

ΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΟΥ ΓΑΛΑΞΙΑ

Φύλλο εργασίας

Ομάδα: Ον/μο:

Τι υπάρχει στο κέντρο του Γαλαξία;

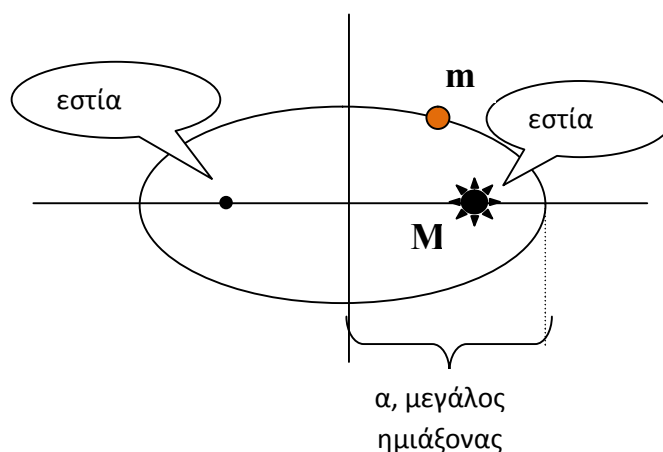
Στη δραστηριότητα αυτή χρησιμοποιώντας το νόμο της παγκόσμιας έλξης και επεξεργαζόμενοι κάποια αστρονομικά δεδομένα θα υπολογίσετε τη μάζα που βρίσκεται στο κέντρο του Γαλαξία και θα διαπιστώσετε ότι πρόκειται για μια υπερμεγέθη μαύρη τρύπα.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

Δύο μάζες M και m ($M \gg m$) έλκονται λόγω της παγκόσμιας έλξης. Αν η μάζα m κινείται σε κυκλική τροχιά με ταχύτητα v και περίοδο T , τότε η δύναμη της βαρύτητας παίζει το ρόλο της κεντρομόλου δύναμης:

$$F_{\text{βαρ.}} = F_{\text{κεντ.}} \quad \text{ή} \quad G M m / \alpha^2 = m v^2 / \alpha = m 4\pi^2 \alpha / T^2.$$

Συνεπώς $GM/\alpha^2 = 4\pi^2\alpha/T^2$. (1)



Η σχέση αυτή ισχύει και στην περίπτωση της ελλειπτικής τροχιάς αλλά τότε α είναι ο μεγάλος ημιάξονας της έλλειψης όπως φαίνεται στο σχήμα. Η μάζα M βρίσκεται στη μια εστία της έλλειψης.

Το $G=6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ είναι η σταθερή της παγκόσμιας έλξης που μπορεί να γραφτεί όχι στο σύστημα SI αλλά σε μονάδες:

μήκος: έτος φωτός, ly , χρόνος: έτος, y και μάζα: μάζα του Ήλιου, M_{\odot} .

Τότε $G=1,5 \times 10^{-13} ly^3 M_{\odot}^{-1} y^{-2}$. Η χρήση αυτής της τιμής απλοποιεί την εργασία που θα ακολουθήσει.

Αν λύσουμε από την (1) για τη μάζα M και αντικαταστήσουμε το G με την παραπάνω τιμή, βρίσκουμε:

$$M=2,63 \times 10^{14} a^3/T^2. \quad (2)$$

Θα χρησιμοποιήσουμε τη σχέση αυτή και ο ημιάξονας a θα γράφεται σε έτη φωτός, ly , η περίοδος T σε έτη, y και η μάζα M θα βρίσκεται σε ηλιακές μάζες, M_{\odot} .

Για το πρόβλημα που θα επεξεργαστείτε το περιφερόμενο σώμα θα είναι ένα άστρο. Από αστρονομικές παρατηρήσεις και με χρήση της σχέσης (2) θα υπολογίσετε τη μάζα M του κεντρικού σώματος.

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Ανοίξτε το πρόγραμμα Microsoft WorldWide Telescope.

Επιλέξτε Guided Tours, Galaxies, Center of the Milky Way και παρακολουθήστε την ξενάγηση στο κέντρο του Γαλαξία.

