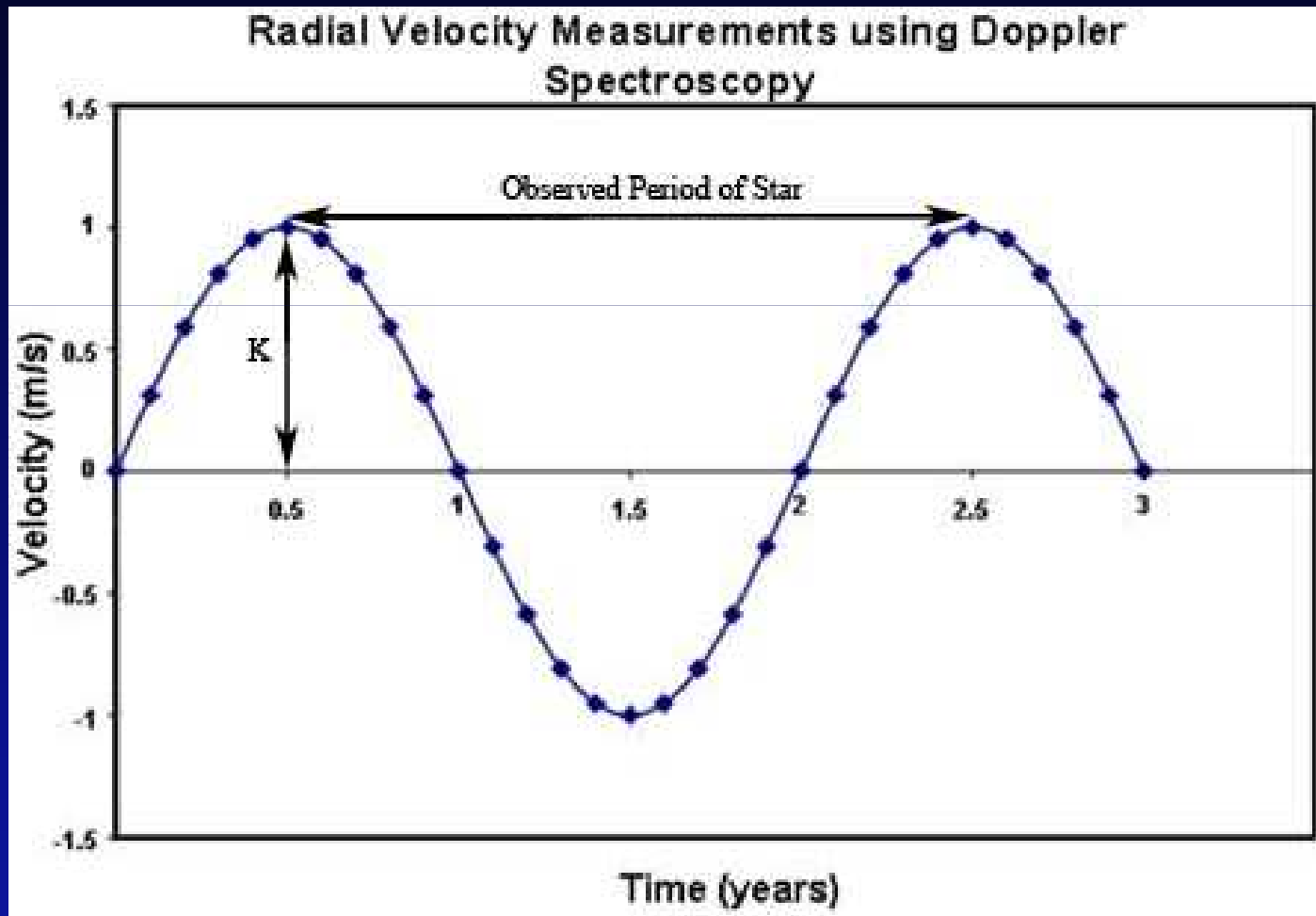


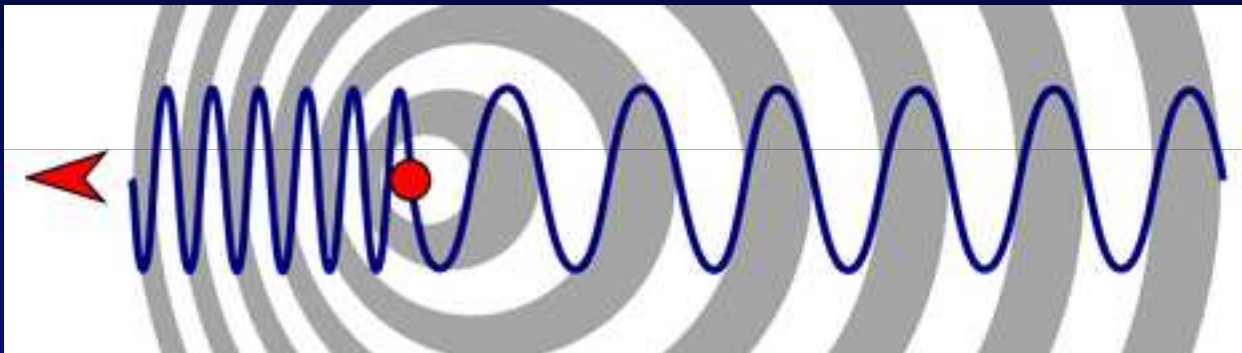
ΑΚΤΙΝΙΚΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΑΣΤΕΡΩΝ



