

**L**ight

**A**mplification by

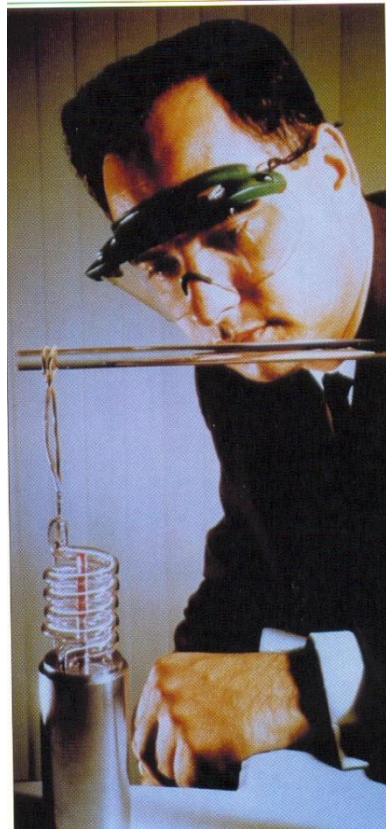
**S**timulated

**E**mission of

**R**adiation

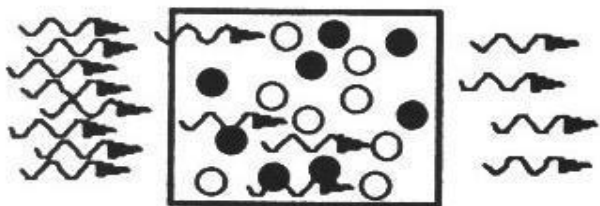
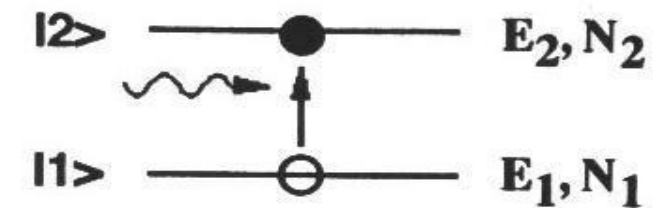
# ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- **1917** – A. Einstein εισάγει τις έννοιες φωτόνια και εξαναγκασμένη εκπομπή
- **1954** – Πρώτο μικροκυματικό laser (MASER), Townes
- **1960** – Πρώτο οπτικό laser (Maiman)

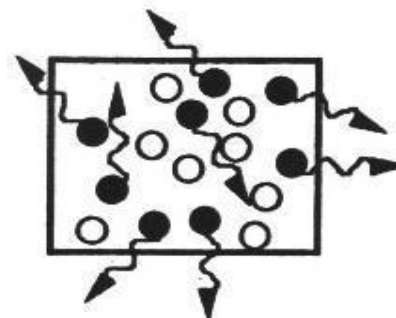
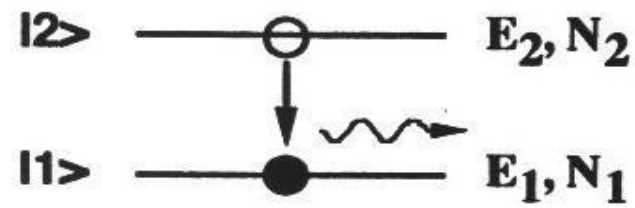


Ιστορική φωτογραφία που δημοσιεύθηκε στο εξώφυλλό των New York Times στις 8 Ιουλίου 1960

