



Photometry of star clusters with SalsaJ

Authors: Daniel Duggan & Sarah Roberts

Translation: Ioanna Ioannidou



ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΑ ΕΝΟΣ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΑΣΤΡΙΚΟΥ ΣΜΗΝΟΥΣ

ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ SALSΑ J.

Λύκειο Αγίου Ιωάννη

Ονόματα συμμετεχόντων μαθητών:

Αλκιβιάδους Ευρούλα, Α'9

Καρά Αντρούλα, Α'10

Πίτσιλλου Δέσπω, Α'4

Στυλιανίδης Άριστος, Α'8

Χρίστου Χρύσανθος, Α'1

Συντονίστρια εκπαιδευτικός:

Ιωάννα Ιωαννίδου

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

I. Φωτομετρία



Φωτομετρία είναι η μέτρηση της έντασης του φωτός ή της φωτεινότητας ενός αστρικού αντικείμενου, όπως ενός άστρου ή ενός γαλαξία προσθέτοντας μαζί το σύνολο του φωτός από το αντικείμενο.

Για παράδειγμα, ένα αστέρι μοιάζει με ένα σημείο φωτός στον ουρανό, όταν το κοιτάζουμε με γυμνό μάτι. Παρατηρώντας το αστέρι με ένα τηλεσκόπιο η ατμόσφαιρα της γης το κάνει να φαίνεται σαν ένα στρογγυλό αντικείμενο λόγω της διασποράς που εισάγεται.

Για να μετρήσουμε το συνολικό φως που προέρχεται από ένα αστέρι, πρέπει να προσθέσουμε το σύνολο του φωτός της περιοχής του.

Η Φωτομετρία χρησιμοποιείται γενικά για τη δημιουργία γραφικών παραστάσεων της φωτεινότητας αντικειμένων όπως οι μεταβλητοί και οι υπερκαινοφανείς αστέρες, όπου το ενδιαφέρον είναι η διακύμανση της συνολικής φωτεινής ενέργειας που καταγράφεται με την πάροδο του χρόνου.

Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την ανακάλυψη κάποιου εξωπλανήτη (πλανήτη που βρίσκεται σε τροχιά γύρω από άστρο εκτός του πλανητικού μας συστήματος), μετρώντας την ένταση του φωτός σε μια περιοχή για μια χρονική περίοδο. Αν παρουσιαστούν αποκλίσεις στην καταγραφή της φωτεινότητας μπορεί να υποδεικνύουν αντικείμενα σε τροχιά γύρω από το αστέρι.

Οι οδηγίες που ακολουθούν εξηγούν τον τρόπο με τον οποίο η φωτομετρία μπορεί να πραγματοποιηθεί σε εικόνες από **ανοικτά αστρικά σμήνη** οι οποίες λαμβάνονται με διαφορετικά φίλτρα, προκειμένου να σχεδιαστεί ένα Διάγραμμα Χρώματος - Μεγέθους.

II. Ανοικτά αστρικά σμήνη



Τα ανοικτά αστρικά σμήνη είναι συστάδες αστεριών οι οποίες ποικίλουν από συγκεντρώσεις μερικών δεκάδων ήλιων, ως νέφη χιλιάδων αστερών. Συχνότερα καλούνται απλώς αστρικά σμήνη ενώ μερικές φορές καλούνται γαλαξιακά αστρικά σμήνη. Οι συστάδες αυτές από αστέρια σχηματίστηκαν από το ίδιο νέφος

διαστρικής ύλης (κυρίως υδρογόνο και σκόνη).

Όταν τα αστρικά σμήνη είναι νεαρά (μερικών εκατομμυρίων ή δεκάδων εκατομμυρίων ετών) περιέχουν μεγάλους φωτεινούς αστέρες (αστέρες τύπου O ή B). Τα πολύ νεαρά αστρικά σμήνη (ηλικίας μικρότερης από 10 εκατομμύρια έτη) περιέχουν ακόμη υπολείμματα του νέφους από το οποίο σχηματίστηκαν – αυτό φαίνεται ως νέφωση.

Η μελέτη ενός αστρικού σμήνους είναι χρήσιμη γιατί τα άστρα αυτά σχηματίστηκαν από το ίδιο γιγαντιαίο νέφος (έτσι έχουν την ίδια χημική σύσταση) και βρίσκονται περίπου στην ίδια απόσταση από τη γη (χιλιάδες έτη φωτός μακριά!).

Παρατηρώντας έτσι ένα αστρικό σμήνος μπορούμε να υποθέσουμε, κάνοντας έτσι μια πρώτη προσέγγιση, ότι όλα τα αστέρια στο σμήνος αποτελούνται από το ίδιο υλικό και έχουν όλα την ίδια απόσταση από τη γη. Οποιαδήποτε διαφορά παρουσιάζουν έτσι, οφείλεται στη διαφορετική τους μάζα.

Στην άσκηση που ακολουθεί θα παρουσιάσουμε πως μπορούν να χρησιμοποιηθούν στοιχεία από τα τηλεσκόπια Faulkes για να μετρηθεί η ένταση του φωτός των άστρων ενός σμήνους (μια διαδικασία γνωστή ως φωτομέτρηση), μέσω διαφορετικών φίλτρων και να αποτυπωθούν τα χρώματα των αστεριών σε ένα «διάγραμμα χρώμα-μέγεθος». Φωτομετρώντας έτσι ένα αστρικό σμήνος παίρνουμε πληροφορίες για τη μάζα των αστεριών του, αφού αυτή έχει άμεση σχέση με το χρώμα τους. Τα αστέρια με μεγάλη μάζα είναι συνήθως μπλε (πολύ θερμά), μεσαίας μάζας αστέρια όπως ο ήλιος είναι κίτρινα και μικρής μάζας αστέρια είναι κόκκινα (κρύα).

III. Ο κύκλος ζωής των αστεριών- Διάγραμμα Hertzsprung-Russell (HR)

Στις αρχές του 20ου αιώνα οι επιστήμονες διερεύνησαν το πως επιδρά η θερμοκρασία ενός αντικειμένου στο χρώμα της ακτινοβολίας του και κατέληξαν ότι πρέπει να υπάρχει σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας ενός άστρου και της φωτεινότητάς του. Αν όλα τα αστέρια είναι ομοειδή, εκείνα με την ίδια φωτεινότητα θα πρέπει να έχουν την ίδια θερμοκρασία, ενώ τα θερμά αστέρια είναι φωτεινότερα από τα πιο κρύα.

