

(OT01) Ανακάλυψη του «Z»
[25 μονάδες]

Μαζί με το φύλλο ερωτήσεων δίνεται ένας χάρτης του ουρανού "Map-OT01". Αυτός ο χάρτης δείχνει μόνο αστέρια αλλά όχι διάχυτα αντικείμενα (diffuse objects).

Τέσσερα γνωστά αστέρια (S1, S2, S3, και S4), τα οποία φαίνονται στον παραπάνω χάρτη, δίνονται στον παρακάτω πίνακα με τις κοινές τους ονομασίες, τις ονομασίες τους κατά Bayer, και τις ουρανογραφικές συντεταγμένες τους.

#	Κοινή ονομασία	Όνομα κατά Bayer	Ορθή Αναφορά	Απόκλιση
S1	Άλφερατζ (Alpheratz)	α Ανδρομέδας	00h 08m 24s	29° 05' 16"
S2	Μαρκάμπ (Markab)	α Πήγασου	23h 04m 46s	15° 12' 17"
S3	Σιτ (Scheat)	β Πήγασου	23h 03m 47s	28° 04' 58"
S4	Αλγενίμπ (Algenib)	γ Πήγασου	00h 13m 14s	15° 10' 59"

Ολοκληρώστε τις εργασίες (OT01.1) και (OT01.2) στον χρόνο που σας δίνεται αρχικά για να προγραμματίσετε τις παρατηρήσεις σας μακριά από το τηλεσκόπιο.

(OT01.1) Σημειώστε στον χάρτη του ουρανού "Map-OT01" που σας παρέχεται αυτά τα 4 αστέρια (βάλτε έναν μικρό κύκλο γύρω από κάθε αστέρι) και αναγράψτε δίπλα τους τους αντίστοιχους κωδικούς (S1, S2, S3, και S4). **[6]**

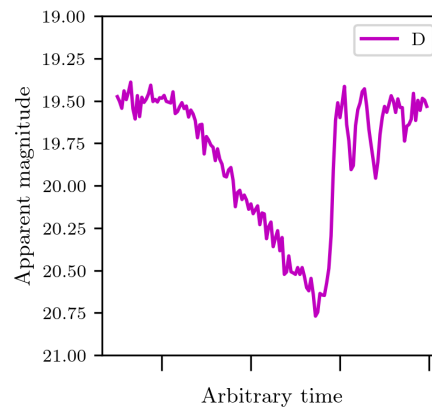
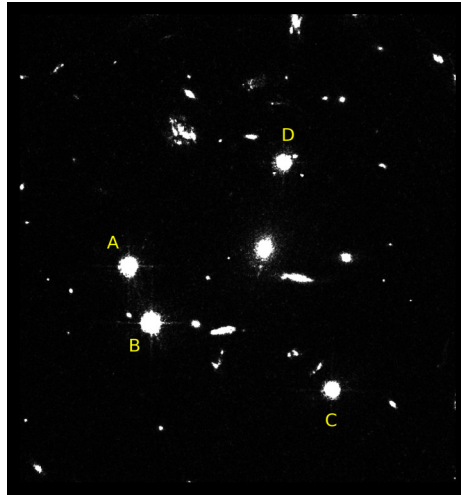
(OT01.2) Ένας αστρονόμος ανακάλυψε ένα νέο διάχυτο αντικείμενο «Z» στις ακόλουθες συντεταγμένες – Ορθή Αναφορά (RA): 21h 36m 10.6s, Απόκλιση (Dec): -26° 10' 24.4" **[7]**
Σημειώστε τη θέση αυτού του διάχυτου αντικειμένου στον ίδιο χάρτη "Map-OT01" με το σύμβολο $\oplus$ και βάλτε δίπλα του το γράμμα 'Z'. Η προβολή που χρησιμοποιείται στον χάρτη είναι τέτοια ώστε το πλέγμα των ουρανογραφικών συντεταγμένων να μπορεί να θεωρηθεί πως είναι ορθογώνιο και γραμμικό/αναλογικό στην σχετική περιοχή του χάρτη.

Η ακόλουθη εργασία πρέπει να εκτελεστεί μόλις φτάσετε στον σταθμό του τηλεσκοπίου.
Στην οθόνη διαγώνια απέναντι από τον σταθμό σας, αρχικά θα εμφανιστεί ένα μήνυμα καλωσορίσματος, ακολουθούμενο από μια ενδεικτική εικόνα του ουρανού (μέρος του ουρανού που δεν σχετίζεται με την ερώτηση) μαζί με ένα χρονόμετρο αντίστροφης μέτρησης. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τον χρόνο που σας δίνεται αρχικά για να προσανατολίσετε το τηλεσκόπιο προς την οθόνη και να εξοικειωθείτε με τον υπόλοιπο εξοπλισμό που σας παρέχεται. Στο τέλος αυτού του χρόνου, ένα μέρος του ουρανού που δίνεται στον χάρτη "Map-OT01" θα αρχίσει να προβάλλεται στην οθόνη για τα επόμενα 6 λεπτά. Σημειώστε ότι η κλίμακα της προβολής που εμφανίζεται στην οθόνη είναι διαφορετική από την πραγματική κλίμακα που φαίνεται στον ουρανό.