Φαινόμενο Doppler

Μεταβολή του μήκους κύματος λ (ή της συχνότητας ν) όταν υπάρχει σχετική κίνηση (ταχύτητα) μεταξύ πηγής και παρατηρητή

Το φαινόμενο παρατηρείται σε όλα τα είδη κυμάτων (ακουστικά, σεισμικά, Η/Μ)



Φαινόμενο Doppler

$$\Delta\lambda / \lambda_{\theta\epsilon\omega\rho} = u_{\alpha\kappa\tau} / u_{\mu\epsilon\sigma\upsilon}$$

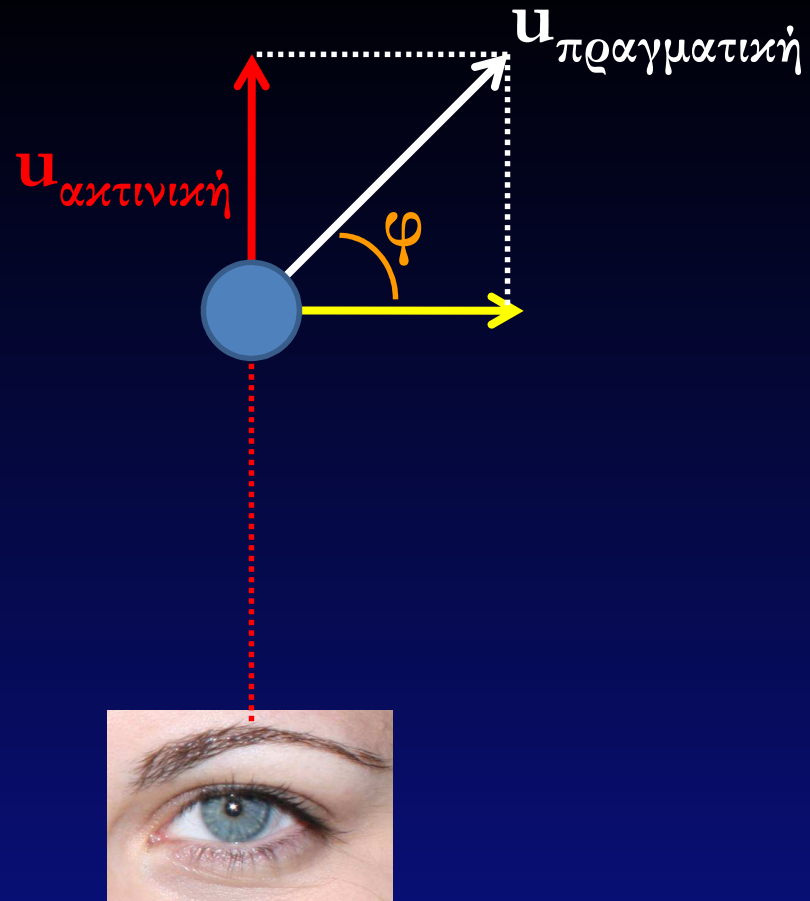
$\Delta\lambda$: η μεταβολή του μήκους κύματος: $\Delta\lambda = \lambda_{\pi\alpha\rho} - \lambda_{\theta\epsilon\omega\rho}$

$\lambda_{\pi\alpha\rho}$: το μήκος κύματος που παρατηρείται

$\lambda_{\theta\epsilon\omega\rho}$: το μήκος κύματος που αναμένεται

$u_{\mu\epsilon\sigma\upsilon}$: η μέγιστη ταχύτητα του κύματος στο μέσο όπου διαδίδεται (π.χ. $u_{\mu\epsilon\sigma\upsilon} = c$ για τα Η/Μ κύματα)

$u_{\alpha\kappa\tau}$: Σχετική και ακτινική ταχύτητα της πηγής με τον παρατηρητή