Στα άστρα υπάρχει μια συνεχής και ανταγωνιστική σχέση μεταξύ της βαρύτητας η οποία τείνει να συνθλίψει το αστέρι και της πίεσης στο εσωτερικό του αστεριού λόγω των πυρηνικών αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα. Όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα του αστεριού, τόσο πιο έντονες είναι οι πυρηνικές αντιδράσεις προκειμένου να εξισορροπηθεί το βάρος.

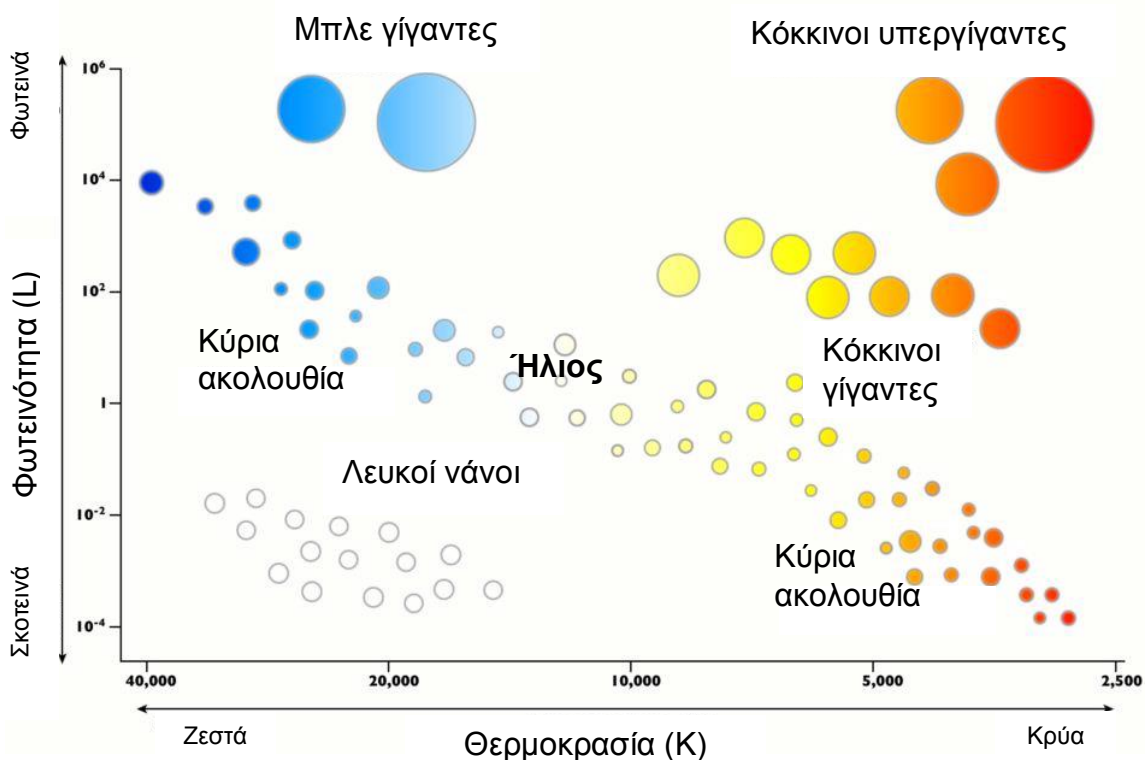
Σε αυτή την άνιση μάχη μεταξύ αυτών των δυνάμεων, η βαρύτητα έχει το πλεονέκτημα επειδή το υλικό των πυρηνικών αντιδράσεων σιγά – σιγά μεταστοιχειώνεται σε βαρύτερα και αδρανή υλικά.

Στα αρχικά στάδια της ζωής ενός αστεριού, όπου οι πυρηνικές αντιδράσεις είναι πιο έντονες, η πίεση στο εσωτερικό του αστεριού είναι μεγαλύτερη και υπερνικά τις δυνάμεις της βαρύτητας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι διαστάσεις του αστεριού να αυξάνονται. Καθώς όμως το πυρηνικό υλικό εξαντλείται, οι βαρυτικές δυνάμεις υπερνικούν και το άστρο μπαίνει σε μια διαδικασία συρρίκνωσης. Έτσι το μέλλον του

αστεριού είναι προδιαγεγραμμένο αναλόγως της μάζας του. Αστέρια μικρότερης μάζας καταλήγουν ως ερυθροί γίγαντες, αστέρια μεγαλύτερης μάζας γίνονται λευκοί νάνοι ενώ εάν η μάζα του αστεριού είναι αρκετά μεγάλη τότε το αστέρι εκρήγνυται δημιουργώντας ένα υπερκαινοφανή αστέρα (supernova). Το δικό μας αστέρι, ο ήλιος, θα ακολουθήσει την ίδια πορεία και στο τέλος θα καταλήξει ένας ερυθρός γίγαντας. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι τα αστέρια πεθαίνουν επειδή επιμένουν αν λάμπουν!!! Το εσωτερικό των αστεριών είναι ένα εργοστάσιο παραγωγής χημικών στοιχείων. Δηλαδή οι πυρηνικές συντήξεις στο εσωτερικό των αστεριών οδηγούν στο σχηματισμό άλλων βαρύτερων στοιχείων (Ήλιο, Άνθρακας, Σίδηρος κ.α.) από το αρχικό υλικό που είναι το Υδρογόνο. Κατά την έκρηξη του υπερκαινοφανούς αστέρα τα υλικά αυτά εκτοξεύονται στο διάστημα εμπλουτίζοντας το με αυτά τα χημικά στοιχεία. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ακόμα και ο άνθρωπος περιέχει μέσα στο σώμα του, έχει ενώσει άνθρακα, σίδηρο κ.α., υλικά τα οποία δημιουργήθηκαν στον πυρήνα ενός αστεριού, μπορούμε να πούμε ότι ο κάθε άνθρωπος έχει ένα κομμάτι αστέρι μέσα του!!!

