B = -\frac{1}{2r} \frac{d}{dr}(r^2 \omega)$
- ▶ Προφανώς για $A=0$, η ω είναι ανεξάρτητη της απόστασης από το κέντρο.
- ▶ Δείξτε πως $\omega = A - B$

Άσκηση 10^η

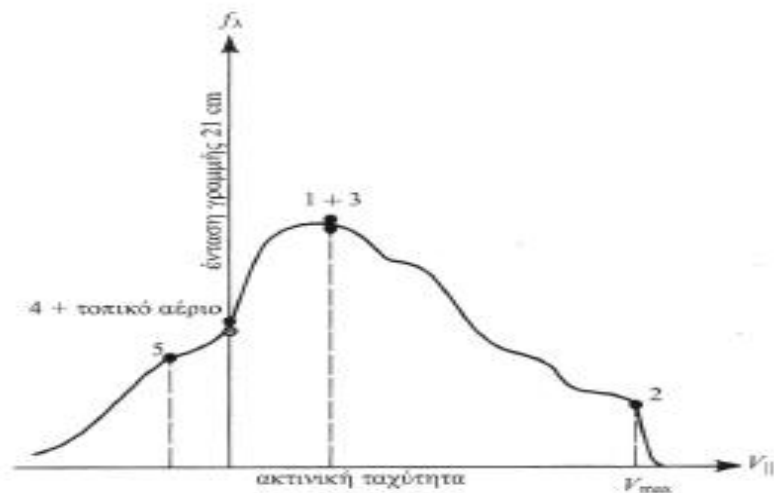
- ▶ Τα μεγέθη A και B μετρήθηκαν για την περιοχή του ήλιου μας και οι τιμές τους βρέθηκαν $0,0050 \left(\frac{\text{Km}}{\text{s}}\right)/ly$ και $-0,0032 \left(\frac{\text{Km}}{\text{s}}\right)/ly$ αντίστοιχα. Αξιοποιείστε τα παραπάνω στοιχεία όπως και την απόσταση του ήλιου από το κέντρο του Γαλαξία που είναι $30000ly$ για να υπολογίσετε:
- ▶ Τη γωνιακή ταχύτητα περιφοράς του ήλιου γύρω από το κέντρο του Γαλαξία.
- ▶ Τη γραμμική ταχύτητα περιφοράς του ήλιου γύρω από το κέντρο του Γαλαξία.
- ▶ Την περίοδο περιφοράς του ήλιου γύρω από το κέντρο του Γαλαξία.
- ▶ Να εκτιμήσετε
- ▶ Τη μάζα του Γαλαξία στο εσωτερικό της ηλιακής τροχιάς
- ▶ Το πλήθος των αστέρων στο εσωτερικό της ηλιακής τροχιάς

Το πεδίο διαφορικής περιστροφής μεγάλης κλίμακας

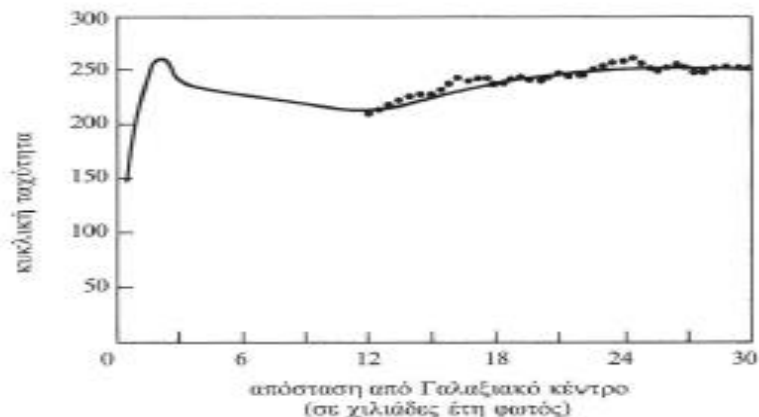
- Η γραμμή των 21cm (van de Hulst. 1945)
- Με τη μέθοδο αυτή μπορούμε να βρούμε τη γραμμική ταχύτητα με την οποία κινείται συγκεκριμένο νέφος υδρογόνου σε ορισμένη απόσταση από το κέντρο του Γαλαξία.



