

# Προβλήματα Αστροφυσικής II (3<sup>ο</sup> σετ)

## Άλλοι γαλαξίες, Ενεργοί γαλαξίες

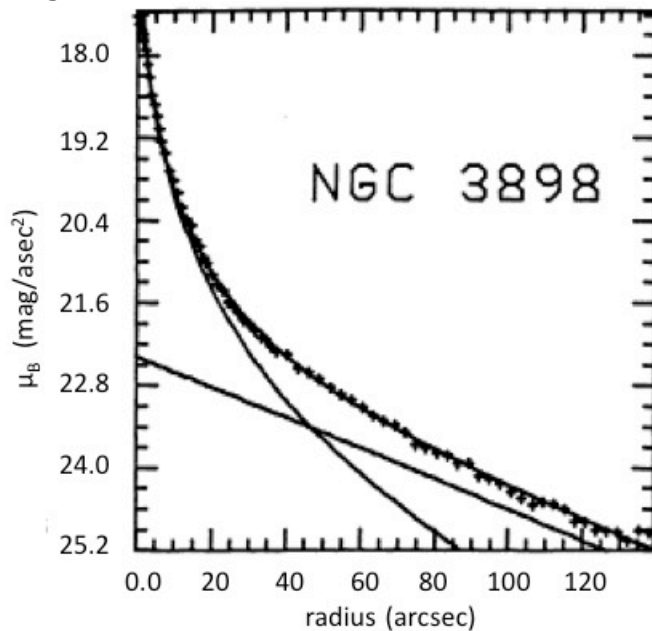
1. Αγνοώντας φαινόμενα απόσβεσης να δείξετε ότι η επιφανειακή φωτεινότητα ενός γαλαξία είναι ανεξάρτητη της απόστασής του από τον παρατηρητή.

2. Η κατανομή της επιφανειακής φωτεινότητας του σπειροειδούς γαλαξία NGC3898 συναρτήσει της ακτίνας από το κέντρο του αποτελείται από δύο συνιστώσες (Boroson et al, 1981, ApJS, 46, 177):

μία συνιστώσα που ακολουθεί τον νόμο του  $r^{1/4}$  με παραμέτρους  $\mu_e=20.89\text{mag/asec}^2$  και  $R_e=1.06\text{kpc}$ , και

μία εκθετική συνιστώσα με παραμέτρους  $\mu_0=23.14\text{mag/asec}^2$  και  $h_R=4.83\text{kpc}$ .

Επιπλέον το συνολικό φαινόμενο μέγεθος του γαλαξία στο B φίλτρο είναι  $m_B=11.28\text{mag}$ .



i) Από το παραπάνω διάγραμμα να βρείτε την ακτίνα (σε arcsecond) μετά την οποία αρχίζει να κυριαρχεί ο δίσκος στην επιφανειακή φωτεινότητα το γαλαξία.

Με βάση τα στοιχεία που σας δίνονται να υπολογίσετε

ii) Την ακτίνα που αντιστοιχεί στην ισόφωτη  $R_{25}=25\text{mag/asec}^2$

iii) Την επιμέρους συνεισφορά του σφαιροειδούς και του δίσκου (εντός του  $R_{25}$ ) στην συνολική φωτεινότητα του γαλαξία.

Πόσο θα αλλάξει το αποτέλεσμα μας εάν θεωρήσουμε ολόκληρο το γαλαξία;

iv) Εάν η μέγιστη ταχύτητα περιστροφής του γαλαξία είναι  $269\text{km/s}$  (Rubin et al, 1985, ApJ, 81, 98) να υπολογίσετε τη λαμπρότητα του Γαλαξία και την απόστασή του.

v) Εάν η ταχύτητα αυτή αντιστοιχεί στην ακτίνα  $R_{25}$  να υπολογίσετε τη συνολική μάζα του γαλαξία, και τον λόγο μάζας/φωτός στο B φίλτρο ( $M/L_B$ ). Να τον συγκρίνετε με

τους αντίστοιχους λόγους για αστρικούς πληθυσμούς μικρής και μεγάλης ηλικίας ( $M/L_B \sim 1$  και 30 αντίστοιχα). Τι συμπεραίνετε;  
 vi) Με βάση τους παραπάνω λόγους μάζας/φωτός για αστρικούς πληθυσμούς μεγάλης και μικρής ηλικία να υπολογίσετε τη συνεισφορά του σφαιροειδούς και του δίσκου του γαλαξία στη συνολική του μάζα.