Το 1911 ο Δανός Ejnar Hertzsprung , σχεδίασε ένα διάγραμμα που αφορά το μέγεθος των αστεριών σε σχέση με το χρώμα τους. Ανεξάρτητα το 1913 ο Αμερικανός Henry Russell σχεδίασε και πάλι ένα διάγραμμα που αφορά το μέγεθος των αστεριών σε σχέση με τον τύπο του φάσματος που αντιστοιχεί στα μήκη κύματος του φωτός που εκπέμπουν, επιβεβαιώνοντας ότι υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στη φωτεινότητα ενός άστρου και της θερμοκρασία του. Το διάγραμμα έτσι αυτού του τύπου αργότερα ονομάστηκε διάγραμμα Hertzsprung-Russell ή HR διάγραμμα.

Ένα αστέρι πάνω στο διάγραμμα παρουσιάζεται σαν ένα σημείο. Πολλά σημεία στο διάγραμμα αντιπροσωπεύουν έτσι πολλά αστέρια όπως στο διάγραμμα που ακολουθεί. Ο κατακόρυφος άξονας y αντιπροσωπεύει τη φωτεινότητα του αστεριού και ο οριζόντιος άξονας x αντιπροσωπεύει τη θερμοκρασία του αστεριού.



Στο πιο πάνω διάγραμμα φαίνονται οι κύριες περιοχές αστεριών σε σχέση με τη μάζα του Ήλιου.

Κύρια ακολουθία (Main sequence)

Η κύρια ακολουθία είναι μια ζώνη η οποία εκτείνεται από το κάτω δεξιά μέρος του διαγράμματος, περιοχή με τα λιγότερο φωτεινά – κρύα αστέρια μέχρι το πάνω αριστερά μέρος του διαγράμματος, περιοχή με τα λαμπρότερα – θερμότερα αστέρια. Τα περισσότερα αστέρια συμπεριλαμβανομένου και του Ήλιου μας, περνούν το μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους στη ζώνη της κύριας ακολουθίας. Το καιγόμενο Υδρογόνο μετατρέπεται σε καιγόμενο Ήλιο στον πυρήνα του αστεριού.

Περιοχή των Κόκκινων Γιγάντων (Red Giants)

Η θερμότητα στον πυρήνα του αστεριού δημιουργεί σύντηξη του υδρογόνου σε ήλιο. Όταν όλο το υδρογόνο του πυρήνα εξαντληθεί ο αστέρας γίνεται κόκκινος γίγαντας μεταπηδώντας έτσι από την περιοχή της κύριας ακολουθίας στην περιοχή των κόκκινων γιγάντων (οι αστρονόμοι αποκαλούν την περιοχή αυτή Red Giant branch or RGB). Στο σημείο αυτό ο πυρήνας καίει το υδρογόνο της εξωτερικής του ατμόσφαιρας παράγοντας έτσι ακόμα περισσότερο ήλιο.

Περιοχή των Κόκκινων Υπεργιγάντων (Red Supergiants)

Όταν όλο το υδρογόνο της εξωτερικής ατμόσφαιρας καεί αρχίζει η σύντηξη του ηλίου σε βαρύτερα στοιχεία όπως ο άνθρακας και το οξυγόνο. Ο αστέρας έτσι μεταπηδά από την περιοχή των κόκκινων γιγάντων στην περιοχή των κόκκινων υπεργιγάντων.

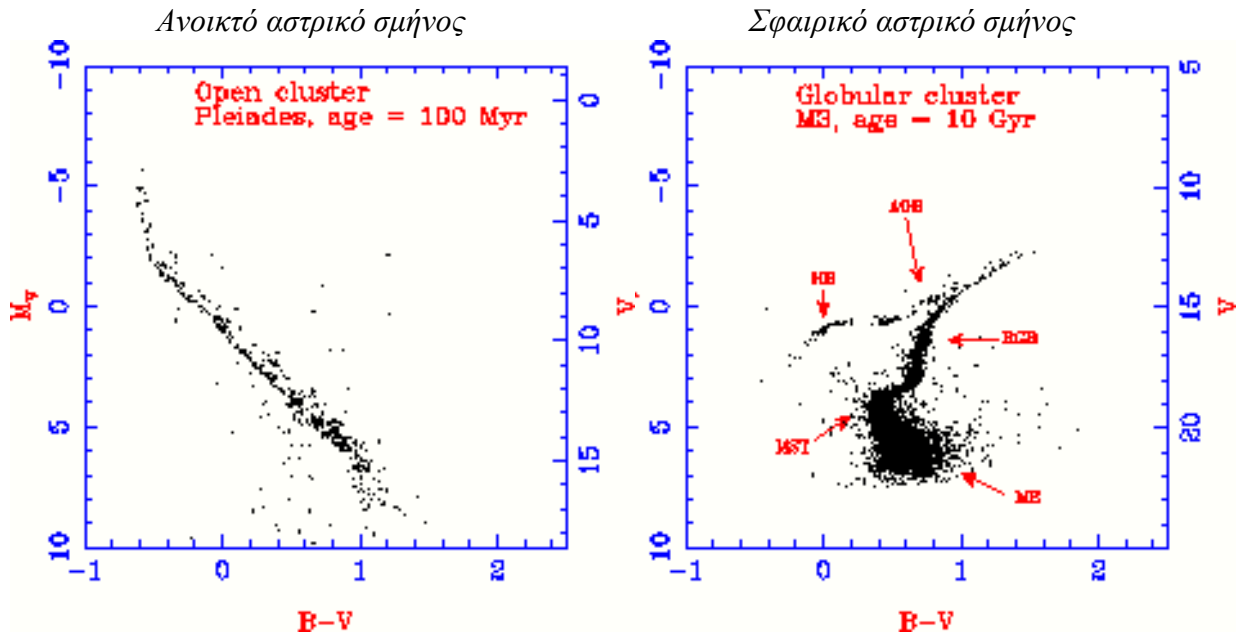
Λευκοί νάνοι

Όταν όλο το ήλιο έχει συγχωνευθεί (μεταστοιχειωθεί) σε άλλα στοιχεία, τα εξωτερικά στρώματα του αστεριού εκτινάσσονται προς τα έξω (απομακρύνονται στο διάστημα) όπου και δημιουργούν ένα πλανητικό νεφέλωμα. Τελικά όταν εξαντληθεί το ήλιο ο πυρήνας συρρικνώνεται σε ένα θερμό, πυκνό λευκό νάνο. Στο πέρας του χρόνου οι λευκοί νάνοι θα εξαντλήσουν την υπολειπόμενη ενέργειά τους και θα γίνουν ψυχρότεροι και θαμπότεροι. Η μετάβαση του αστέρα από την περιοχή των κόκκινων υπεργιγάντων στην περιοχή των λευκών νάνων γίνεται πολύ γρήγορα σε σχέση με το χρονικό διάστημα που το αστέρι βρισκόταν στην περιοχή της κύριας ακολουθίας.