Μπορούμε να υπολογίσουμε ΜΟΝΟ την ακτινική ταχύτητα της κινούμενης πηγής

Την πραγματική ταχύτητα την υπολογίζουμε μόνο αν ξέρουμε την γωνία φ

Φαινόμενο Doppler για σχετικιστικές ταχύτητες

$$\nu_{\text{παρ}} / \nu_{\text{θεωρ}} = [(1+\beta) / (1-\beta)]^{1/2}$$

όπου $\beta = u/c$

Ο λόγος:

$$z = (\nu_{\text{παρ}} - \nu_{\text{θεωρ}}) / \nu_{\text{θεωρ}} = [(1+\beta) / (1-\beta)]^{1/2} - 1$$

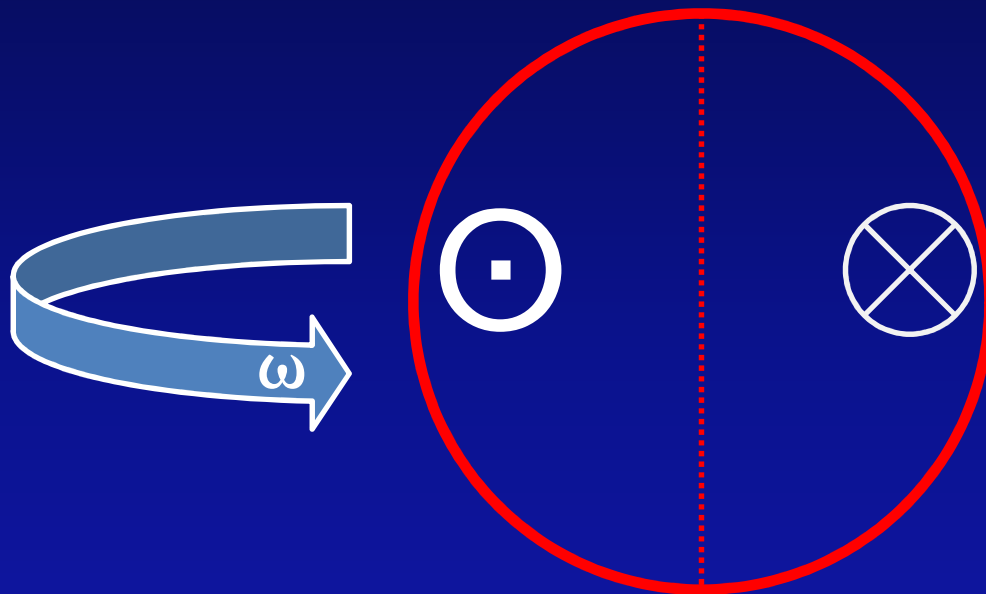
ονομάζεται παράγοντας Doppler

Εφαρμογή στην Αστροφυσική

Τα άτομα στις αστρικές ατμόσφαιρες εκτελούν τυχαίες κινήσεις λόγω θερμοκρασίας

Ο αστέρας απομακρύνεται/πλησιάζει από/προς τον Ήλιο

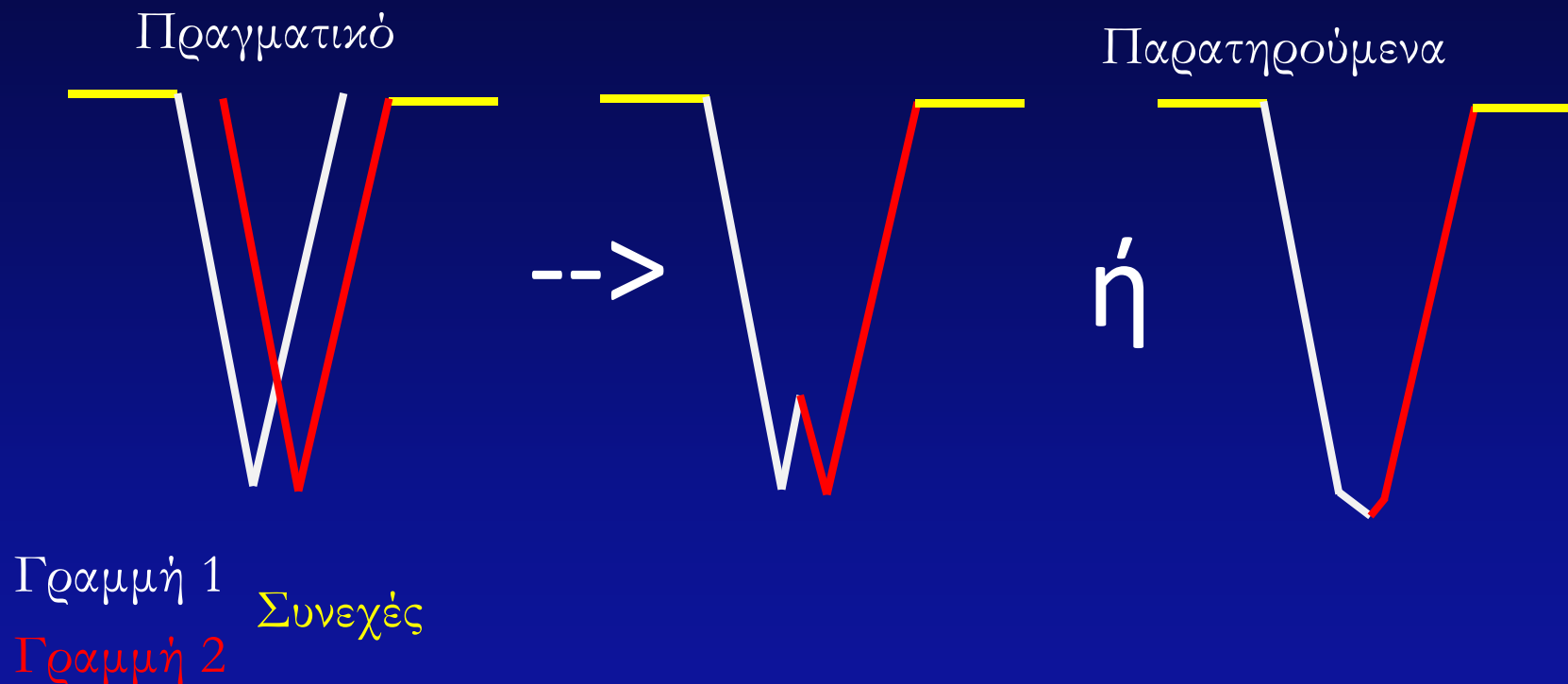
Ο αστέρας ιδιοπεριστρέφεται, επομένως το ένα ημισφαίριο πλησιάζει ενώ ταυτόχρονα το άλλο απομακρύνεται ως προς τον παρατηρητή