ΕΡΩΤ. 1 Προς ποιον αστερισμό βρίσκεται το κέντρο του Γαλαξία; Ποια ακτινοβολία εκμεταλλευόμαστε για να παρατηρήσουμε το κέντρο του Γαλαξία;

.....
.....

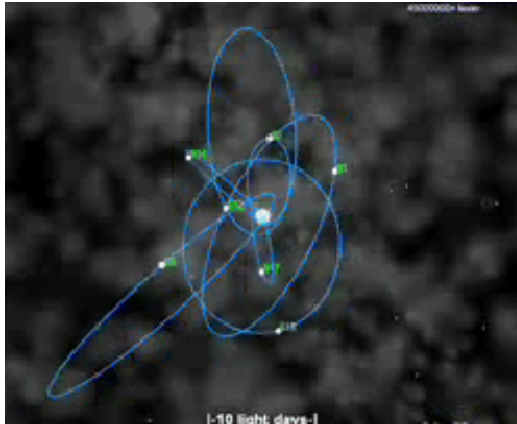
Σε μια από τις διευθύνσεις

<http://www.mpe.mpg.de/ir/GC/index.php>

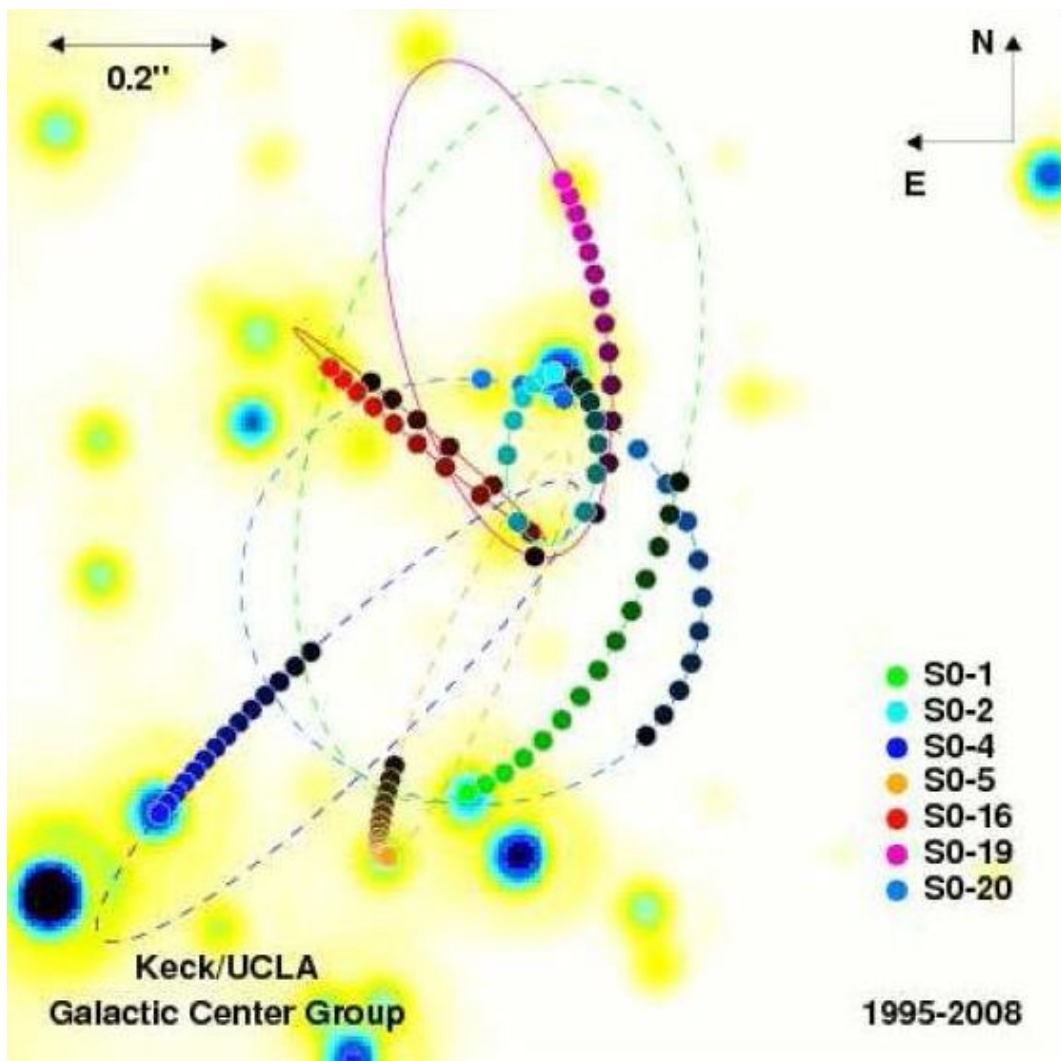
μπορείτε να παρακολουθήσετε μια προσομοίωση ορισμένων αστέρων που περιφέρονται γύρω από την κεντρική περιοχή.

