

Παράρτημα Α: Τι είναι το φως των άστρων;

Το φως των άστρων περικλείει πολύ περισσότερες πληροφορίες από το πόσο είναι όταν το μετράμε. Ζητάμε από τους παρατηρητές με CCD ή άλλα όργανα, να χρησιμοποιούν πρότυπα φίλτρα όταν κάνουν φωτομετρία, διότι τα φίλτρα σας επιτρέπουν να μετρήσετε τόσο την ποσότητα του φωτός όσο και την φασματική κατανομή της. Η βασική φυσική ιδιότητα του φωτός που ενδιαφέρει εδώ είναι το μήκος κύματος. Το φως αποτελείται από φωτόνια, τα οποία είναι μικρές δέσμες των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων που ταξιδεύουν μέσα στο χώρο με την ίδια ταχύτητα - την ταχύτητα του φωτός, c . Αυτές οι μικρές δέσμες συμπεριφέρονται τόσο σαν σωματίδια όσο και σαν κύματα και δεδομένου αυτού, έχουν ένα χαρακτηριστικό μήκος κύματος.

Στο οπτικό φως, τα διαφορετικά χρώματα που βλέπετε αντιστοιχούν σε διαφορετικά μήκη κύματος. Το ερυθρό φως έχει μεγαλύτερα μήκη κύματος από το κίτρινο, το οποίο έχει μεγαλύτερα μήκη κύματος από το πράσινο, το οποίο έχει μεγαλύτερα μήκη κύματος από το μπλε και το ιώδες φως. Όλα τα διαφορετικά χρώματα του φωτός που παρατηρούνται μαζί ονομάζονται φάσμα. Το οπτικό φάσμα χονδρικά αποτελείται από όλα τα μήκη κύματος φωτός μεταξύ 300 και 700 νανομέτρων, από το ιώδες προς το κόκκινο. Υπάρχει όμως πολύ περισσότερο φως πέρα από αυτό το εύρος. Μετά το ιώδες, προς τα μικρότερα μήκη κύματος βρίσκεται το υπεριώδες, οι ακτίνες X, και οι περιοχές ακτίνων-γ του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Πέρα από το κόκκινο προς μεγαλύτερα μήκη κύματος βρίσκονται οι υπέρυθρες, τα μικροκύματα και τα ραδιοκύματα. Ορίζουμε το οπτικό φάσμα μ'αυτό τον τρόπο, μόνο και μόνο γιατί αυτό είναι ό, τι μπορεί να δει το ανθρώπινο μάτι - τα μάτια μας δεν είναι ευαίσθητα στο φως εκτός αυτού του εύρους. Οι περισσότεροι κανονικοί αστέρες εκπέμπουν το μεγαλύτερο μέρος του φωτός τους στο οπτικό και υπέρυθρο και ο δικός μας ήλιος εκπέμπει το μεγαλύτερο ποσοστό του φωτός περίπου στα 500 νανόμετρα, που εμφανίζεται πράσινο στα μάτια μας.

Η σχετική ποσότητα κάθε φωτονίου είναι η ενέργειά του, που επίσης είναι συνάρτηση του μήκους κύματος. Ειδικότερα, η ενέργεια που φέρεται από ένα φωτόνιο είναι αντιστρόφως ανάλογη προς το μήκος κύματος:

$$E = hc/\lambda$$

όπου h είναι η σταθερά του Planck, c είναι η ταχύτητα του φωτός, και λ είναι το μήκος κύματος. Σημειώστε την αντίστροφη σχέση με το μήκος κύματος: μικρότερου μήκους κύματος, μπλε φωτόνια έχουν περισσότερη ενέργεια από ό, τι μεγαλύτερου μήκους κύματος κίτρινα φωτόνια, τα οποία έχουν περισσότερη ενέργεια από ό, τι τα ακόμη μεγαλύτερου μήκους κύματος κόκκινα φωτόνια. Τα μήκη κύματος του φωτός που εκπέμπουν οι αστροφυσικές πηγές σχετίζονται με τη συνολική ενεργειακή πυκνότητα του συστήματος που κάνει την εκπομπή. Ένα σχετικά ψυχρό άστρο είναι απίθανο να εκπέμπει ακτινοβολία υψηλής ενέργειας, εκτός αν υπάρχουν ειδικές πηγές ενέργειας εντός του συστήματος. Αντιστρόφως, ένα θερμό άστρο είναι ικανό να εκπέμπει ακτινοβολία υψηλότερης ενέργειας, αλλά επίσης εκπέμπει φωτόνια με χαμηλότερη ενέργεια. (Περισσότερα για αυτό στο Παράρτημα Β).

Υπάρχει και μια άλλη ιδιότητα του φωτός που δεν θα δούμε με λεπτομέρα εδώ και αυτή είναι η πόλωσή του. Τα φωτόνια είναι δέσμες της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, όπου κάθε σωματίδιο αποτελείται από ένα ταλαντούμενο ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο. Όλα τα φωτόνια που λαμβάνονται από μία και μοναδική πηγή μπορεί να υποθεθεί πως ταξιδεύουν. Τα πεδία μπορεί να ταλαντώνονται σε μία μόνο κατεύθυνση κάθετη προς την κατεύθυνση της κίνησης, αλλά με τυχαίο προσανατολισμό, ή μπορεί να έχουν ένα κυκλικό συστατικό στην ταλάντωση (δηλαδή, το φωτόνιο να είναι ελλειπτικά ή κυκλικά πολωμένο).

Εάν η πηγή εκπομπής είναι πολωμένη ή αν το φως περνά μέσα από ένα πολωτικό μέσο (όπως ένα νέφος σκόνης), θα υπάρχει ένας προτιμώμενος προσανατολισμός για τα περισσότερα φωτόνια που βλέπετε. Κυκλικά πολωμένο φως μπορεί επίσης να δημιουργηθεί σε περιβάλλοντα ή φυσικές διαδικασίες που έχουν ισχυρά μαγνητικά πεδία.

Η πόλωση μπορεί να μετρηθεί με ειδικά φίλτρα αλλά είναι χρονοβόρα διαδικασία. Δεν θα το συζητήσουμε περαιτέρω, αλλά να θυμάστε πως πρόκειται για μια ακόμα ιδιότητα του φωτός που παρατηρείτε.

Το Παράτημα Β περιέχει μια σύντομη αναφορά στη διαδικασία ακτινοβολίας που είναι κοινή στην αστρική αστρονομία και πώς μπορεί να περιγραφεί ή να διερευνηθεί μέσω της φωτομετρίας.