Διαγράμματα Χρώμα - Μέγεθος (Colour-Magnitude Diagrams - CMDs)

Για να σχεδιάσετε ένα διάγραμμα HR, θα πρέπει να γνωρίζετε τη θερμοκρασία και τη φωτεινότητα των αστεριών. Η πιο απλή ένδειξη της θερμοκρασίας ενός αστέρα είναι το χρώμα του. Το χρώμα του αστεριού είναι απλά η μέτρηση της ποσότητας του φωτός που εκπέμπει ένα αστέρι και καταγράφεται με τη χρήση δύο διαφορετικών φίλτρων. Συνήθως μετρούμε το μέγεθος του αντικειμένου με το φίλτρο B και αφαιρούμε το μέγεθος του αντικειμένου με το φίλτρο V.

Ακολουθούν παραδείγματα διαγραμμάτων τόσο για ανοικτό όσο και για σφαιρικό αστρικό σμήνος.



Τα σφαιρικά αστρικά σμήνη είναι ομάδες από δεκάδες χιλιάδες έως εκατομμύρια ηλικιωμένων αστεριών (12-20 δισεκατομμύρια χρόνια!) τα οποία συγκροτούνται μεταξύ τους με δυνάμεις βαρύτητας. Τα ανοικτά αστρικά σμήνη είναι ολιγομελή και χαλαρά εξαιτίας του ότι τα βαρυντικά τους πεδία είναι εξαιρετικά αδύναμα για να συγκρατήσουν τα αστέρια που τα αποτελούν κοντά.

Στα διαγράμματα Χρώμα - Μέγεθος (CMDs) των ανοικτών αστρικών σμηνών, φαίνεται σαφώς η κύρια ακολουθία σε αντίθεση με τα σφαιρικά αστρικά σμήνη τα οποία περιλαμβάνουν μεγαλύτερα σε ηλικία αστέρια τα οποία μεταπήδησαν από την κύρια ακολουθία στην περιοχή των κόκκινων γιγάντων.

Εάν η κύρια ακολουθία ορίζεται καλά τότε αυτό σημαίνει ότι τα αστέρια στο σμήνος έχουν περίπου την ίδια ηλικία δεδομένου ότι τα μεγαλύτερης μάζας αστέρια με τη μακρύτερη κύρια ακολουθία δεν μετακινήθηκαν στην περιοχή των γιγάντων.

2. ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ SALSA J

Το λογισμικό Salsa J σχεδιάστηκε για το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα Hands On Universe (Eu-hou) και προσφέρεται σε διάφορες γλώσσες δωρεάν μέσα από την ιστοσελίδα του προγράμματος. Είναι εύχρηστο και προσφέρεται για χρήση από μαθητές γυμνασίων, λυκείων αλλά και φοιτητές πανεπιστημίων.

Με τη χρήση του λογισμικού δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να επεξεργαστούν και να αναλύσουν πραγματικά αστρονομικά δεδομένα στην τάξη. Περιγράφεται στη συνέχεια η διαδικασία εγκατάστασης του λογισμικού και η εφαρμογή του στη συγκεκριμένη άσκηση.

I. Εγκατάσταση του λογισμικού:

Βήμα 1^ο : Ανοίξετε την ιστοσελίδα του προγράμματος: <http://www.euhou.net>

Στην κύρια σελίδα φαίνονται διάφορα εικονίδια επιλογών όπως:

- Τι είναι το EU-HOU? (What is EU-HOU?)
- Ασκήσεις (Exercises)
- Λογισμικό (Software)
- Νέα (News)
- Σημαντικές ημερομηνίες (Important dates)
- Συζήτηση (Forum)

Βήμα 2^ο : Επιλέξετε το εικονίδιο με την ένδειξη "Λογισμικό"

Ανοίγει τότε ένα παράθυρο διαλόγου με τις επιλογές:

- Εγκατάσταση (Download)
- Εγχειρίδιο (Manual)
- Συζήτηση (F.A.Q)

Βήμα 3^ο: Επιλέξετε την εντολή "Εγκατάσταση" (Download)

Με την εγκατάσταση του λογισμικού στον υπολογιστή σας εμφανίζεται το εικονίδιο Salsa J στην αρχική οθόνη του υπολογιστή σας – γραφείο εργασίας (Desktop)

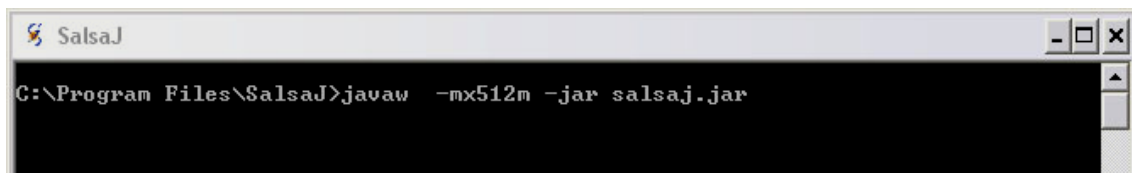
II. Άνοιγμα του λογισμικού:

Για να ανοίξετε το λογισμικό Salsa J διπλοπατήστε πάνω στο εικονίδιο Salsa J στην αρχική σελίδα του υπολογιστή σας. Εμφανίζονται έτσι:

- Η ράβδος εργαλείων του προγράμματος:



- Η οθόνη εντολών.



Την οθόνη εντολών δεν πρέπει να την κλείσετε γιατί θα χάσετε δεδομένα τα οποία δεν έχετε σώσει στον υπολογιστή σας. Η οθόνη αυτή θα πρέπει να παραμείνει στην επιφάνεια εργασίας ή να ελαχιστοποιηθεί (επιλογή minimize).