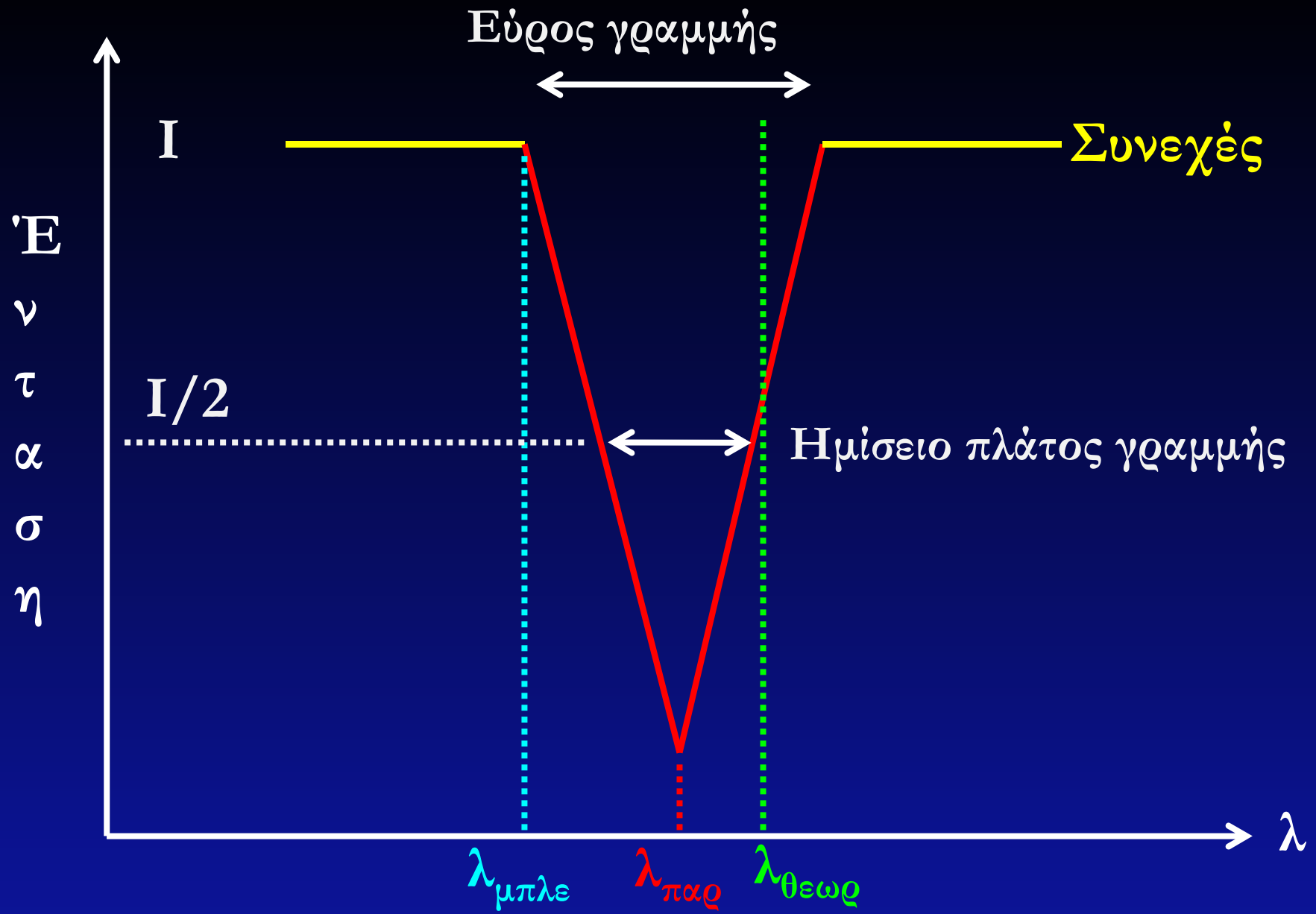


Συμπεριφορά των φασματικών γραμμών

Παρουσιάζονται μετατοπισμένες είτε προς την **μπλέ** πτέρυγα (ο αστέρας **πλησιάζει**) είτε προς την **ερυθρή** (ο αστέρας **απομακρύνεται**)

Ανάλογα την διακριτική ικανότητα του φασματογράφου μας αλλά σύμφωνα με την διεύρυνση (πλάτυνση) των γραμμών κάποιες κοντινές φασματικές γραμμές παρουσιάζονται σαν μία πολύ πεπλατυσμένη