ΕΡΩΤ. 2 Πόσα αστέρια διακρίνετε; Πριν πόσα έτη ξεκίνησε το φως από την περιοχή αυτή του Γαλαξία για να φτάσει στη Γη;

.....



Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται οι θέσεις των αστερών με βάση τις αστρονομικές παρατηρήσεις 1995-2008. Οι θέσεις τους απεικονίζονται κάθε έτος με ελαφρώς διαφορετικό χρώμα και έτσι σχηματίζονται οι τροχιές τους.



ΕΡΩΤ. 3 Γιατί οι χρωματιστές τελίτσες σε κάθε τροχιά δεν ισαπέχουν;

.....

ΕΡΩΤ. 4 Τι κοινό (πρέπει να) έχουν οι τροχιές των αστεριών της φωτογραφίας;

.....

ΕΡΩΤ. 5 Επειδή τα αστέρια κινούνται στο χώρο (κάθε ελλειπτική τροχιά βρίσκεται σε άλλο επίπεδο) ορισμένες ελλείψεις, όπως αυτή του άστρου S0-1, φαίνονται, λόγω προοπτικής, παραμορφωμένες. Ποιων αστεριών οι τροχιές φαίνονται λιγότερο αλλοιωμένες;

.....

Με τα επόμενα ερωτήματα θα υπολογίσετε (πρόχειρα) τη μάζα του κεντρικού σώματος γύρω από το οποίο περιφέρονται τα αστέρια της εικόνας.

ΕΡΩΤ. 6 Σημειώστε τη θέση που εκτιμάτε ότι βρίσκεται το κεντρικό σώμα. Στην εικόνα φαίνεται επίσης το μήκος της φωτογραφίας που αντιστοιχεί σε γωνιακό άνοιγμα $0,2''$. Εκτιμήστε το γωνιακό άνοιγμα που έχει ο μεγάλος άξονας της έλλειψης του άστρου **S0-16** σε ακτίνια (δίνεται ότι $1'' = 4,848 \times 10^{-6}$ rad).

γωνιακό άνοιγμα =

Γνωρίζοντας ότι η απόσταση της Γης από το κέντρο του Γαλαξία είναι 26000 ly, πόσο είναι το μήκος του μεγάλου άξονα της έλλειψης σε ly;

μήκος μεγάλου άξονα, $2a =$

.....

ΕΡΩΤ. 7 Πόσες φορές μεγαλύτερη είναι η τροχιά του αστέρα S0-16 από το ηλιακό μας σύστημα; (Ο Πλούτωνας βρίσκεται στα όρια του Ηλιακού συστήματος, σε απόσταση από τον Ήλιο $5,9 \times 10^{12}$ m = $6,2 \times 10^{-4}$ ly.)

.....

ΕΡΩΤ. 8 Εκτιμήστε την περίοδο της τροχιάς του S0-16 σε y.

T =

ΕΡΩΤ. 9 Χρησιμοποιώντας τη σχέση (2) υπολογίστε τη μάζα του κεντρικού σώματος σε ηλιακές μάζες, M_{\odot} .