3. ΑΣΚΗΣΗ : Ο ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΙΩΝ **– ΣΧΕΔΙΑΣΤΕ ΤΟ ΔΙΚΟ ΣΑΣ HR ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ**

I. Λήψη αρχείων αναγκαίων για την άσκηση:

Βήμα 1^ο : Ανοίξτε την ιστοσελίδα του προγράμματος: <http://www.euhou.net>

Στην κύρια σελίδα φαίνονται διάφορα εικονίδια επιλογών όπως:

- Τι είναι το EU-HOU? (What is EU-HOU?)
- Ασκήσεις (Exercises)**
- Λογισμικό (Software)
- Νέα (News)
- Σημαντικές ημερομηνίες (Important dates)
- Συζήτηση (Forum)

Βήμα 2^ο : Επιλέξετε το εικονίδιο με την ένδειξη “ Ασκήσεις ”

Ανοίγει τότε ένα παράθυρο διαλόγου με τις πιο κάτω ασκήσεις:

- Ο Μικρόκοσμος (The Microscopic World)
- Μετρώντας τον Κόσμο γύρω μας (Measuring the World around us)
- Η Γη από το Διάστημα (Our planet)
- Το Ηλιακό μας Σύστημα (Our solar system)
- Ο γαλαξίας μας (Our galaxy)**
- Άλλοι γαλαξίες (Other galaxies)
- Το σύμπαν (The Universe)

Βήμα 3^ο: Επιλέξετε “ Ο γαλαξίας μας (Our galaxy)

Βήμα 4^ο: Επιλέξετε την άσκηση “Ο κύκλος ζωής των αστεριών – Σχεδιάστε το δικό σας HR διάγραμμα” (Life Cycle of stars – Plotting your own HR diagram!)

Βήμα 5^ο: Λήψη αρχείων: Κάντε δεξί κλικ πάνω στα αρχεία που ακολουθούν και σώστε τα στον υπολογιστή σας. (right click on the link and select 'Save As...')

Αρχείο 1 ^ο	<input type="checkbox"/> CMD Plotter (.xls)
Αρχείο 2 ^ο	<input type="checkbox"/> NGC 957 B data file (.fits)
Αρχείο 3 ^ο	<input type="checkbox"/> NGC 957 V data file (.fits)

Το πρώτο αρχείο είναι ένα λογιστικό φύλλο του Excel το οποίο χρησιμοποιείται για να υπολογίσει το μέγεθος των αστεριών σε ένα ανοικτό αστρικό σμήνος λαμβάνοντας υπόψη τη φωτεινότητά του, προκειμένου να σχεδιαστεί ένα διάγραμμα Χρώματος - Μεγέθους.

II. Υπολογισμός της ιδανικής ακτίνας για φωτομετρία

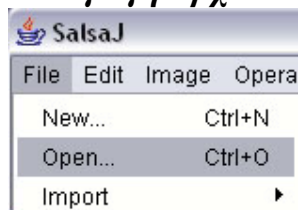
Άνοιγμα του λογισμικού:

Για να ανοίξετε το λογισμικό Salsa J διπλοπατήστε πάνω στο εικονίδιο Salsa J στην αρχική σελίδα του υπολογιστή σας. Εμφανίζονται έτσι:

- Η ράβδος εργαλείων του προγράμματος:
- Η οθόνη εντολών.

Την οθόνη εντολών δεν πρέπει να την κλείσετε γιατί θα χάσετε δεδομένα τα οποία δεν έχετε σώσει στον υπολογιστή σας. Η οθόνη αυτή θα πρέπει να παραμείνει στην επιφάνεια εργασίας ή να ελαχιστοποιηθεί (επιλογή minimize).

Εισαγωγή αρχείου:



Η εισαγωγή αρχείου γίνεται από τη ράβδο εργαλείων επιλέγοντας: File / Open

Ανοίγω το αρχείο:

NGC 957 B data file (.fits) το οποίο έλαβα και αποθήκευσα προηγουμένως.

Ρύθμιση φωτεινότητας της εικόνας που έκανα εισαγωγή:

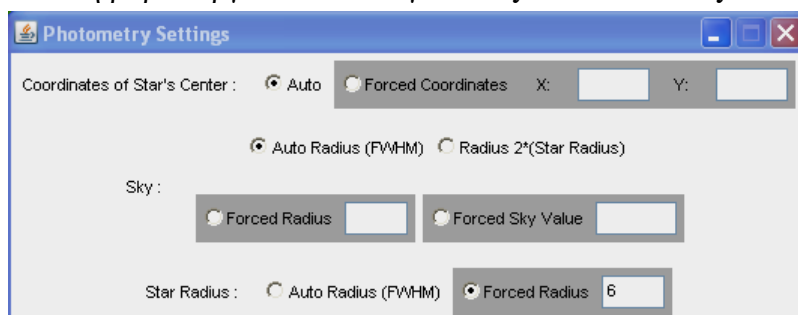


Παρατηρώ ότι η εικόνα που έκανα εισαγωγή είναι σκοτεινή και δε φαίνονται καθαρά τα αστέρια σε αυτή. Για να φαίνονται τα αστέρια πιο φωτεινά επιλέγω το εικονίδιο Brightness & Contrast από τη ράβδο εργαλείων.

Επιλέγω την αυτόματη ρύθμιση της φωτεινότητας της εικόνας – Auto.

Υπολογισμός της ιδανικής ακτίνας για φωτομετρία:

Από τη ράβδο εργαλείων επιλέγω Analyze / Photometry settings.



Ανοίγει έτσι ένα κουτί διαλόγου το οποίο αφορά τις ρυθμίσεις φωτομέτρησης. Στις επιλογές ακτίνα αστεριού επιλέγω Forced Radius και δίνω αρχικά την τιμή 6.

Από τη ράβδο εργαλείων επιλέγω Analyze / Photometry.

Επιλέγω ένα αστέρι από την εικόνα κάνοντας κλικ με το ποντίκι πάνω του.



Γύρω από το αστέρι εμφανίζεται ένας κύκλος ο οποίος αντιστοιχεί στην περιοχή του αστεριού την οποία φωτομετρώ. Η φωτεινότητα του αστεριού υπολογίζεται με την πρόσθεση όλων των pixels που αντιστοιχούν μέσα στην περιοχή της επιλεγμένης ακτίνας για φωτομετρία.

index	image	slice	x	y	intensity	radius	sky
1	NGC957-3-B-1.fits	-	529	456	281293.77	6	134.66

Στο παράθυρο διαλόγου Photometry εμφανίζεται μια πρώτη γραμμή με τιμές που αφορούν την επιλεγμένη ακτίνα 6.