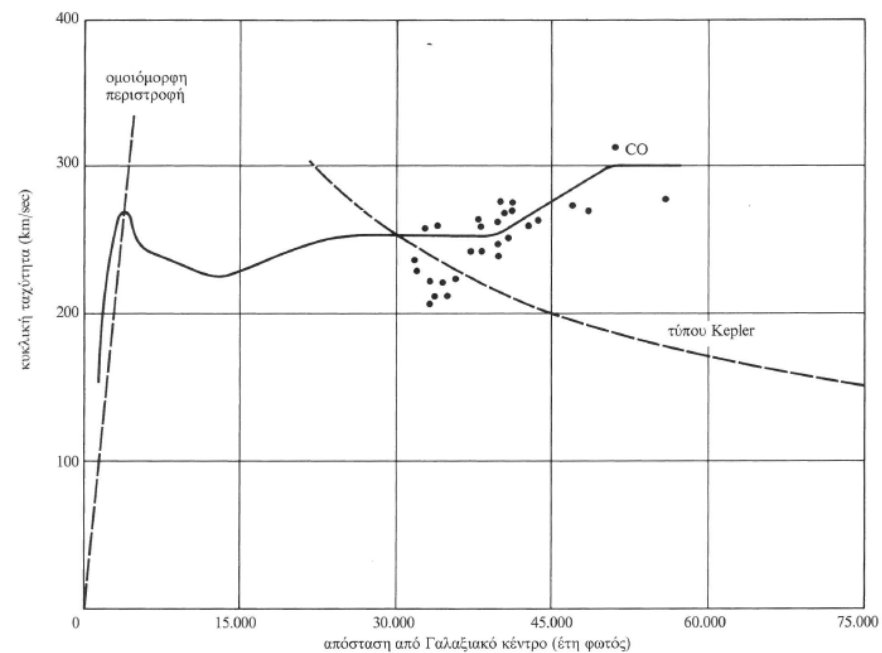
Σχήμα 12.13. Η εικόνα της διαφορικής περιστροφής μεγάλης κλίμακας σύμφωνα με έναν παρατηρητή που περιστρέφεται με τη γωνιακή ταχύτητα του τοπικού προτύπου ηρεμίας. Σημειώστε ότι τα νέφη 1 και 3 έχουν την ίδια ταχύτητα κατά τη γραμμική θέαση («ακτινική») ως προς τον Ήλιο, ενώ το νέφος 2 έχει τη μέγιστη θετική ταχύτητα (απομάκρυνσης). Σημειώστε επίσης ότι το νέφος 5, που βρίσκεται εκτός του ηλιακού κύκλου, εμφανίζει αρνητική ακτινική ταχύτητα, και το νέφος 4, που βρίσκεται πάνω στον ηλιακό κύκλο, παραμένει ακίνητο σε σχέση με τον Ήλιο.



Σχήμα 12.14. Σχηματική απεικόνιση του περιγράμματος (του προφίλ) της γραμμής των 21 cm κατά την κατεύθυνση Γαλαξιακού γεωγραφικού μήκους l , όπως στο Σχήμα 12.13. Αν αγνοήσουμε τα φαινόμενα που οφείλονται στις μικρές μη κυκλικές κινήσεις, η μέγιστη ακτινική ταχύτητα που καταγράφεται, $V_{\max}$, αντιστοιχεί στο νέφος 2 του «εφαπτομενικού σημείου». Οι ενδιάμεσες θετικές ταχύτητες προέρχονται από το άθροισμα των συνεισφορών νεφών όπως τα 1 και 3, που βρίσκονται στο εσωτερικό του ηλιακού κύκλου, εκάτερουθεν του εφαπτομενικού σημείου. Η μηδενική ταχύτητα αντιστοιχεί σε ύλη που βρίσκεται πάνω στον ηλιακό κύκλο, είτε στην άμεση περιοχή του Ηλίου, είτε στο σημείο τομής 4 του Σχήματος 12.13. Οι αρνητικές ταχύτητες (στο πρώτο τεταρτημόριο: $0^\circ < l < 90^\circ$) αντιστοιχούν σε αέριο εκτός του ηλιακού κύκλου.