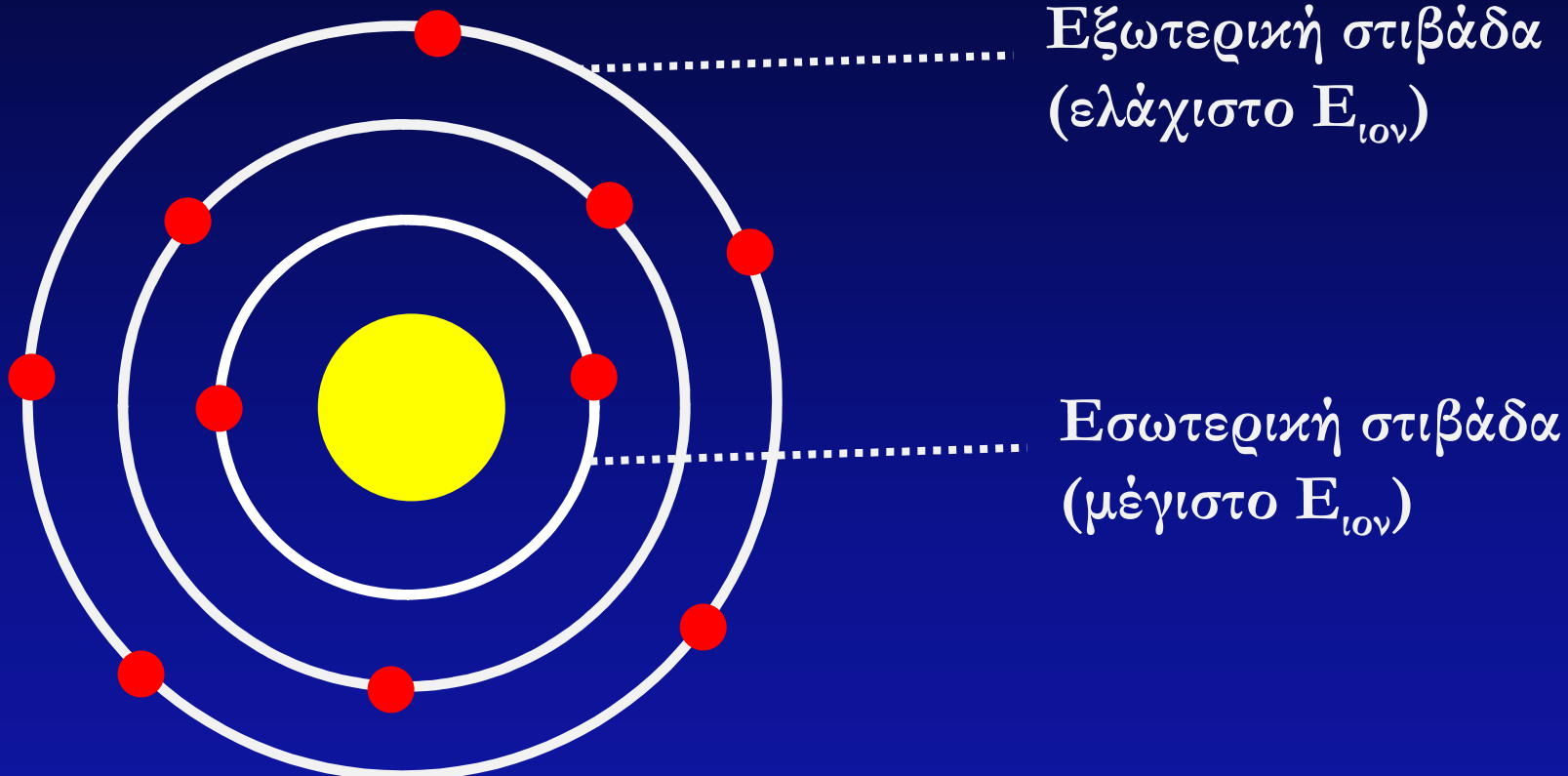




Οι ακτινικές ταχύτητες διαφόρων στοιχείων στον ίδιο αστέρα μας βοηθούν στο να τα κατανέμουμε καθ' ύψος

Δυναμικό ιονισμού ($E_{\text{ιον}}$): Ενέργεια που απαιτείται ώστε να διαφύγουν τα ηλεκτρόνια εκτός του ατόμου

Ανάλογα με τις στιβάδες του κάθε ατόμου, το ίδιο άτομο μπορεί να έχει παραπάνω από ένα δυναμικό ιονισμού



Για κάθε άτομο γνωρίζουμε εργαστηριακά όλα τα δυναμικά ιονισμού του