Από τη ράβδο εργαλείων επιλέγω Analyze / Photometry settings.

Στις επιλογές ακτίνα αστεριού επιλέγω Forced Radius και δίνω την τιμή 8.

Επιλέγω το ίδιο αστέρι από την εικόνα κάνοντας κλικ με το ποντίκι πάνω του.

Εμφανίζεται έτσι στο παράθυρο διαλόγου μια δεύτερη γραμμή με τιμές που αφορούν την επιλεγμένη ακτίνα 8.

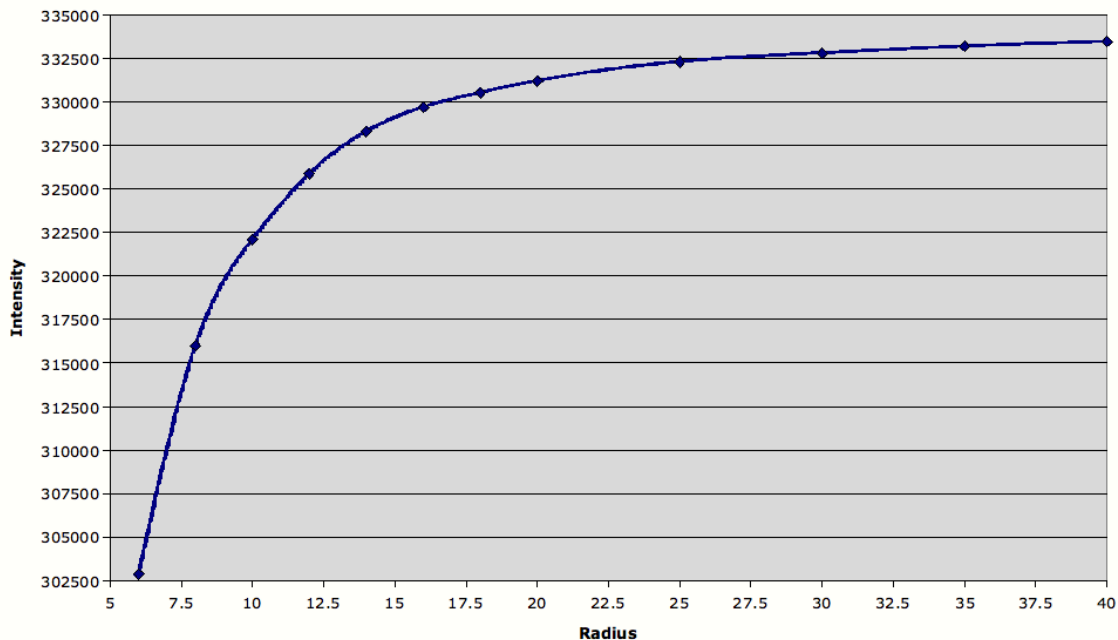
Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για διαφορετικές ακτίνες αυξάνοντας την τιμή της ακτίνας ανά δύο μέχρι την τιμή 20 και στη συνέχεια αυξάνω ανά πέντε μέχρι την τιμή 40. Στο παράθυρο διαλόγου Photometry έχω 12 γραμμές που αφορούν τις πιο κάτω προεπιλεγμένες ακτίνες φωτομέτρησης: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 30, 35, 40.

index	image	slice	x	y	intensity	radius	sky
1	NGC957-3-B-1.fits	-	529	456	281293.77	6	134.66
2	NGC957-3-B-1.fits	-	529	456	311625.09	8	84.94
3	NGC957-3-B-1.fits	-	529	456	327419.39	10	59.04
4	NGC957-3-B-1.fits	-	529	456	336057.76	12	44.88
5	NGC957-3-B-1.fits	-	529	456	0.00	14	0.00
6	NGC957-3-B-1.fits	-	529	456	344588.02	16	30.90
7	NGC957-3-B-1.fits	-	527	456	350489.08	18	23.33
8	NGC957-3-B-1.fits	-	529	456	348488.56	20	24.50
9	NGC957-3-B-1.fits	-	529	456	351008.45	25	20.37
10	NGC957-3-B-1.fits	-	529	456	352373.54	30	18.14
11	NGC957-3-B-1.fits	-	529	456	353240.93	35	16.71
12	NGC957-3-B-1.fits	-	529	456	353811.88	40	15.78

Radius	Intensity
6	302877.6
8	315993.42
10	322090.67
12	325863.39
14	328294.36
16	329688.48
18	330517.92
20	331191.98
25	332291.85
30	332795.54
35	333179.15
40	333457.04

Τα αποτελέσματα της οθόνης Photometry μεταφέρονται στο πρόγραμμα Excel σε δύο στήλες ως εξής:

Για τις στήλες αυτές σχεδιάστε γράφημα του οποίου ο οριζόντιος άξονας θα είναι οι ακτίνες φωτομέτρησης και ο κάθετος άξονας η ένταση του φωτός. Το γράφημα αυτό θα είναι σαν και αυτό που ακολουθεί :



Από το πιο πάνω γράφημα παρατηρούμε ότι η καμπύλη τείνει να γίνει οριζόντια γραμμή από την τιμή ακτίνας 15 και μετά. Η ακτίνα 15 έτσι είναι η ιδανική ακτίνα για φωτομετρία του συγκεκριμένου αστεριού. Αν χρησιμοποιήσω ακτίνα μικρότερη από 15 δε θα φωτομετρήσω όλη τη φωτεινή περιοχή του αστεριού αλλά μέρος της. Αν χρησιμοποιήσω ακτίνα μεγαλύτερη από 15 θα λάβω υπόψη μου και την σκοτεινή περιοχή γύρω από το αστέρι.

Η ακτίνα 15 θα χρησιμοποιηθεί σαν προεπιλεγμένη ακτίνα για φωτομετρία, για όλα τα αστέρια ενός ανοικτού αστρικού σμήνους της ίδιας εικόνας.
Αν πρόκειται να επεξεργαστούμε άλλη εικόνα θα πρέπει να ακολουθήσουμε την ίδια διαδικασία ξανά.