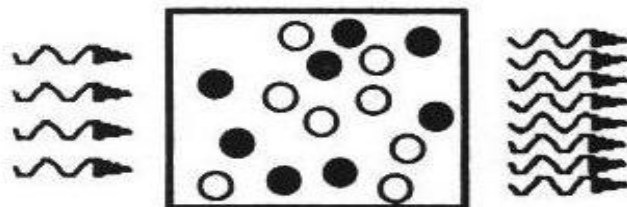
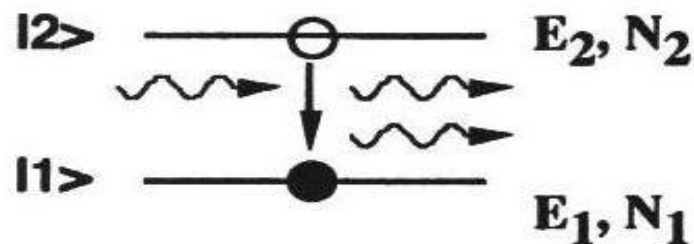
- **1964** – Βραβείο Nobel στη Φυσική: Townes, Prokhorov, Basov



**ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ**



**ΑΥΘΟΡΜΗΤΗ ΕΚΠΟΜΠΗ**



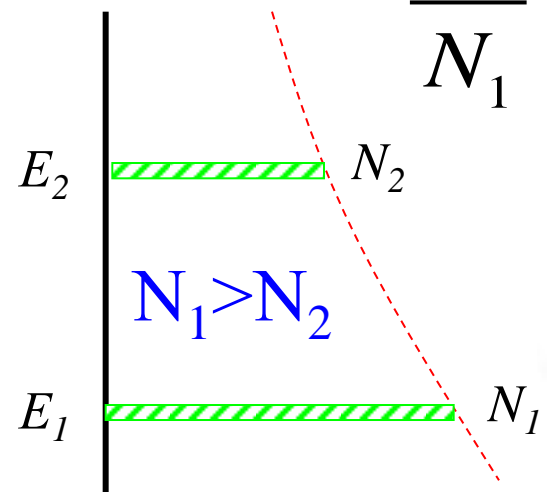
**ΕΞΑΝΑΓΚΑΣΜΕΝΗ ΕΚΠΟΜΠΗ**

**Boltzman**

$$\frac{N_2}{N_1} = e^{\frac{-E_2 - E_1}{kT}}$$

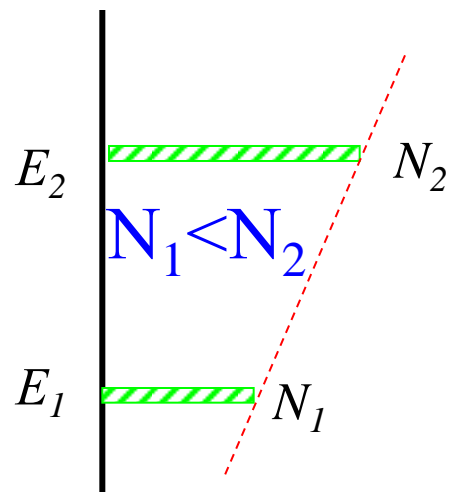
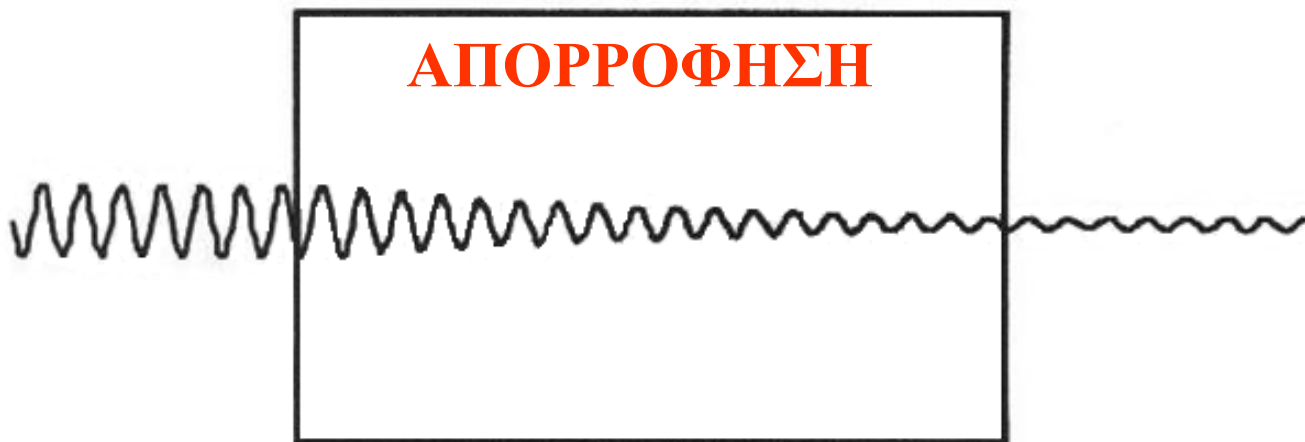
$N_1$ : πληθυσμός **κάτω** στάθμης