Σχήμα 12.15. Η καμπύλη περιστροφής του Γαλαξία η οποία προέκυψε από παρατηρήσεις της φασματικής γραμμής των 21 cm του αερίου ατομικού υδρογόνου που βρίσκεται στο εσωτερικό του ηλιακού κύκλου.

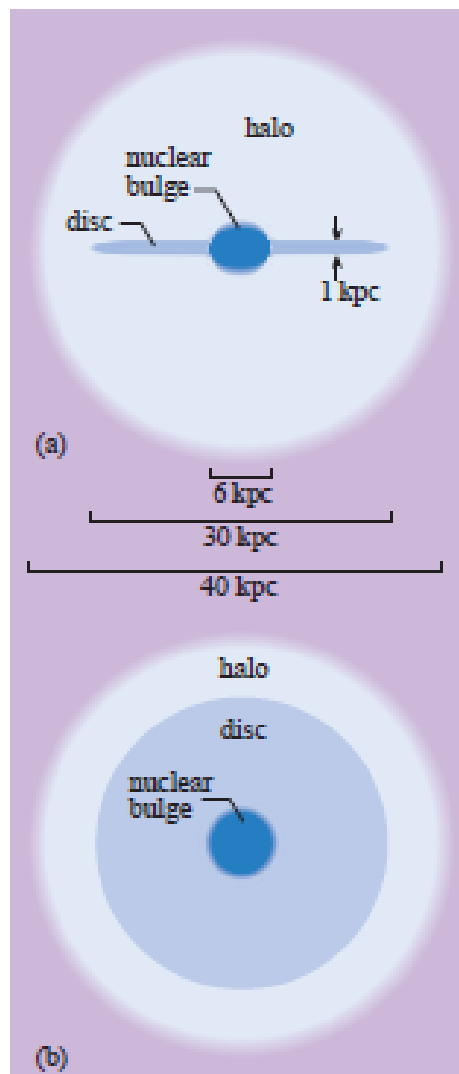


Σχήμα 12.16. Η καμπύλη περιστροφής του Γαλαξία επεκταμένη πέρα από τον ηλιακό κύκλο με τη βοήθεια φωτομετρίας σε άστρα ΟΒ και παρατηρήσεων CO στα μοριακά νέφη που συνδέονται με αυτά τα άστρα. Οι διακεκομμένες καμπύλες δείχνουν ποια μορφή θα είχε η καμπύλη περιστροφής του Γαλαξία αν αυτός περιστρεφόταν ομοιόμορφα ή αν όλη η μάζα του ήταν συγκεντρωμένη σε ένα μοναδικό σημείο στο κέντρο.

- ▶ Για να βρούμε την καμπύλη περιστροφής έξω από την τροχιά του ήλιου πρέπει να βασιστούμε σε οπτικές παρατηρήσεις προκειμένου να βαθμονομήσουμε τις αποστάσεις των ουρανίων αντικειμένων των οποίων οι ταχύτητες πρέπει να μετρηθούν
- ▶ Είναι γενικά μία διαδικασία που διαρκώς βελτιώνεται και τα αποτελέσματα δίνουν την καμπύλη του σχήματος 12.16
- ▶ Σύμφωνα με το αποτέλεσμα αυτό φαίνεται πώς η μάζα που περιέχεται σε μία ακτίνα 75.000 ετών φωτός από το κέντρο του Γαλαξία είναι περισσότερη από την τριπλάσια αυτής που περιέχεται εντός της τροχιάς του ήλιου.
- ▶ Με δεδομένο πώς από παρατηρήσεις άλλων παρόμοιων γαλαξιών γνωρίζουμε ότι ο λόγος μάζας φωτός στην περιοχή αυτή είναι πολύ μεγαλύτερος από ότι στο κέντρο των γαλαξιών καταλαβαίνουμε πώς στην εξωτερική περιοχή του Γαλαξία μας κυριαρχεί μάζα που δεν φωτοβολεί.