(Δίνεται ότι  $\int_0^{\infty} e^{-x} x^7 dx = \Gamma(8) = 7!$  και  $\int_0^a e^{-x} x^7 dx = \gamma(8, a) = 7! \left[ 1 - e^{-a} \left( \sum_{m=0}^7 \frac{a^m}{m!} \right) \right]$ )

Για τον Ηλιο:  $M_B = +5.47$  mag)

4. Το αστρικό σύστημα Cygnus X-1 το οποίο έχει μια μελανή οπή με μάζα  $8M_{\odot}$  εκπέμπει θερμική ακτινοβολία με μέγιστη ένταση στην περιοχή των ακτίνων-X (ενέργεια 1.5keV ή 8.3 Å). Σε ποιά περιοχή του φάσματος θα περιμένατε να εκπέμπει κυρίως ο δίσκος προσαύξησης γύρω από τη μελανή οπή στο κέντρο του Γαλαξία μας ( $M = 3.7 \times 10^6 M_{\odot}$ ) εάν ο μηχανισμός προσαύξησης μάζας είναι ο ίδιος με αυτόν του Cygnus X-1 ; Να δικαιολογήσετε ποιοτικά το αποτέλεσμα.

Ποιο είναι το όριο Eddington στις δύο περιπτώσεις;

5. Η μελανή οπή στο κέντρο του γαλαξία M87 έχει μάζα  $6.4 \times 10^9 M_{\odot}$ .

α) Πόση θα είναι η μέγιστη βολομετρική λαμπρότητα από την προσαύξηση αερίου στη μελανή οπή ; (Θεωρήστε ότι υπάρχει αρκετό διαθέσιμο αέριο για την επίτευξη του μέγιστου δυνατού ρυθμού προσαύξησης).

β) Εάν η βολομετρική λαμπρότητα που παρατηρούμε είναι  $6.4 \times 10^{40}$  erg s<sup>-1</sup> να υπολογίσετε το ρυθμό προσαύξησης μάζας σε  $M_{\odot}/yr$ .

γ) Σε πόσο χρόνο θα διπλασιάσει η υπερμαζική μελανή οπή στο M87 την μάζα της, εάν η προσαύξηση μάζας γίνεται με τον παραπάνω ρυθμό ;

6. Να αποδείξετε ότι σε έναν πίδακα πλάσματος σε έναν Ενεργό Γαλαξιακό πυρήνα παρατηρούμε τη μέγιστη φαινόμενη ταχύτητα όταν για τη γωνία παρατήρησης φ

$$\text{ισχύει ότι } \sin \varphi = \frac{1}{\gamma} = \sqrt{1 - \beta^2},$$

όπου  $\beta = v/c$ , και  $v$  είναι η ταχύτητα κίνησης του πλάσματος στον πίδακα.

Ποιά θα είναι η μέγιστη φαινόμενη ταχύτητα του πίδακα;

7. Να υπολογίσετε το μέγεθος (σε kpc) της σφαίρας Strömgren γύρω από έναν Ενεργό Γαλαξιακό πυρήνα που εκπέμπει ακτινοβολία λαμπρότητας  $5 \times 10^{43}$  erg/s στο υπεριώδες μέρος του φάσματος.

Πόσα αστέρια φασματικού τύπου O5 θα παρήγαγαν το ίδιο ποσό ακτινοβολίας; Εάν το μέγεθος του γαλαξιακού πυρήνα είναι <100pc να υπολογίσετε την αστρική πυκνότητα στην περιοχή του κέντρου και να την συγκρίνετε με την αστρική πυκνότητα των σφαιρωτών σημηών.

(Δίνεται ότι για ένα άστρο φασματικού τύπου O5:  $L/L_{\odot} = 499000$ )