$N_2$ : πληθυσμός **πάνω** στάθμης



Θεμελιώδης κατάσταση

**ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ**



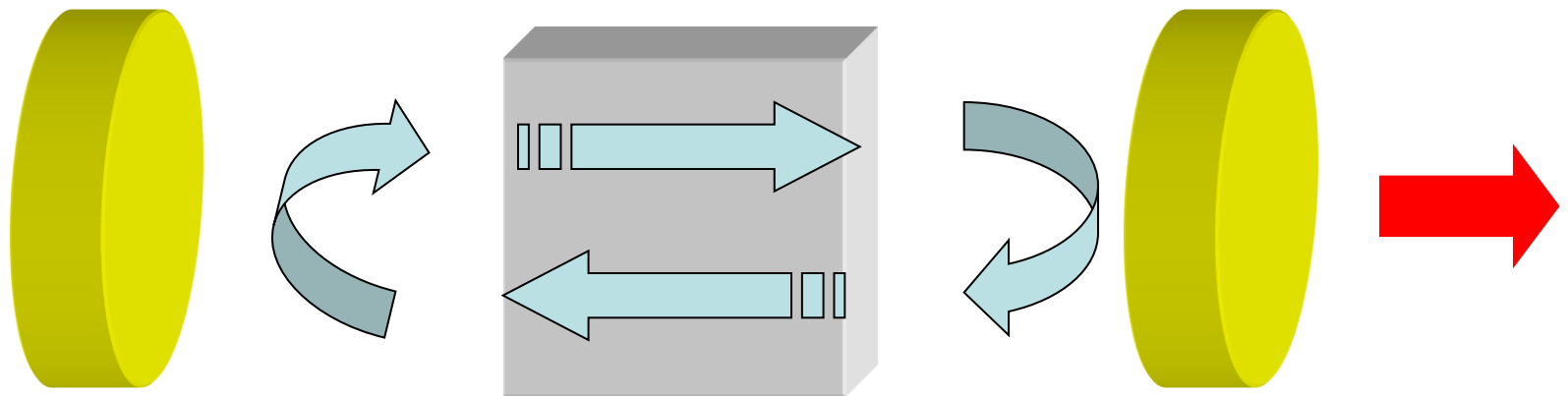
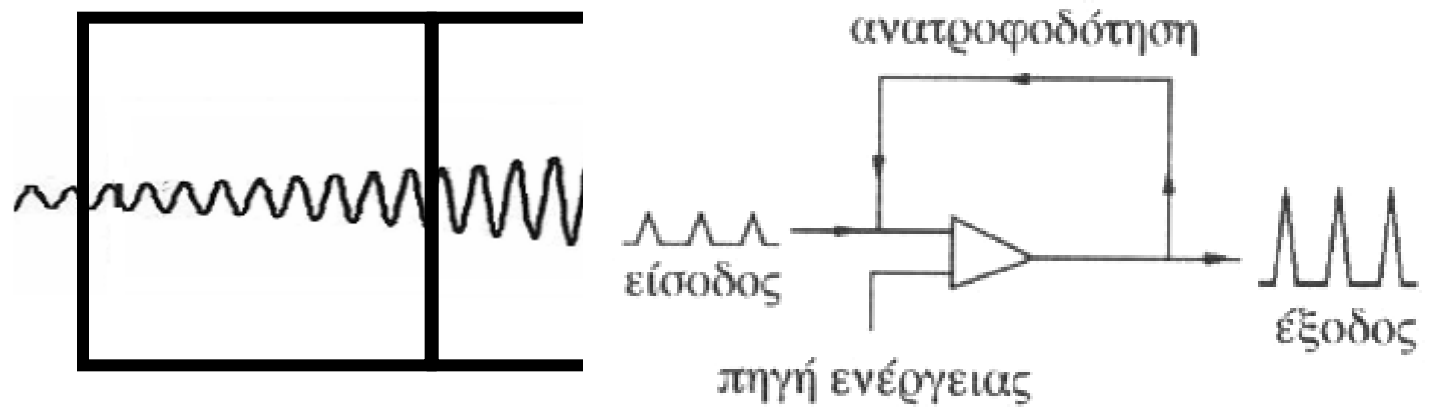
Αναστροφή πληθυσμών

