

# 4<sup>η</sup> IOAA

## Πρακτική άσκηση

### Ανάλυση Δεδομένων



Παρακαλούμε διαβάστε προσεκτικά τις οδηγίες:

1. Χρησιμοποιείτε τον χάρακα και το κομπιουτεράκι που σας έδωσαν από την Τοπική Οργανωτική Επιτροπή.
2. Ο διαθέσιμος χρόνος για να απαντήσετε τα προβλήματα της Ανάλυσης Δεδομένων είναι 4 ώρες. Θα σας δοθούν 2 προβλήματα.
3. Χρησιμοποιείτε τον στυλό που θα βρείτε στο θρανίο σας.
4. Ξεκινήστε την απάντηση κάθε προβλήματος σε ξεχωριστή σελίδα του τετραδίου. Γράψτε τον αριθμό του προβλήματος στην αρχή.
5. Γράψτε το όνομα της χώρας σας, τον «κωδικό μαθητή» στο εξώφυλλο του τετραδίου σας.
6. Στο τέλος της εξέτασης βάλτε όλες τις σελίδες και το τετράδιο μέσα στον φάκελο και αφήστε οτιδήποτε άλλο πάνω στο θρανίο σας.
7. Γράψτε με λογικά βήματα τις ενδιάμεσες εξισώσεις και υπολογισμούς μέχρι την τελική λύση.

# Πρόβλημα I: Φωτογραφία CCD (35 μονάδες)

## Πληροφορικό Υλικό:

Στην Εικόνα 1 παρουσιάζεται το αρνητικό μιας φωτογραφίας του ουρανού, που έχει παρθεί με μια κάμερα CCD, η οποία έχει προσαρμοστεί σ' ένα τηλεσκόπιο με τις παραμέτρους που παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (που είναι τμήμα των στοιχείων που δίνονται στην επικεφαλίδα ενός αρχείου FITS, δηλ. ενός αρχείου που συναντάται στις αστρονομικές φωτογραφίες αντίστοιχο του JPEG, TIFF κ.λπ.)

Στην Εικόνα 2 παρουσιάζονται δύο φωτογραφίες: η δεξιά (B) απεικονίζει μία περιοχή υπό μεγέθυνση της Εικόνας 1, ενώ η αριστερή (A) απεικονίζει την ίδια περιοχή και πάρθηκε μερικά λεπτά νωρίτερα.

Στην Εικόνα 3 παρουσιάζεται ένας χάρτης του ουρανού που περιέχει την περιοχή των εικόνων 1 & 2.

Οι αστέρες βρίσκονται σε πολύ μεγάλη απόσταση και κανονικά θα έπρεπε να εμφανίζονται ως σημεία στις φωτογραφίες. Εν τούτοις, λόγω περίθλασης και της διαταραχής της ατμόσφαιρας (γνωστής ως "seeing") το φως των αστερών διαχέεται. Όσο πιο λαμπρός είναι ένας αστέρας, τόσο πιο πολύ διαχέεται το φως του και το είδωλό του είναι μεγαλύτερο στη φωτογραφία.