Στους αστέρες τα άτομα της ατμόσφαιρας ιονίζονται είτε λόγω θερμοκρασίας είτε λόγω κρούσεων με φωτόνια

Επομένως παρατηρώντας χαρακτηριστικές γραμμές των ατόμων μπορούμε να γνωρίζουμε με καλή προσέγγιση την θερμοκρασία της περιοχής στην οποία βρίσκονται

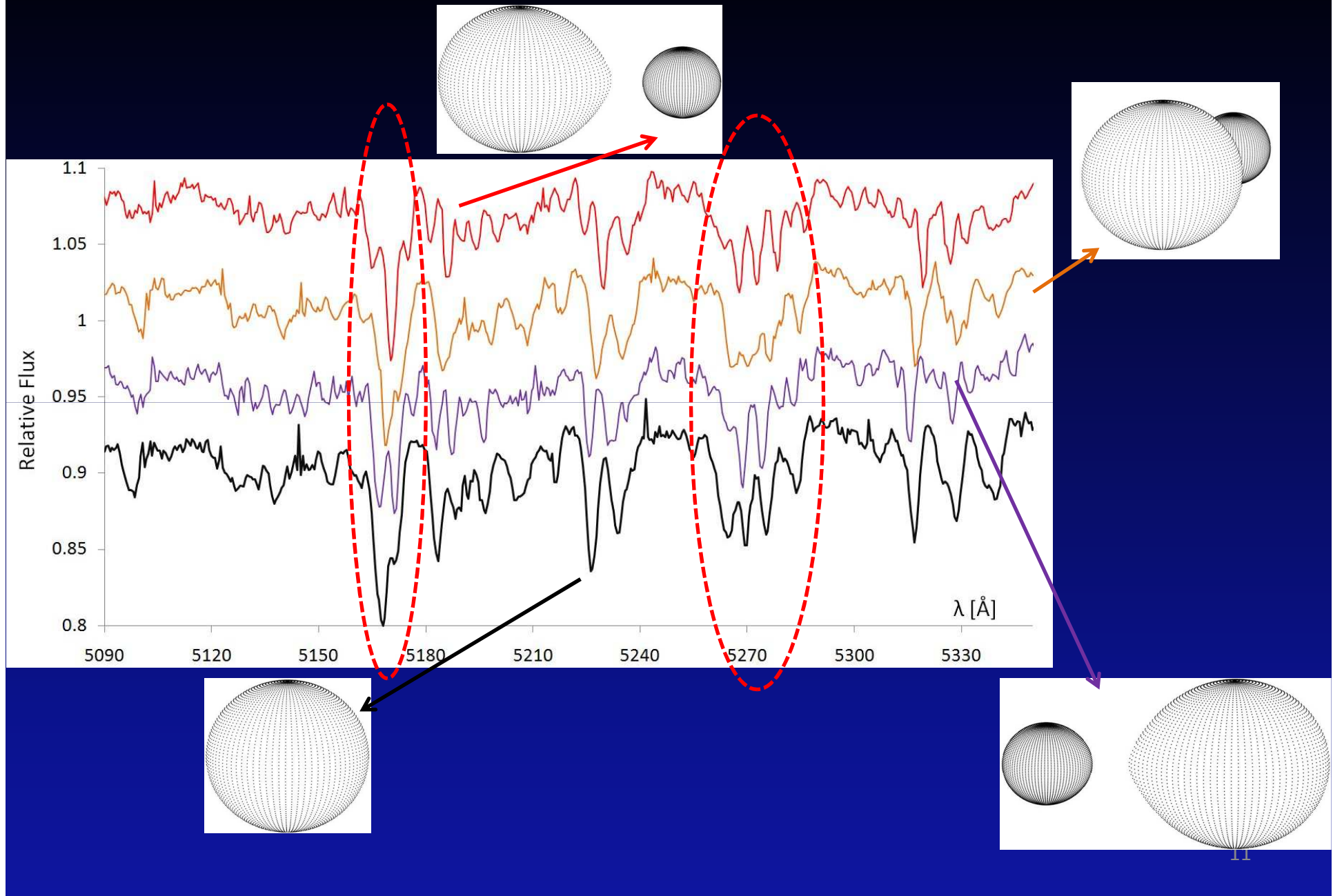
Υπολογίζοντας και τις ακτινικές τους ταχύτητες και σύμφωνα με την σχέση:

$$u = \omega R$$

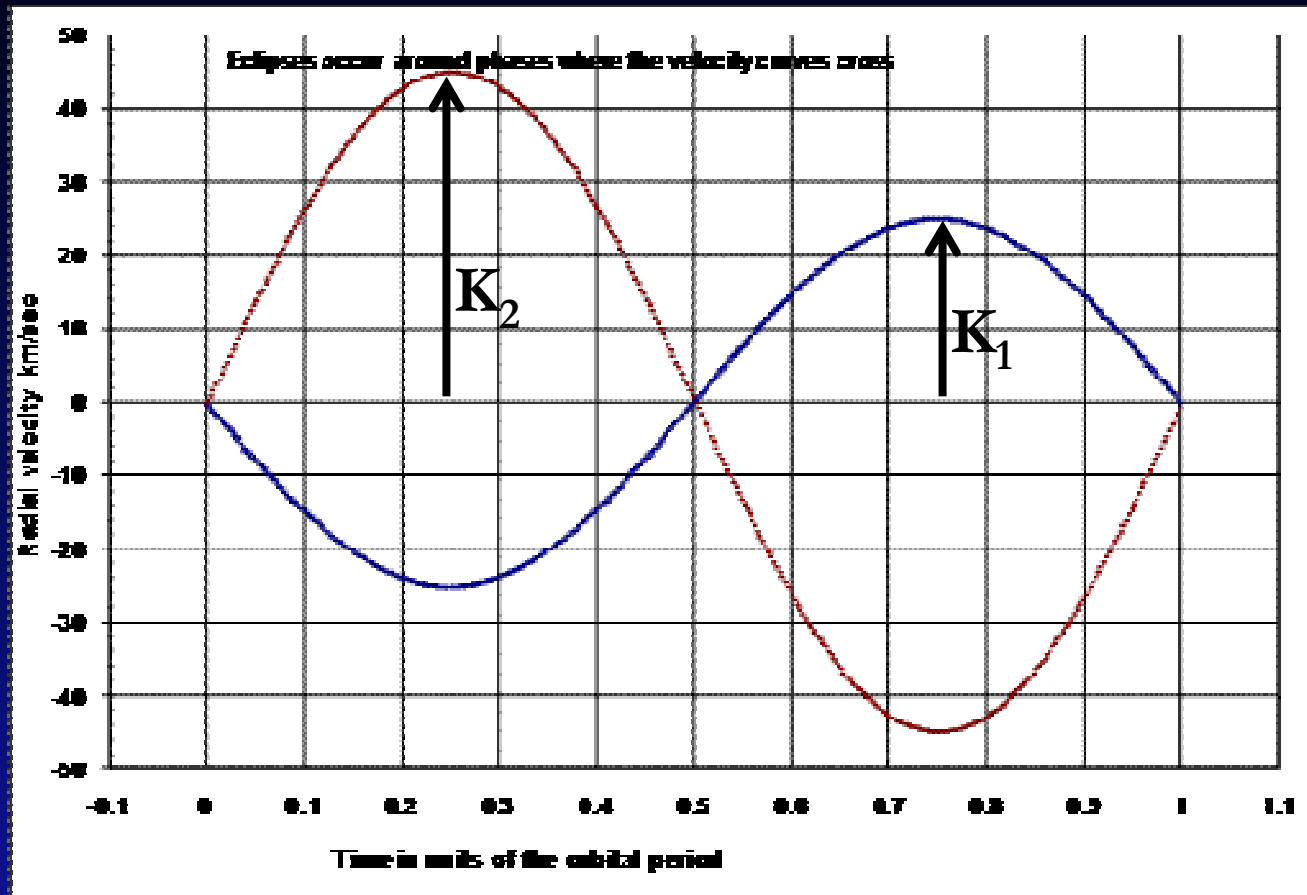
μπορούμε βρούμε την καθ' ύψος κατανομή τους