**ΕΞΑΝΑΓΚΑΣΜΕΝΗ**

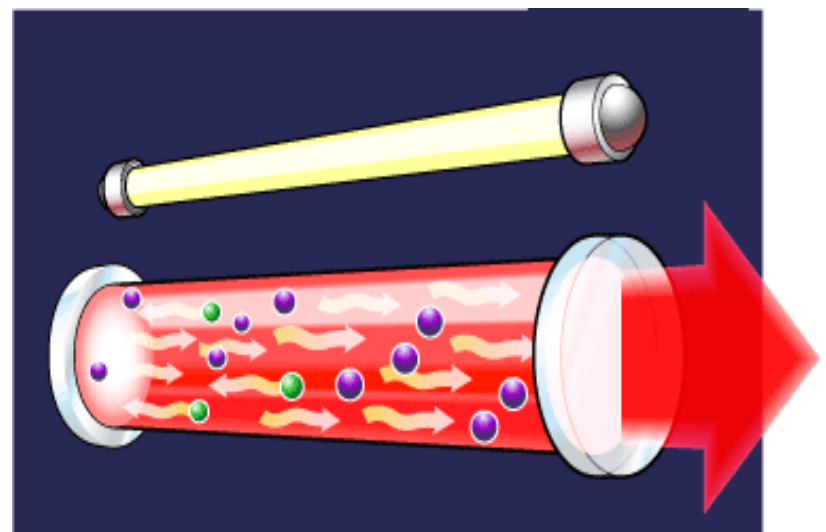
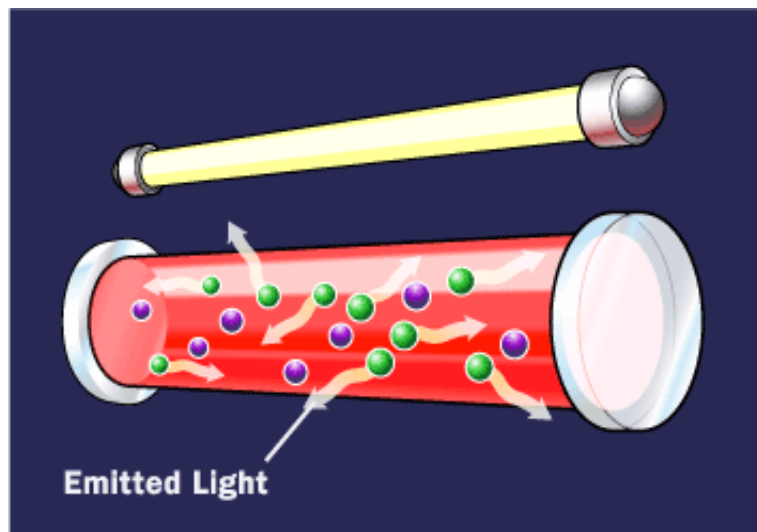
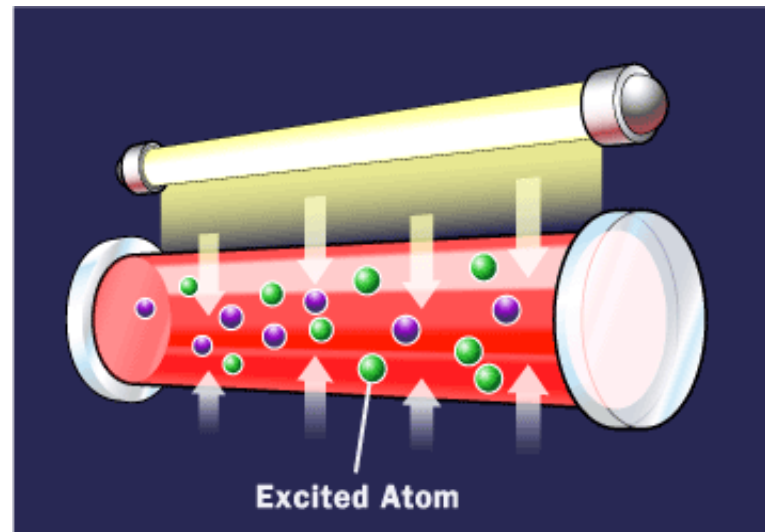
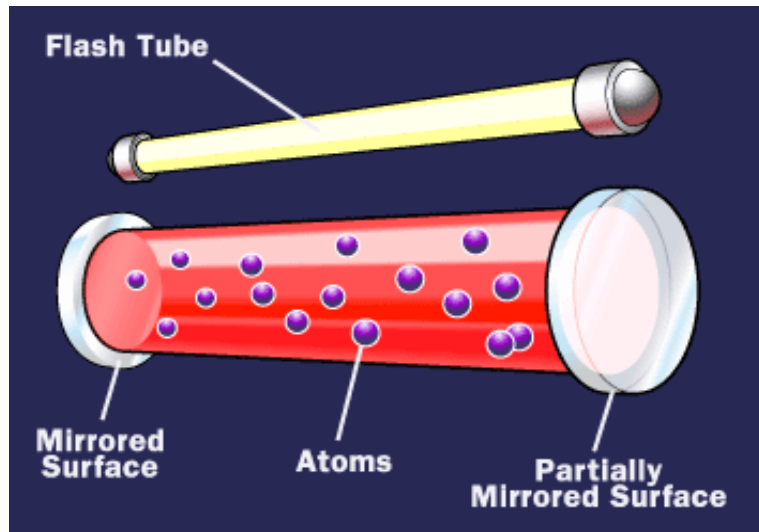
**ΕΚΠΟΜΠΗ**



$$I = I_0 \exp \alpha \cdot \ell$$



# DIATAEH LASER



# ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΕΣΜΩΝ LASER

## ➤ Μονοχρωματικότητα

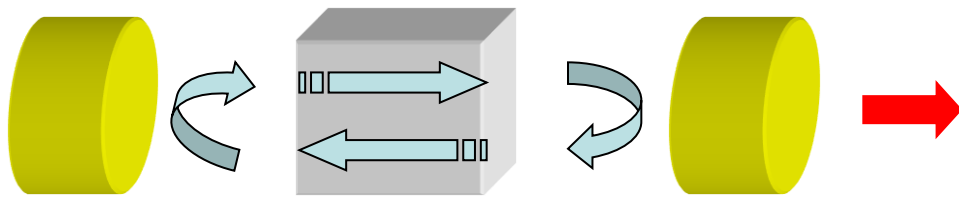
Εκπέμπει συγκεκριμένο μήκος κύματος – Απόρροια της εξαναγκασμένης εκπομπής