## Ερωτήσεις:

1. Εντοπίσατε 5 λαμπρούς αστέρες στην Εικόνα 1 (αριθμήστε τους με Ρωμαϊκούς αριθμούς) και σημειώστε τους τόσο πάνω στην Εικόνα 1, όσο και στον χάρτη.
2. Σχεδιάστε τα όρια της φωτογραφίας πάνω στον χάρτη.
3. Χρησιμοποιείστε αυτή την πληροφορία για να προσδιορίσετε τις φυσικές διαστάσεις του CCD chip σε χιλιοστά (mm).
4. Εξετάζοντας προσεκτικά τα είδωλα των αστερών στην Εικόνα 2, εκτιμήσατε τις διαστάσεις της επίδρασης της διάχυσης σε δευτερόλεπτα του τόξου (arcseconds). (Σημειώσατε ότι εξ αιτίας των αλλαγών στο κοντράστ που απαιτείται για την εκτύπωση της φωτογραφίας, η διάμετρος των ειδώλων εμφανίζεται περίπου 3,5 φορές μεγαλύτερη από την πραγματική διάμετρο).
5. Συγκρίνατε το αποτέλεσμα με τα θεωρητικά είδωλα που θα είχαμε λόγω της διακριτικής ικανότητας του τηλεσκοπίου.
6. Όταν το «seeing» είναι μέχρι 1 arcsecond θεωρείται ότι η παρατήρηση γίνεται υπό καλές συνθήκες. Να υπολογίσετε ποια θα ήταν η διάμετρος των ειδώλων σε pixels, εάν το «seeing» ήταν 1 arcsecond και συγκρίνατέ το με το «seeing» που βρέθηκε στην ερώτηση 4.
7. Δύο είδωλα τα οποία φαίνονται να κινούνται ως προς τα υπόλοιπα αντικείμενα, σημειώνονται στην Εικόνα 1. Η κίνηση ενός εξ αυτών («Object 1») ήταν τόσο γρήγορη που άφησε ίχνος στην φωτογραφία. Η κίνηση του άλλου («Object 2») φαίνεται πιο καθαρά στην μεγεθυμένη εικόνα (Εικόνα 2B) και σε μια ακόμη εικόνα που πάρθηκε λίγο νωρίτερα (Εικόνα 2A).

Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία που σας δίνονται και τα μέχρι τώρα αποτελέσματα, προσδιορίστε την γωνιώδη ταχύτητα των δύο αντικειμένων (Object 1 & 2).

Επιλέξτε ποιες από τις κατωτέρω προτάσεις είναι σωστές, υποθέτοντας ότι τα αντικείμενα κινούνται σε κυκλικές τροχιές. (Κάθε σωστή απάντηση θα πάρει μονάδες και κάθε λάθος απάντηση θα αφαιρεί μονάδες).

Οι πιθανές αιτίες των διαφορετικών γωνιωδών ταχυτήτων οφείλονται στις:

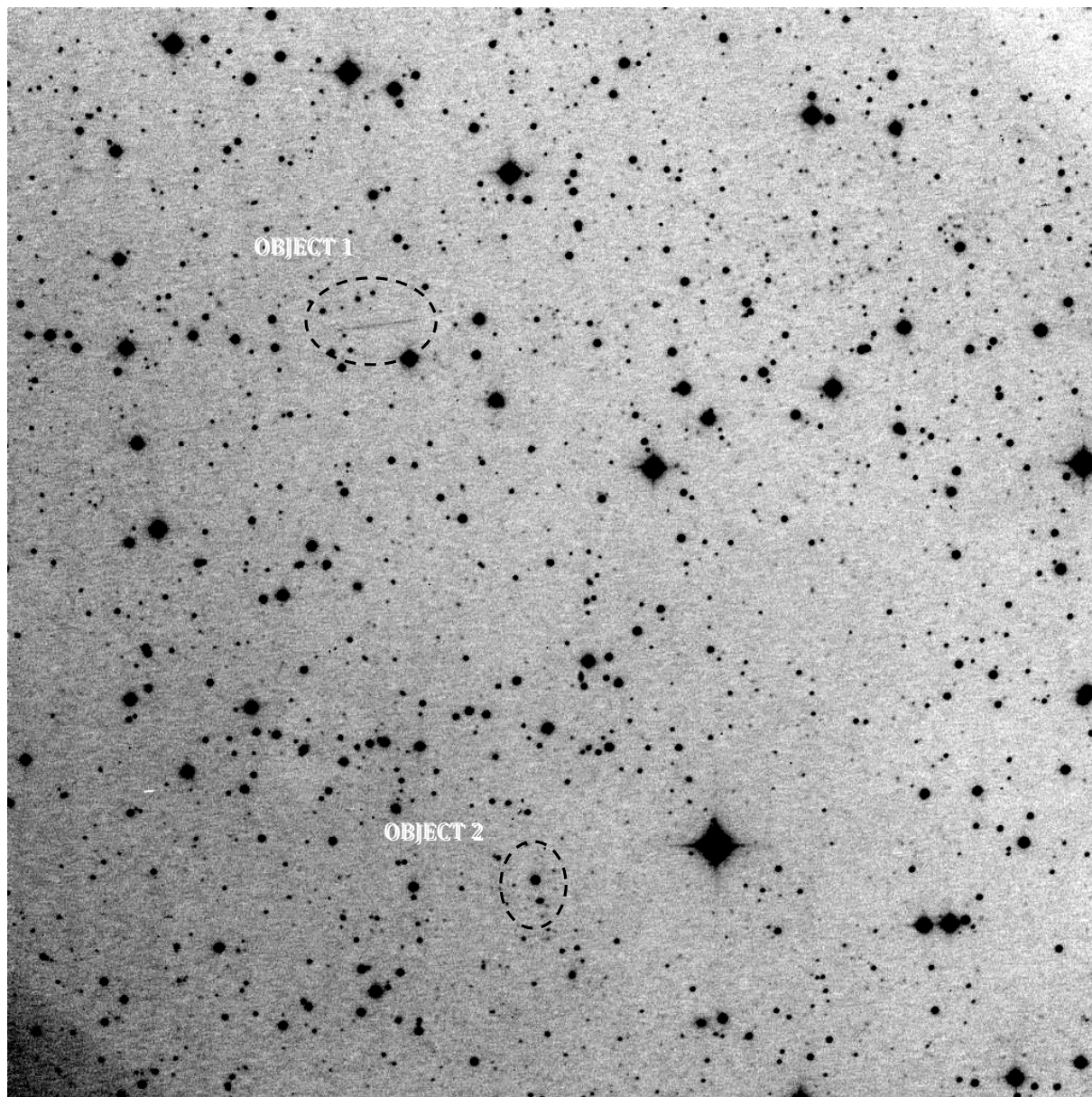
- a) διαφορετικές μάζες των αντικειμένων,
- b) διαφορετικές αποστάσεις των αντικειμένων από την Γη,
- c) διαφορετικές τροχιακές ταχύτητες των αντικειμένων,
