

## Εργαστήριο Αποστάσεων Γαλαξιών

a) Τι μετράμε με την μετατόπιση προς το ερυθρό του φάσματος των γαλαξιών; Γιατί σε ορισμένους κοντινούς γαλαξίες εμφανίζονται μεταθέσεις του φάσματος προς το κυανό; Έρχεται αυτή η παρατήρηση σε αντιδιαστολή με το διαστελλόμενο Σύμπαν;

b) Ποιος επιπλέον παράγοντας εισέρχεται στην ερυθρομετατόπιση πέραν της διαστολής του Σύμπαντος και δώστε την ολοκληρωμένη μορφή της εξίσωσης Hubble και ερμηνεία κάθε παραμέτρου της.

c) Υπολογίστε την ερυθρομετάθεση των γαλαξιών, τα φάσματα των οποίων σας δίδονται. Κάθε μέλος της ομάδας θα πρέπει να υπολογίσει ξεχωριστά την ερυθρομετατόπιση και κατόπιν πρέπει να υπολογίσετε την μέση τιμή της ερυθρομετατόπισης από τις διαφορετικές μετρήσεις των μελών κάθε ομάδας, χρησιμοποιώντας (όταν μπορείτε) παραπάνω από μια γραμμή εκπομπής. Επίσης να υπολογίσετε την διασπορά των τιμών της ερυθρομετατόπισης κάθε γαλαξία. Υπολογίστε τις αποστάσεις των γαλαξιών χρησιμοποιώντας τον νόμο του Hubble.

d) Μετατρέψτε τις μετρημένες ερυθρομετατοπίσεις στο σύστημα αναφοράς της Τοπικής Ομάδας γαλαξιών. Για αυτό το σκοπό χρησιμοποιήστε τις εξής διαδοχικές αλλαγές συστημάτων αναφοράς (για να μετασχηματίσετε το Ηλιοκεντρικό σύστημα αναφοράς σε αυτό της Τοπικής Ομάδας γαλαξιών):

$$v_{LSR} = v_o + 9 \cos(l) \cos(b) + 12 \sin(l) \cos(b) + 7 \sin(b)$$

$$v_{Galaxy} = v_{LSR} + 220 \sin(l) \cos(b)$$

$$v_{LG} = v_{Galaxy} - 62 \cos(l) \cos(b) + 40 \sin(l) \cos(b) - 35 \sin(b)$$

όπου (l,b) είναι οι γαλαξιακές συντεταγμένες των γαλαξιών (για να τις υπολογίσετε χρησιμοποιήστε το on-line calculator:

[http://lambda.gsfc.nasa.gov/toolbox/tb\\_coordconv.cfm](http://lambda.gsfc.nasa.gov/toolbox/tb_coordconv.cfm)

Υπολογίστε την πραγματική καθαρή ταχύτητα διαστολής του κάθε γαλαξία εάν η τοπική ομάδα γαλαξιών προσπίπτει στο σμήνος της Παρθένου ( $\alpha=12^h 26^m 32^s$ ,  $\delta=12^\circ 43' 24''$ ) με ταχύτητα 220 km/sec. Υπολογίστε το ποσοστιαίο λάθος στην ερυθρομετατόπιση εάν δεν είχατε κάνει την τελευταία διόρθωση. Διορθώστε ανάλογα τις αποστάσεις των γαλαξιών, που βασίζονται στο νόμο του Hubble, για τις παραπάνω σχετικές ταχύτητες.

e) Χρησιμοποιώντας την μετρική σχέση μεταξύ φαινομένης διαμέτρου ( $D_n$ ) και της αστρικής διασπορά ταχύτητας των ελλειπτικών γαλαξιών (stellar velocity dispersion- $\sigma$ ):

$$D_n \propto \sigma^{1.2}$$

υπολογίστε την απόσταση ενός τυπικού γαλαξία ενός σμήνους ο οποίος έχει τιμές:  $D_n=5 \text{ arcmin}$ ,  $\sigma=350 \text{ km/sec}$ , όταν ξέρετε πως ένας τυπικός γαλαξίας του σμήνους της Κόμης (που βρίσκετε σε απόσταση 60 Mpc), έχει αντίστοιχες τιμές:  $D_n=10 \text{ arcmin}$ ,  $\sigma=450 \text{ km/sec}$ . (Υπόδειξη: Λογαριθμήστε την μετρική σχέση, μετά βαθμονομήστε την σχέση χρησιμοποιώντας τον γαλαξία της Κόμης και τέλος χρησιμοποιήστε το γεγονός ότι η διάμετρος ενός εξωγαλαξιακού αντικειμένου είναι αντιστρόφως ανάλογη της απόστασης του).  
**Σωστή Απάντηση: 88.76 Mpc**

f) Χρησιμοποιώντας την μετρική σχέση μεταξύ λαμπρότητας (L) και της αστρικής διασπορά ταχύτητας των ελλειπτικών γαλαξιών ( $\sigma$ ):

$$L \propto \sigma^{3.1}$$

υπολογίστε την απόσταση ενός τυπικού γαλαξία ενός σμήνους ο οποίος έχει τιμές: ροή ακτινοβολίας  $f_x$  και  $\sigma=579,4 \text{ km/sec}$ , όταν ξέρετε πως ένας τυπικός γαλαξίας του σμήνους της Κόμης (που βρίσκετε σε απόσταση 60 Mpc), έχει αντίστοιχες τιμές:  $f=f_x$ ,  $\sigma=450 \text{ km/sec}$  και  $L=10^{40} \text{ erg/sec}$ . (Υπόδειξη: Λογαριθμήστε την μετρική σχέση, μετά βαθμονομήστε την σχέση χρησιμοποιώντας τον γαλαξία της Κόμης και χρησιμοποιήστε την σχέση λαμπρότητας-ροής).  
**Σωστή Απάντηση: 88.76 Mpc**

g) Σας δίδονται δεδομένα 25 σπειρωειδών γαλαξιών ενός σχετικά μακρινού σμήνους (φαινόμενο μέγεθος στην μπάντα-R, φαινόμενο λόγο αξόνων και συνολική ταχύτητα περιστροφής γαλαξιών). Αφού διορθώσετε τις ταχύτητες περιστροφής για την κλίση του επιπέδου των γαλαξιών σε σχέση με το επίπεδο της ουρανού σφαίρας,

$$v_{real} = \frac{v_{obs}}{\sin i} \quad \cos i = \sqrt{\frac{(b/a)^2 - r_0^2}{1 - r_0^2}}$$

(όπου  $r_0=0.2$ ) υπολογίστε την σχέση Tully-Fisher μεταξύ φαινόμενου μεγέθους και ταχύτητας περιστροφής και την απόσταση του σμήνους χρησιμοποιώντας την βαθμονομημένη σχέση Tully-Fisher:

$$M_R = -8.09 (\log W_i - 2.5) - 21.05 (0.04)$$