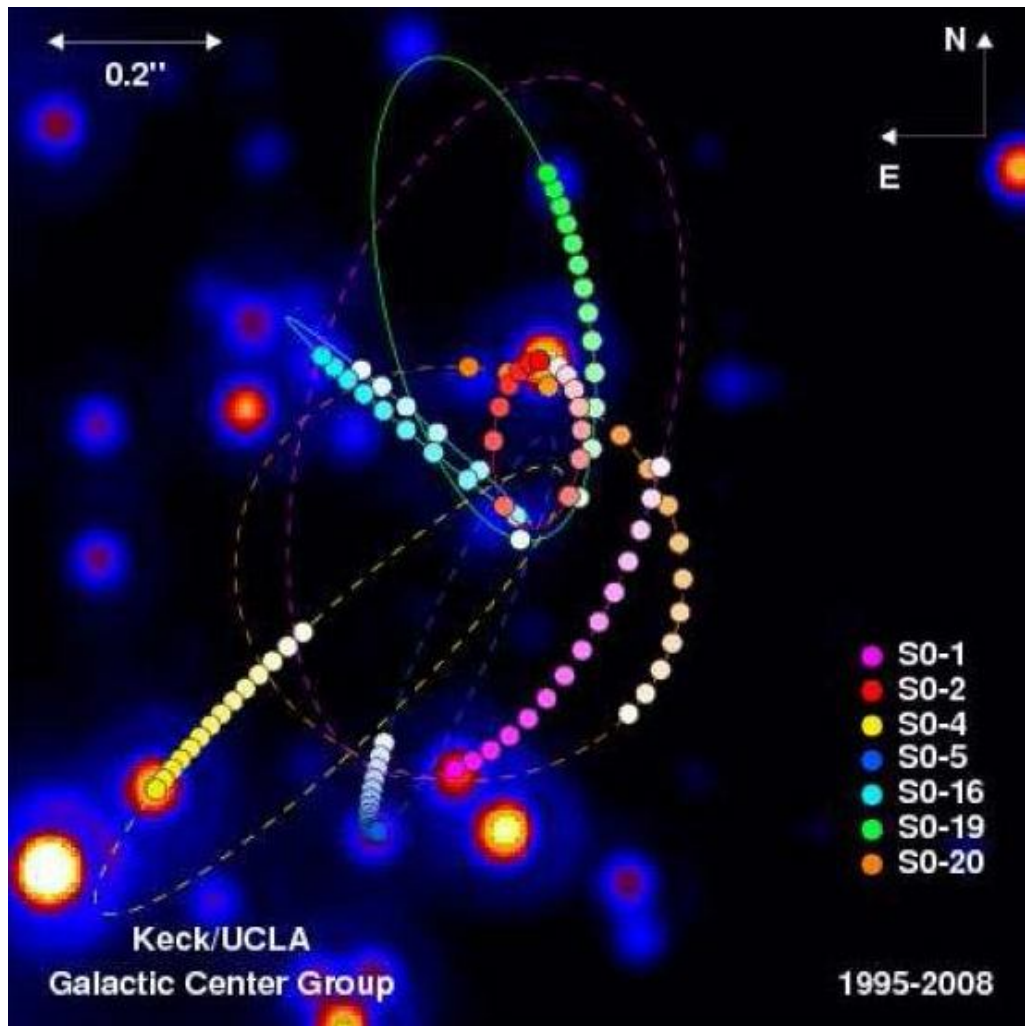
M =

ΕΡΩΤ. 10 Από τις γνώσεις σας σχετικά με την αστρική εξέλιξη τι είδους αστρικό σώμα (λευκός νάνος, αστέρας νετρονίων, μαύρη τρύπα) είναι το κεντρικό σώμα;

.....

ΕΡΩΤ. 11 Σχολιάστε τη ακρίβεια των αριθμητικών αποτελεσμάτων σας.

.....



Επίσης:

<http://www.youtube.com/watch?v=36xZsgZ0oSo>

http://www.youtube.com/watch?v=bXaDO-U_2yA

<http://www.mpe.mpg.de/ir/GC/intro.html>