- d) διαφορετικές προβολές των ταχυτήτων των αντικειμένων,
- e) το Object 1 περιφέρεται γύρω από τη Γη, ενώ το Object 2 περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο.

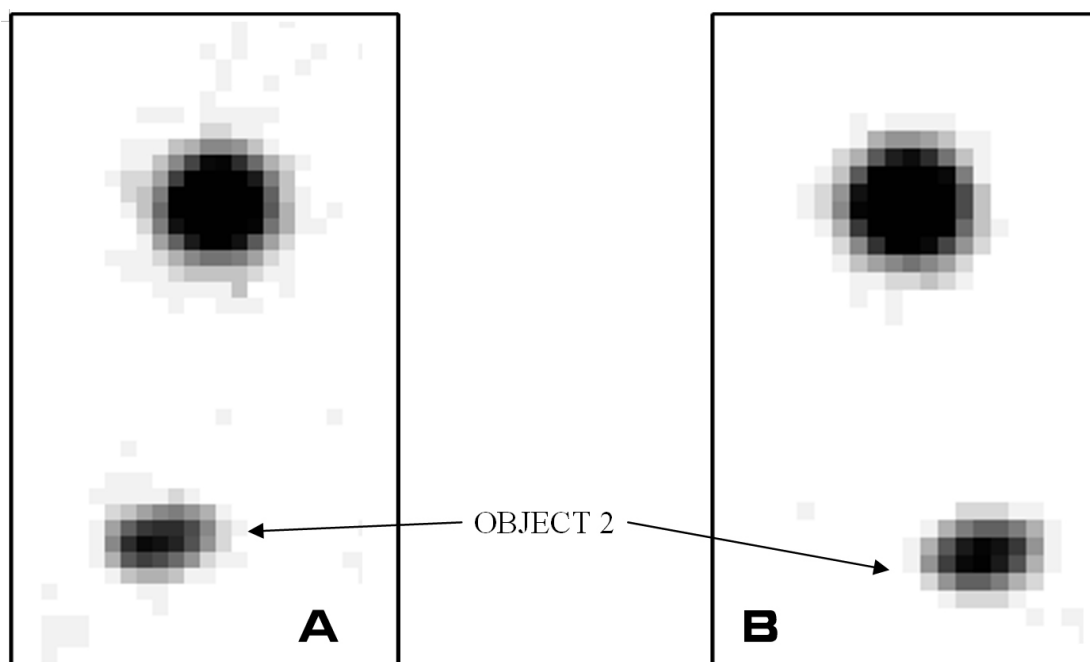
### Δεδομένα:

Τα στοιχεία για την Εικόνα 1 είναι,

BITPIX	=	16	/ Πλήθος των bits ανά pixel
NAXIS	=	2	/ Πλήθος αξόνων
NAXIS1	=	1024	/ Εύρος της εικόνας (σε pixels)
NAXIS2	=	1024	/ Ύψος της εικόνας (σε pixels)
DATE-OBS	=	'2010-09-07 05:00:40.4'	/ Ημέρα και ώρα της φωτογραφίας
TIMESYS	=	'UT'	/ Σύστημα χρόνου
EXPTIME	=	300.00	/ Χρόνος έκθεσης (δευτερόλεπτα)
OBJCTRA	=	'22 29 20.031'	/ Ορθή αναφορά (RA) κέντρου της φωτο.
OBJCTDEC	=	'+07 20 00.793'	/ Απόκλιση (DEC) κέντρου της φωτο.
FOCALLEN	=	'3.180m'	/ Εστιακή απόσταση του τηλεσκοπίου
TELESCOP	=	'0.61m'	/ Διάμετρος πρωτεύοντος του τηλεσκοπίου

### Εικόνα 1 για το Πρόβλημα I





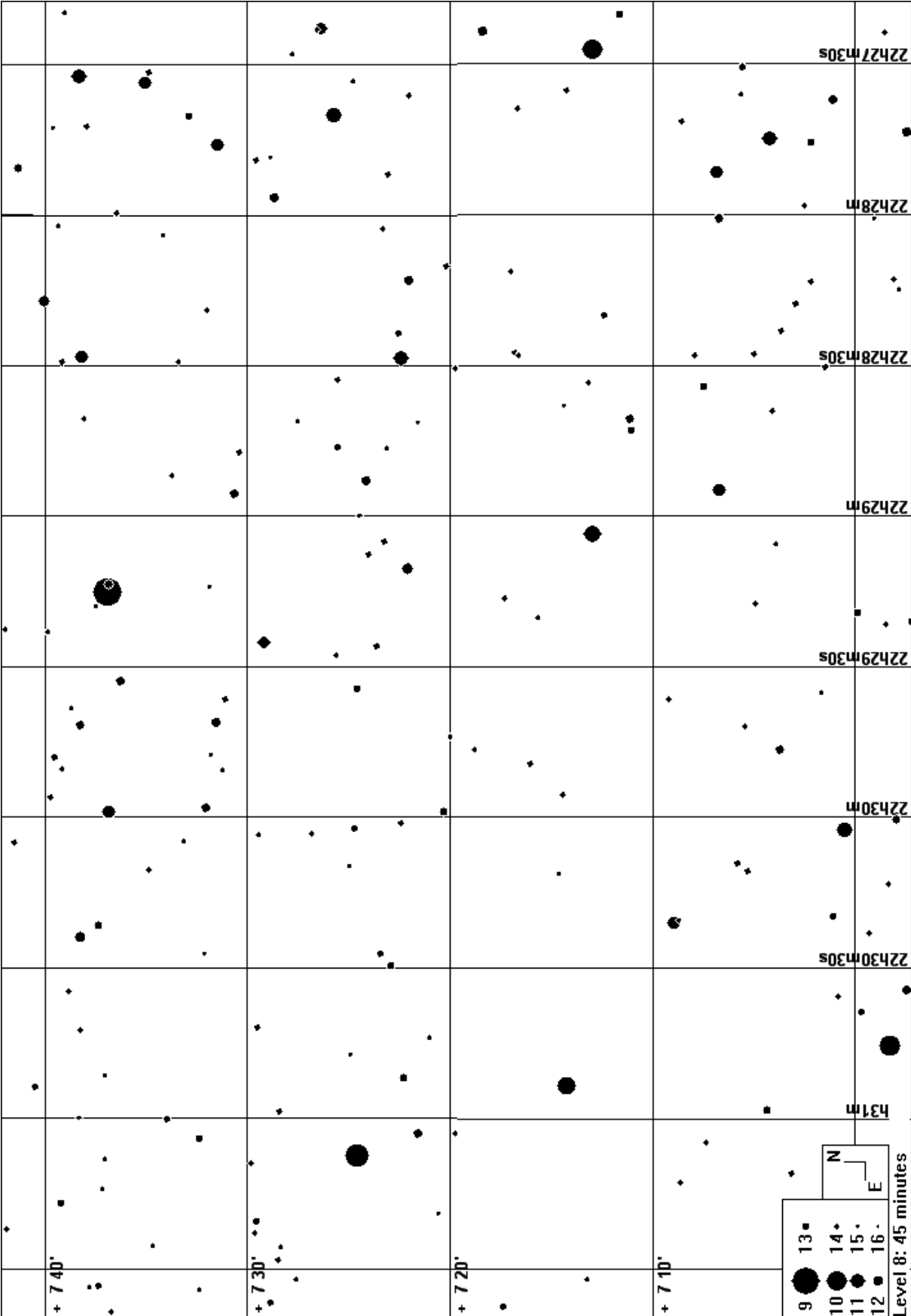
**Εικόνα 2 για το Πρόβλημα I:**

**A:** Είναι η ίδια περιοχή όπως και στο B, αλλά η φωτογραφία πάρθηκε λίγο νωρίτερα. Τα στοιχεία της εικόνας είναι:

DATE-OBS= '2010-09-07 04:42:33.3' / Ημέρα και ώρα της φωτογραφίας

**B:** Περιοχή της Εικόνας 1 που περιέχει το Object 2, υπό μεγέθυνση.

Εικόνα 3 για το Πρόβλημα I:

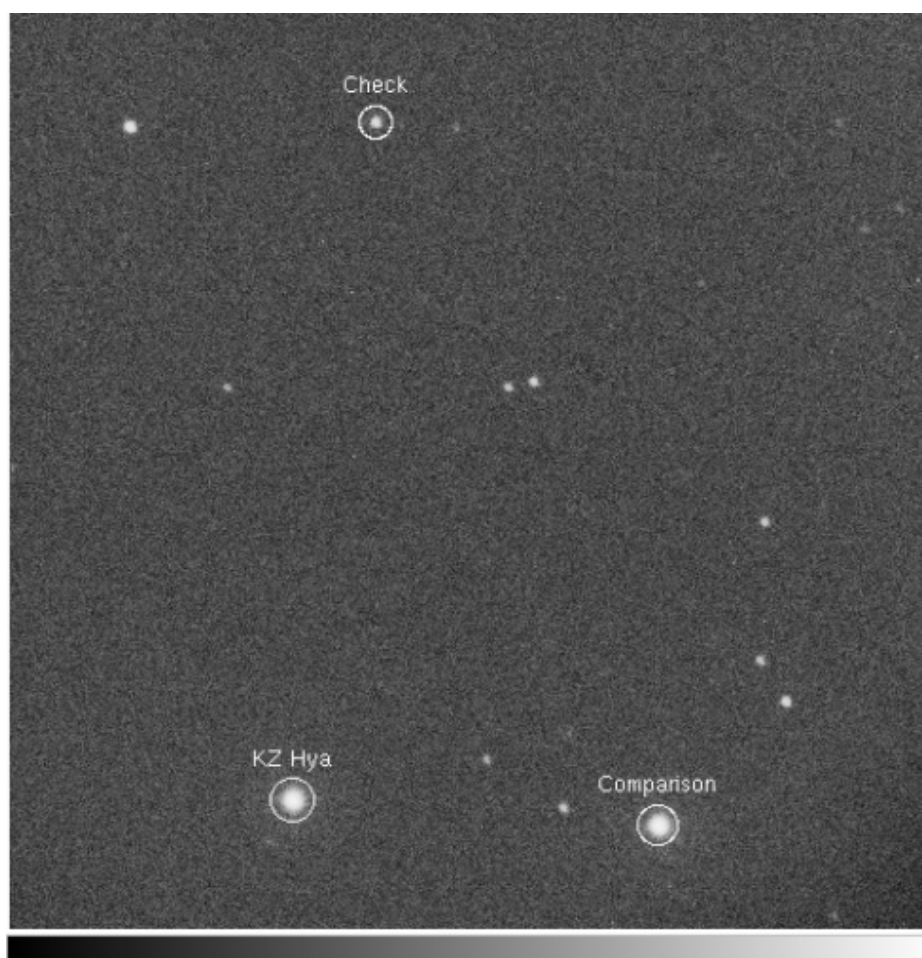


## Πρόβλημα II: Καμπύλες φωτός των αστερών (35 μονάδες)

Ο παλλόμενος μεταβλητός αστέρας KZ Hydrae παρατηρήθηκε με ένα τηλεσκόπιο στο οποίο ήταν προσαρμοσμένο μια CCD κάμερα. Στη φωτογραφία της Εικόνας 1 απεικονίζεται ο αστέρας KZ Hya, καθώς επίσης και ένας αστέρας σύγκρισης (comparison star) και ένας αστέρας ελέγχου (check star). Στις στήλες του Πίνακα 1 δίνονται οι εξής πληροφορίες: ο χρόνος παρατήρησης σε Ηλιοκεντρική Ιουλιανή ημερομηνία, η διαφορά του αστρικού μεγέθους μεταξύ του KZ Hya και του αστέρα σύγκρισης,  $\Delta V(\text{mag})$  και  $\Delta R(\text{mag})$ , στις μπάντες V και R, καθώς και η διαφορά του αστρικού μεγέθους μεταξύ του αστέρα ελέγχου και του αστέρα σύγκρισης,  $\Delta V_{\text{chk}}$  και  $\Delta R_{\text{chk}}$ , στις μπάντες V και R.

Οι ερωτήσεις είναι:

- 1) Σχεδιάστε τις καμπύλες φωτός του αστέρα KZ Hya, δηλ. τη διαφορά του αστρικού μεγέθους μεταξύ του KZ Hya και του αστέρα σύγκρισης,  $\Delta V(\text{mag})$  και  $\Delta R(\text{mag})$ , στις μπάντες V και R.
- 2) Βρείτε τη μέση τιμή της διαφορά του αστρικού μεγέθους μεταξύ του KZ Hya και του αστέρα σύγκρισης,  $\Delta V(\text{mag})$  και  $\Delta R(\text{mag})$ , στις μπάντες V και R.
- 3) Ποια είναι η τυπική απόκλιση των φωτομετρικών μεγεθών στις μπάντες V και R;
- 4) Υπολογίστε την περίοδο των αναπάσεων του KZ Hya στις μπάντες V και R.
- 5) Βρείτε το πλάτος των αναπάσεων του KZ Hya στις μπάντες V και R.
- 6) Ποια είναι η διαφορά φάσης που εμφανίζεται στην καμπύλη φωτός των περιοδικών αναπάσεων στις μπάντες V και R;



Εικ. 1 για το Πρόβλημα II: CCD φωτογραφία του KZ Hya.