III. Σχεδιασμός διαγράμματος HR για τα αστέρια ενός ανοικτού σμήνους.

Εισαγωγή αρχείου:

Η εισαγωγή αρχείου γίνεται από τη ράβδο εργαλείων επιλέγοντας: File / Open

Ανοίγω έτσι τα αρχεία:

[NGC 957 B data file](#) (.fits)

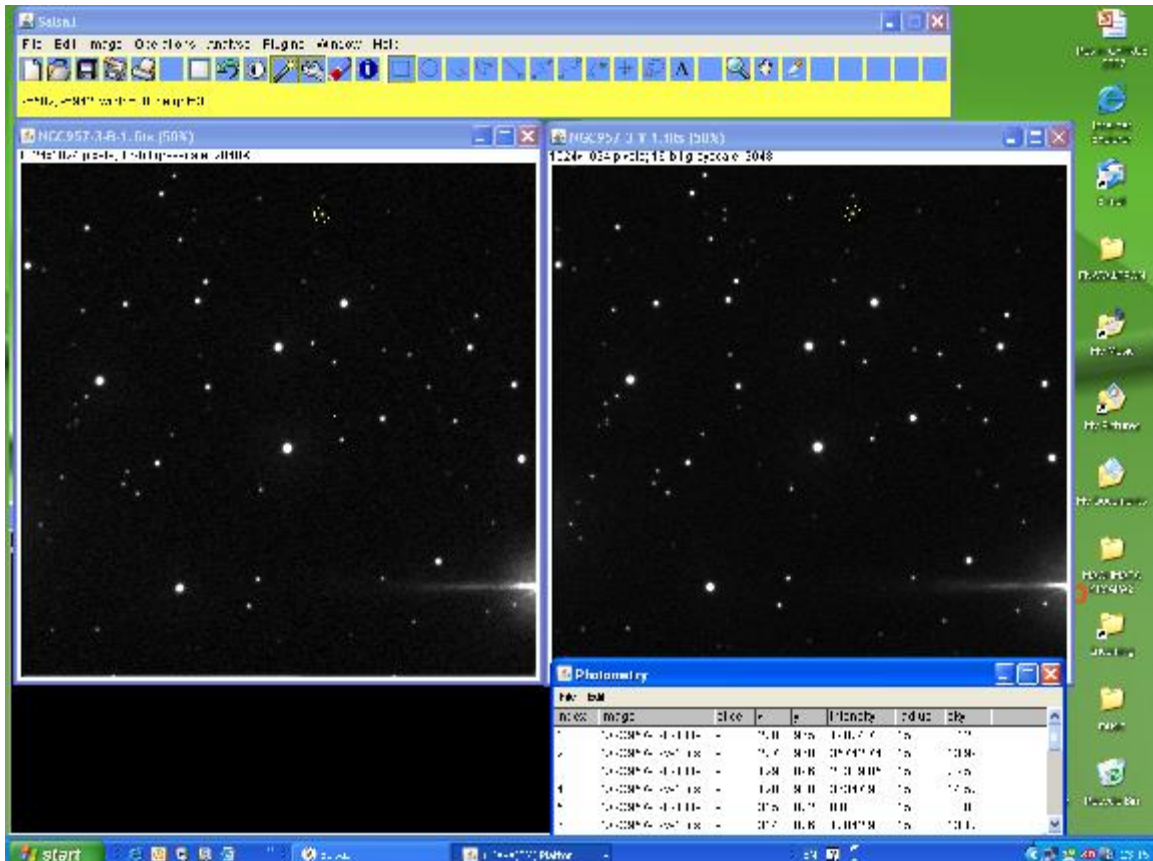
[NGC 957 V data file](#) (.fits)

τα οποία έλαβα και αποθήκευσα προηγουμένως.

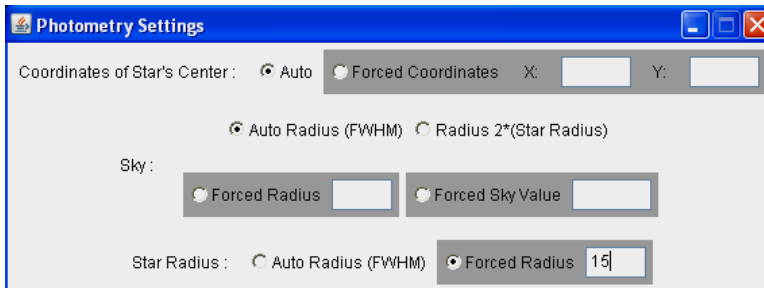
Φωτομετρία αστεριών του σμήνους:

Στις εικόνες που άνοιξα φαίνεται ένα ανοικτό αστρικό σμήνος. Η διαφορά των δύο εικόνων είναι στο γεγονός ότι χρησιμοποιήθηκε διαφορετικό φίλτρο στο τηλεσκόπιο για τη λήψη της κάθε εικόνας.

Τοποθετήστε τη μια εικόνα δίπλα στην άλλη.

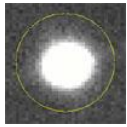


Στην προηγούμενη άσκηση ερευνήσαμε την ιδανική ακτίνα για φωτομετρία για ένα αστέρι του σμήνους. Η ακτίνα 15 θα χρησιμοποιηθεί σαν προεπιλεγμένη ακτίνα για φωτομετρία για όλα τα αστέρια του ίδιου ανοικτού αστρικού σμήνους και για τις δύο εικόνες αφού το μόνο που άλλαξε είναι το φίλτρο που χρησιμοποιήθηκε στο τηλεσκόπιο. (NGC 957 B – B band image, NGC 957 V – V band image)



Έτσι και για τις δύο εικόνες επιλέγω από τη ράβδο εργαλείων Analyze / Photometry settings και στις επιλογές ακτίνα αστεριού επιλέγω Forced Radius και δίνω την τιμή 15.

Από τη ράβδο εργαλείων επιλέγω Analyze / Photometry.