Θεωρώντας σε πρώτη προσέγγιση περιστροφή στερεού σώματος ($\omega = \text{σταθ.}$), και υπολογίζοντας την $u_{\text{ακτιν}}$ μπορούμε να βρούμε την απόσταση από το κέντρο μάζας R

Εφαρμογή 1 - Καμπύλες ακτινικών ταχυτήτων διπλών συστημάτων

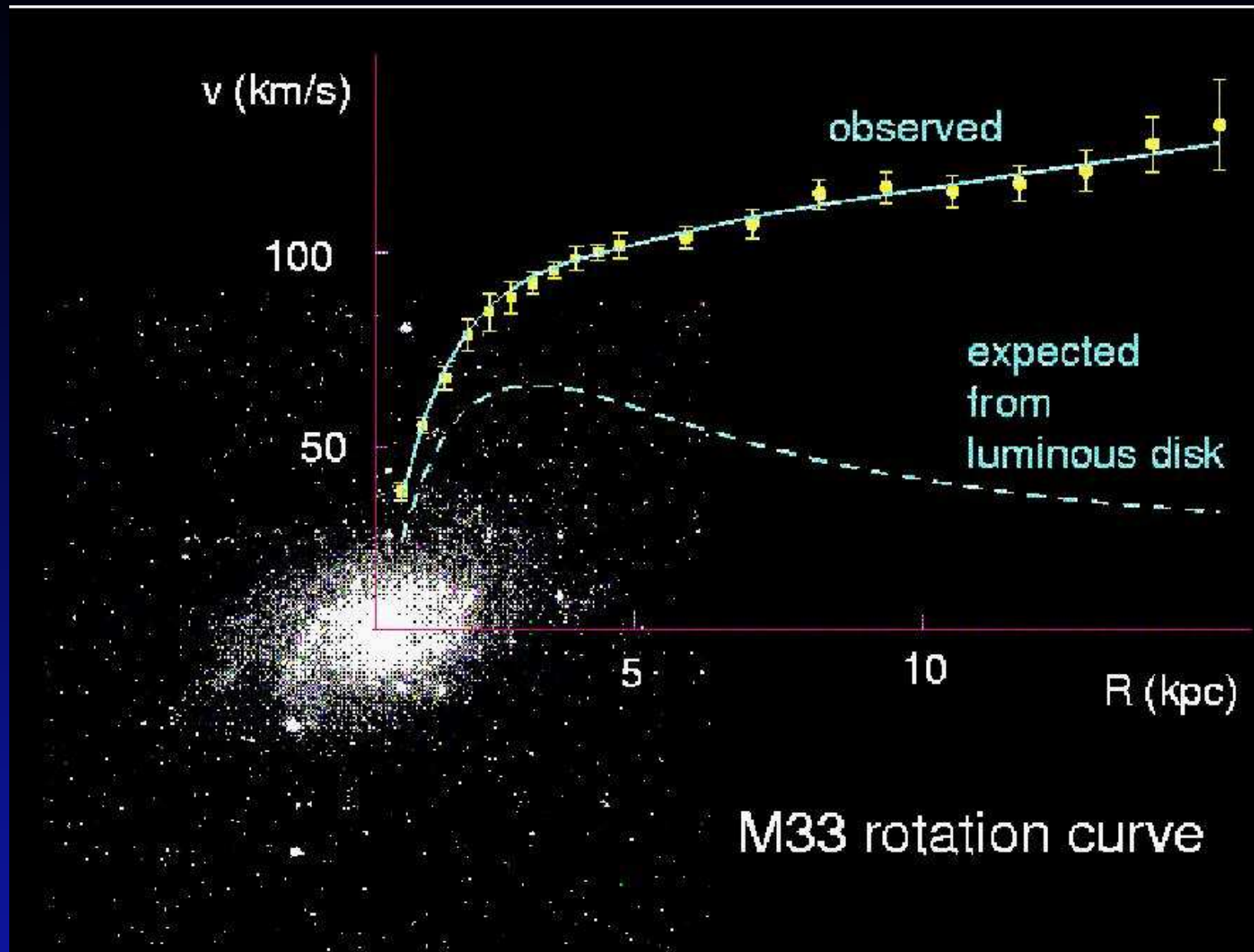


Εφαρμογή 1 - Καμπύλες ακτινικών ταχυτήτων διπλών συστημάτων



$$\text{Λόγος μαζών} \rightarrow K_1 / K_2 = m_2 / m_1$$

Εφαρμογή 2 - Καμπύλες περιστροφής γαλαξιών



Εφαρμογή 3 - Ερυθρομετάθεση (redshift)