**Πίνακας 1 για το Πρόβλημα II:** Δεδομένα για τις καμπύλες φωτός του KZ Hyα στις μπάντες V και R. Δίνονται: ο χρόνος παρατήρησης σε Ηλιοκεντρική Ιουλιανή ημερομηνία, η διαφορά του αστρικού μεγέθους μεταξύ του KZ Hyα και του αστέρα σύγκρισης,  $\Delta V(\text{mag})$  και  $\Delta R(\text{mag})$ , στις μπάντες V και R, καθώς και η διαφορά του αστρικού μεγέθους μεταξύ του αστέρα ελέγχου και του αστέρα σύγκρισης,  $\Delta V_{\text{chk}}$  και  $\Delta R_{\text{chk}}$ , στις μπάντες V και R.

HJD-2453800(t)	$\Delta V(\text{mag})$	$\Delta V_{\text{chk}}$	HJD-2453800(t)	$\Delta R(\text{mag})$	$\Delta R_{\text{chk}}$
3.162	0.068	4.434	3.1679	0.260	2.789
3.1643	0.029	4.445	3.1702	0.185	2.802
3.1667	-0.011	4.287	3.1725	-0.010	2.789
3.1691	-0.100	4.437	3.1749	-0.147	2.809
3.1714	-0.310	4.468	3.1772	-0.152	2.809
3.1737	-0.641	4.501	3.1796	-0.110	2.789
3.1761	-0.736	4.457	3.1820	-0.044	2.803
3.1784	-0.698	4.378	3.1866	0.075	2.805
3.1808	-0.588	4.462	3.1890	0.122	2.793
3.1831	-0.499	4.326	3.1914	0.151	2.793
3.1855	-0.390	4.431	3.1938	0.177	2.782
3.1878	-0.297	4.522	3.1962	0.211	2.795
3.1902	-0.230	4.258	3.1986	0.235	2.796
3.1926	-0.177	4.389	3.2011	0.253	2.788
3.195	-0.129	4.449	3.2035	0.277	2.796
3.1974	-0.072	4.394	3.2059	0.288	2.783
3.1998	-0.036	4.362	3.2083	0.296	2.796
3.2023	-0.001	4.394	3.2108	0.302	2.791
3.2047	0.016	4.363	3.2132	0.292	2.806
3.2071	0.024	4.439	3.2157	0.285	2.779
3.2096	0.036	4.078	3.2181	0.298	2.779
3.2120	0.020	4.377	3.2206	0.312	2.787
3.2145	0.001	4.360	3.2231	0.313	2.804
3.2169	0.001	4.325	3.2255	0.281	2.796
3.2194	0.005	4.355	3.2280	0.239	2.795
3.2219	0.041	4.474	3.2306	0.115	2.792
3.2243	0.009	4.369	3.2330	-0.111	2.788
3.2267	-0.043	4.330	3.2354	-0.165	2.793
3.2293	-0.183	4.321	3.2378	-0.152	2.781
3.2318	-0.508	4.370	3.2403	-0.088	2.787
3.2342	-0.757	4.423	3.2428	-0.014	2.780
3.2366	-0.762	4.373	3.2452	0.044	2.766
3.2390	-0.691	4.427	3.2476	0.100	2.806
3.2415	-0.591	4.483	3.2500	0.119	2.791
3.2440	-0.445	4.452	3.2524	0.140	2.797
3.2463	-0.295	4.262	3.2548	0.190	2.825