

Ένα τμήμα T (πλάσμα) του πίδακα ενός AGN κινείται με σχετικιστική ταχύτητα V που σχηματίζει γωνία ϕ με την διεύθυνση παρατηρητής – τμήμα. Ας δούμε την απλή περίπτωση που η ταχύτητα του T είναι πολύ κοντά στην ταχύτητα του φωτός πχ $V = 0,9995C$. Κάποια στιγμή και ενώ το T βρίσκεται στο A εκπέμπει φωτόνια που κατευθύνονται προς τη γη. Σε χρόνο Δt φτάνει στο B και εκπέμπει φωτόνια προς τη γη.

Ο παρατηρητής στη γη αντιλαμβάνεται την ακτινική συνιστώσα $V_r = V \cos \phi$ της ταχύτητας V και την εγκάρσια $V_\epsilon = V \sin \phi$.

Τα φωτόνια φτάνουν στο Γ τη χρονική στιγμή $t_1 = (AB \cos \phi)/C$ και το T στο Β τη χρονική στιγμή $t_2 = AB/C$.

Ο παρατηρητής στη Γη βλέπει το T στον ουρανό να κινείται από το $\Gamma_1\Gamma_2$ δηλαδή να διανύει απόσταση $\Gamma B = AB \sin \phi$ σε χρονικό διάστημα $\Delta t = t_2 - t_1 = AB(1 - \cos \phi)/C$. Έτσι η φαινόμενη ταχύτητα του T ως προς γήινο παρατηρητή θα είναι:

$$V_\pi = \Gamma B / \Delta t \Rightarrow V_\pi = \frac{C \sin \phi}{1 - \cos \phi}$$

(ΣΗΜ. Ο χρόνος για τα φωτόνια από το Γ και το Β στη γη είναι ίδιος , έτσι η διαφορά Δt παραμένει όσα δις χρόνια χρειαστούν τα φωτόνια να φτάσουν στη γη.)

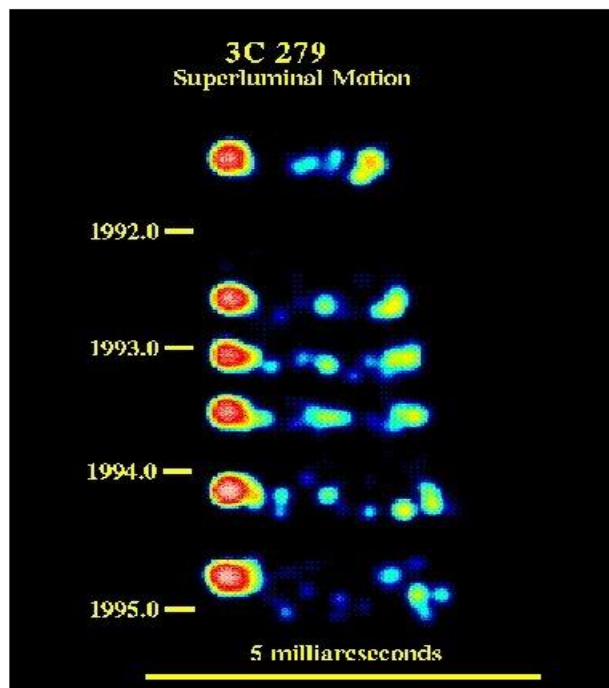
$V_{\pi} > C \Rightarrow \eta\mu\phi + \sigma\upsilon\nu\phi > 1$ κάτι που ισχύει πάντα επειδή θεωρήσαμε τη V πολύ κοντά στην ταχύτητα του φωτός. Σε μία πιο λεπτομερή ανάλυση θα είχαμε

$$V_{\pi} = \frac{V\eta\mu\phi}{1-\beta\sigma\upsilon\nu\phi} \Rightarrow V_{\pi} = \frac{\beta C\eta\mu\phi}{1-\beta\sigma\upsilon\nu\phi} \text{ όπου } \beta = V/C$$

$V_{\pi} > C \Rightarrow \beta(\eta\mu\phi + \sigma\upsilon\nu\phi) > 1$ που επίσης ισχύει για κάθε γωνία όχι όμως για κάθε V . Η συνάρτηση $\eta\mu\phi + \sigma\upsilon\nu\phi$ έχει ελάχιστο για $\phi = 45^{\circ}$ άρα ελάχιστο $\beta = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow V > 0,707C$

Η ταχύτητα του πλάσματος στους πίδακες AGN θα μετριέται από τη γη τόσο μεγαλύτερη από την ταχύτητα του φωτός όσο πιο κοντά στη C είναι η V και όσο πιο μικρή είναι η φ. σήμερα έχουν μετρηθεί ταχύτητες μέχρι 10C.

Πχ για $V = 0,9C \Rightarrow \beta = 0,9$ και $\phi = 10^{\circ}$, $V_{\pi} = \frac{0.9C\eta\mu 10}{1-0,9\sigma\upsilon\nu 10} = 1,375C$



Apparent $v \sim 4c!!$

Στην εικόνα βλέπουμε μία πραγματική μέτρηση ταχύτητας πλάσματος στους πίδακες του Quasar 3C-279 μεταξύ των ετών 1992 – 1995. Το κόκκινο αριστερά είναι ο ακίνητος πυρήνας, δεξιά το πλάσμα που απομακρύνεται και κάτω η κλίμακα.