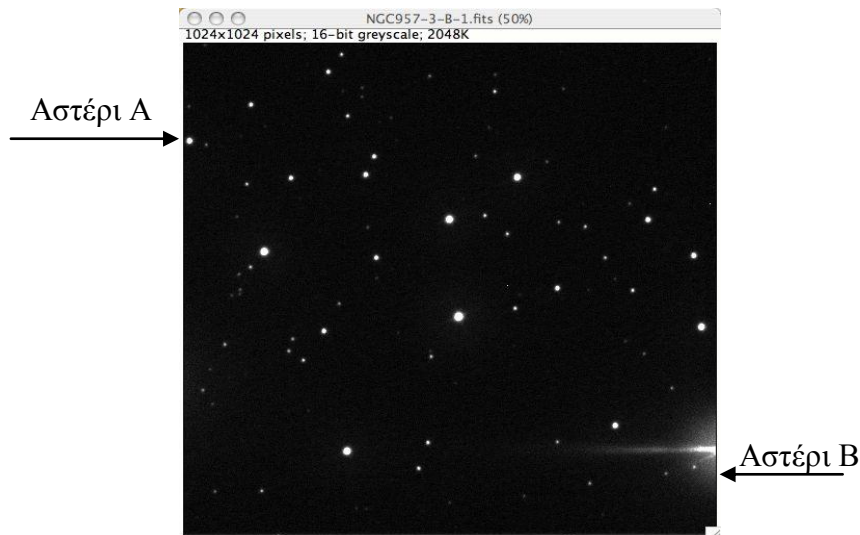
Επιλέγω ένα αστέρι από την εικόνα στα αριστερά (NGC 957 B – B band image) κάνοντας κλικ με το ποντίκι πάνω του. Γύρω από το αστέρι εμφανίζεται ένας κύκλος ο οποίος αντιστοιχεί στην περιοχή του αστεριού όπου γίνεται η φωτομετρία και στο παράθυρο διαλόγου Photometry

εμφανίζεται μια πρώτη γραμμή με τιμές που αφορούν το συγκεκριμένο αστέρι με την προεπιλεγμένη ακτίνα 15.

Επιλέγω το ίδιο αστέρι από την εικόνα στα δεξιά (NGC 957 V – V band image). Εμφανίζεται έτσι μια δεύτερη γραμμή στο παράθυρο διαλόγου Photometry.

Συνεχίζω την ίδια διαδικασία για όλα τα αστέρια της εικόνας προσέχοντας πάντα να επιλέγω από τις δύο εικόνες το ίδιο ακριβώς αστέρι. Όσα περισσότερα αστέρια χρησιμοποιήσετε στην ανάλυσή σας τόσο το καλύτερο.

Αποφεύγω την επιλογή αστεριών τα οποία βρίσκονται περιμετρικά στην άκρη της εικόνας (αστέρι A) και αστέρια γύρω από τα οποία υπάρχει έντονη λάμψη (αστέρι B).



Σχεδιασμός γραφήματος:

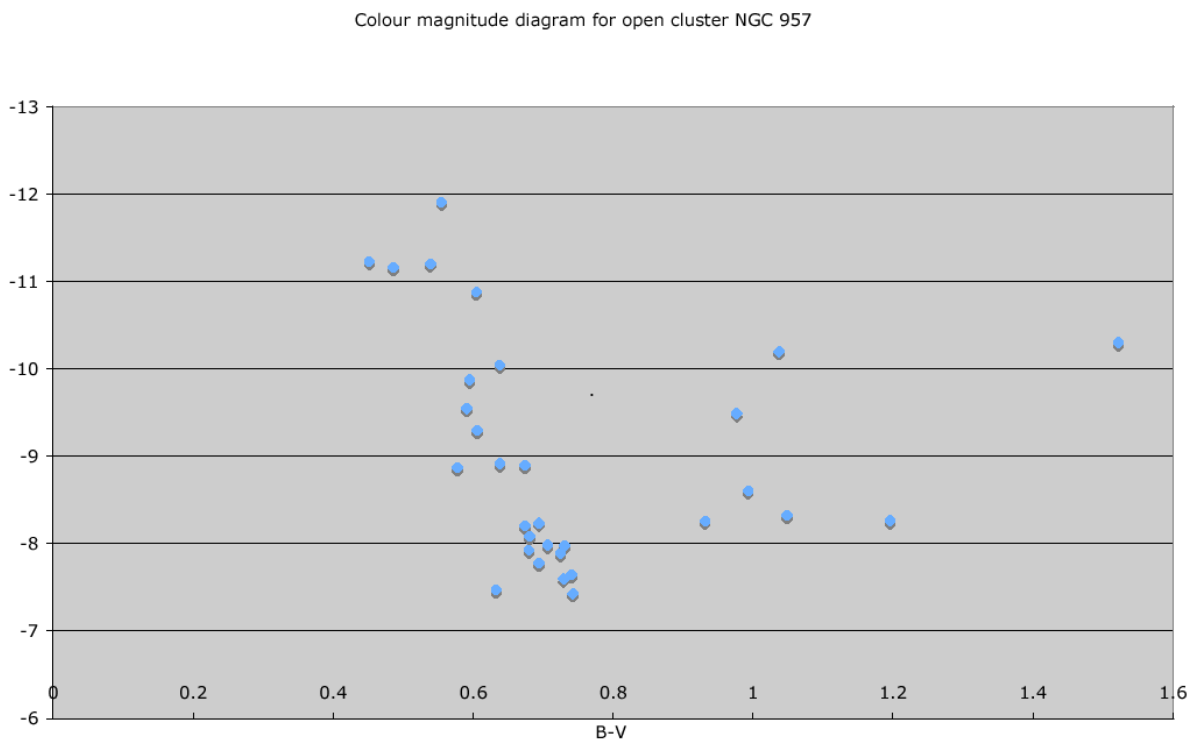
Στη συνέχεια σχεδιάστε γράφημα με άξονες:

Οριζόντιος άξονας: οι τιμές $B - V$

Κάθετος άξονας: οι τιμές V .

Ρυθμίστε τον κάθετο άξονα ώστε η μεγαλύτερη αρνητική τιμή να είναι πάνω και η μικρότερη αρνητική κάτω έτσι ώστε τα φωτεινά αστέρια να βρίσκονται ψηλά στη γραφική παράσταση. (Όσο πιο μικρή είναι η τιμή V magnitude τόσο πιο φωτεινό είναι το αστέρι).

Το γράφημα που προκύπτει:



Φωτομετρώντας έτσι ένα αστρικό σμήνος παίρνουμε πληροφορίες για τη μάζα των αστεριών του, αφού αυτή έχει άμεση σχέση με το χρώμα τους. Τα αστέρια με μεγάλη μάζα είναι συνήθως μπλε (πολύ θερμά), μεσαίας μάζας αστέρια όπως ο ήλιος είναι κίτρινα και μικρής μάζας αστέρια είναι κόκκινα (κρύα).