(OT01.3) Βρείτε το νέο αντικείμενο «Z» με το τηλεσκόπιο χρησιμοποιώντας οποιοδήποτε κατάλληλο προσοφθάλμιο. Στη συνέχεια, κεντράρετε το αντικείμενο στο οπτικό πεδίο του προσοφθαλμίου με το σταυρόνημα και δείξτε το στον εξεταστή στον σταθμό σας. **[12]**
Στο τέλος των 6 λεπτών, η προβολή θα θολώσει για 20 δευτερόλεπτα. Σε αυτό το σημείο πρέπει να απομακρυνθείτε από το τηλεσκόπιο. Η προβολή θα αποκατασταθεί για να ελέγξει ο εξεταστής την εικόνα μέσα από το τηλεσκόπιο. Αυτό σηματοδοτεί το τέλος της πρώτης εργασίας.

(OT02) Χρονική καθυστέρηση λόγω βαρυτικού φακού
[25 μονάδες]

Ένας βαρυτικός φακός μπορεί να παράξει πολλαπλά είδωλα μιας πηγής υποβάθρου εάν η πηγή, το αντικείμενο που τον εστιάζει (ο βαρυτικός φακός), και ο παρατηρητής είναι σχεδόν ευθυγραμμισμένοι. Το φως από αυτά τα πολλαπλά είδωλα χρειάζεται διαφορετικούς χρόνους για να φτάσει στον παρατηρητή και, εάν η πηγή υποβάθρου είναι μεταβλητή, κάθε είδωλο εμφανίζει το ίδιο χαρακτηριστικό στη μεταβλητότητά του μετά από συγκεκριμένες χρονικές καθυστερήσεις. Αυτές οι μετρήσεις χρονικής καθυστέρησης είναι εξαιρετικά χρήσιμες για την εκτίμηση του τρέχοντος ρυθμού διαστολής του Σύμπαντος.



Θα εξετάσουμε το σύστημα βαρυτικών φακών που φαίνεται στο παραπάνω σχήμα. Το αριστερό πλαίσιο δείχνει ένα σμήνος γαλαξιών (που επιδρά ως βαρυτικός φακός) μαζί με 4 είδωλα ενός κβάρζαρ που βρίσκεται στο υπόβαθρο. Τα 4 είδωλα, με ενδείξεις A, B, C και D, έχουν διαφορετικές λαμπρότητες καθώς κάθε είδωλο μεγεθύνεται κατά διαφορετικό ποσό. Για κάθε δεδομένο είδωλο, η μεγέθυνση δεν αλλάζει με την πάροδο του χρόνου. Το φως χρειάζεται τον μεγαλύτερο χρόνο για να ταξιδέψει για το είδωλο με την ένδειξη D.

Το φως που προέρχεται από αυτόν τον κβάρζαρ είναι μεταβλητό και οι αστρονόμοι παρακολουθούν αυτό το σύστημα για περισσότερο από μια δεκαετία τώρα. Το δεξί πλαίσιο του σχήματος δείχνει την καμπύλη φωτός για το είδωλο D.

Στην οθόνη απέναντι από τον σταθμό σας θα δείτε μια ταινία του συστήματος βαρυτικών φακών. Αυτή η ταινία έχει διάρκεια 28 δευτερόλεπτα και θα τρέξει 6 φορές με διαλείμματα 1 λεπτού ή 2 λεπτών μεταξύ των επαναλήψεων. Θεωρήστε ότι κάθε δευτερόλεπτο στο χρονόμετρο αντιστοιχεί σε 250.0 ημέρες στο πραγματικό σύστημα φακών.

(OT02.1) Έστω ότι η χρονική καθυστέρηση του ειδώλου D σε σχέση με τα είδωλα A, B, και C ορίζεται ως [25]
 $t_{DA} = t_D - t_A$, $t_{DB} = t_D - t_B$ και $t_{DC} = t_D - t_C$ αντίστοιχα. Βρείτε αυτές τις χρονικές καθυστερήσεις λαμβάνοντας όλα τα απαραίτητα μέτρα για να μειώσετε την αβεβαιότητα στα αποτελέσματά σας.