Πυρηνικό εξόγκωμα

- ▶ Το πυρηνικό εξόγκωμα είναι το πιο αινιγματικό μέρος του Γαλαξία λόγω της υψηλής οπτικής παρεμπόδισης ανάμεσα σε εμάς και σε αυτό.
- ▶ Η διόγκωση φαίνεται να είναι ένα σφαιροειδές με ισημερινή διάμετρο περίπου 6 kpc. Οι εξωτερικές περιοχές του περιστρέφονται σε περίπου 100 km/s και η συνολική του μάζα είναι περίπου $10^{10} M_{\odot}$.
- ▶ Η διόγκωση αποτελείται κυρίως από αστέρια πληθυσμού II, αν και οι μεταλλικότητες τους φαίνεται να είναι ασυνήθιστα υψηλές σε πολλές περιπτώσεις. Εντός του εξογκώματος μπορεί να αναγνωριστεί ένας αριθμός διαφορετικών χαρακτηριστικών, συμπεριλαμβανομένης της ραδιοφωνικής πηγής Τοξότης A. Αυτή η πολύπλοκη ραδιοπηγή περιβάλλει το κέντρο του γαλαξία μας, και στην καρδιά του βρίσκεται το αντικείμενο που αναφέρεται ως Sgr A. Λεπτομερείς υπέρυθρες μελέτες πάνω από τα τελευταία χρόνια έχουν αποκαλυφθεί οι κινήσεις αρκετών μεμονωμένων άστρων σε τροχιά γύρω από το Sgr A. Μετρώντας τις ταχύτητες αυτών των αστεριών και τις αποστάσεις τους από το τροχιακό κέντρο, έχει συναχθεί ότι το Sgr A είναι μια μαύρη τρύπα με μάζα περίπου $4 \times 10^6 M_{\odot}$. Αυτή η μαύρη τρύπα δεν συσσωρεύει επί του παρόντος μεγάλη ύλη και έτσι μπορεί να θεωρηθεί «ήρεμη», σε αντίθεση με τις μαύρες τρύπες στους ενεργούς γαλαξίες που θα περιγραφούν σε επόμενες ενότητες.



Άλως

- ▶ Η Γαλαξιακή Άλως (φωτοστέφανο) είναι το πιο εκτεταμένο από τα άμεσα ανιχνεύσιμα δομικό συστατικό του Γαλαξία μας. Πρόκειται για ένα αρχαίο και σχετικά ανενεργό τμήμα του Γαλαξία. Τα κύρια συστατικά της άλω είναι τα παλιά αστέρια του πληθυσμού II, που περιέχουν λίγα στοιχεία εκτός από το υδρογόνο και το ήλιο. Τα αστέρια με αυτή τη σύνθεση λέμε ότι έχουν χαμηλή μεταλλικότητα, όπου, με αστρονομικούς όρους, όλα τα στοιχεία εκτός από το υδρογόνο και το ήλιο αναφέρονται ως «μέταλλα».
- ▶ Η συνολική μάζα των αστεριών της άλω είναι περίπου $10^9 M_{\odot}$ (ή το 1% αυτού του Γαλαξία στο σύνολό του) και περίπου το 1% των αστερών της άλω περιέχονται σε σφαιρικά σμήνη.
- ▶ Αυτά είναι κλειστά σφαιρικά σμήνη αστεριών έως 50 pc και το καθένα περιέχει $10^5 - 10^6$ μέλη.