## ➤ Συμφωνία

Όλα τα φωτόνια βρίσκονται σε φάση – Απόρροια της εξαναγκασμένης εκπομπής

## ➤ Κατεθυντικότητα

Η δέσμη έχει πολύ μικρή απόκλιση – Απόρροια της χρήσης αντηχείου



# Οπτικό Αντηχείο

- Τα δύο κάτοπτρα παίζουν το ρόλο του οπτικού αντηχείου
- Ενισχύουν τα μήκη κύματος της Η/Μ ακτινοβολίας που σχηματίζουν στάσιμα κύματα (τρόποι ταλάντωσης)

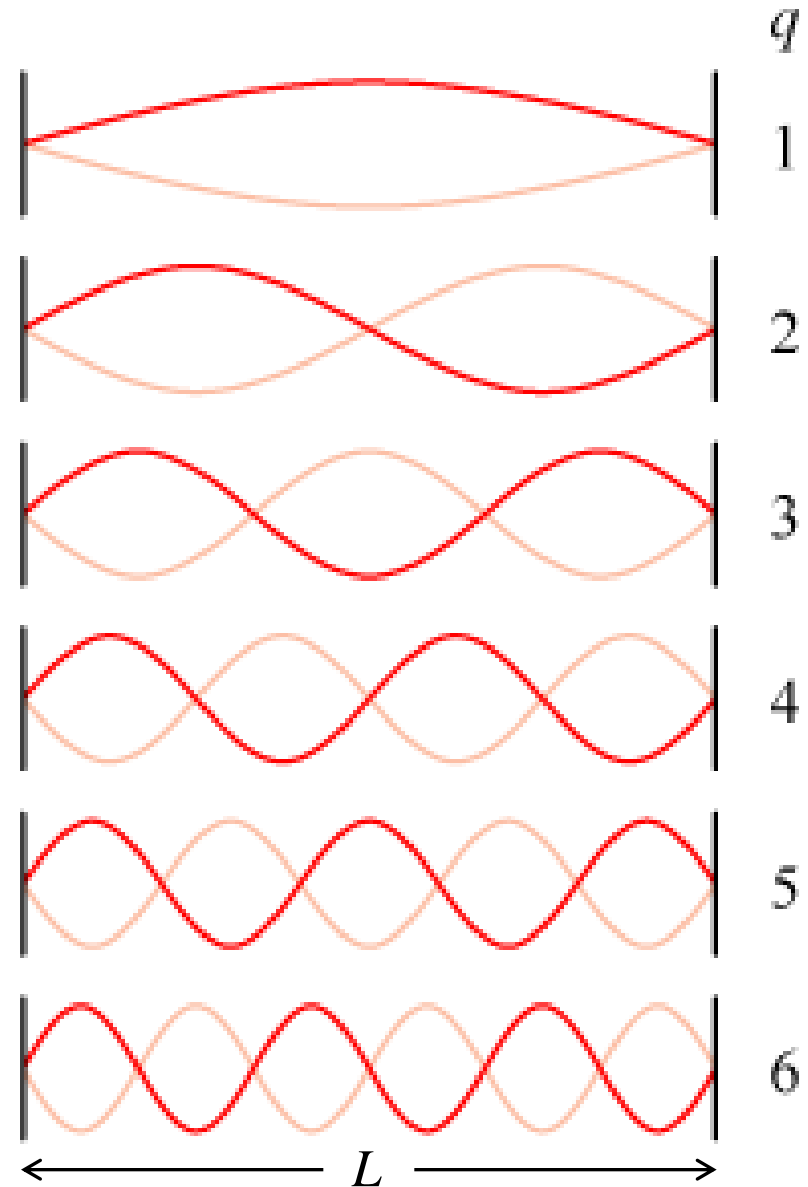
$$L = q \frac{\lambda}{2}$$

$q$  = πολύ μεγάλος ακέραιος αριθμός

$$\lambda = c/\nu$$

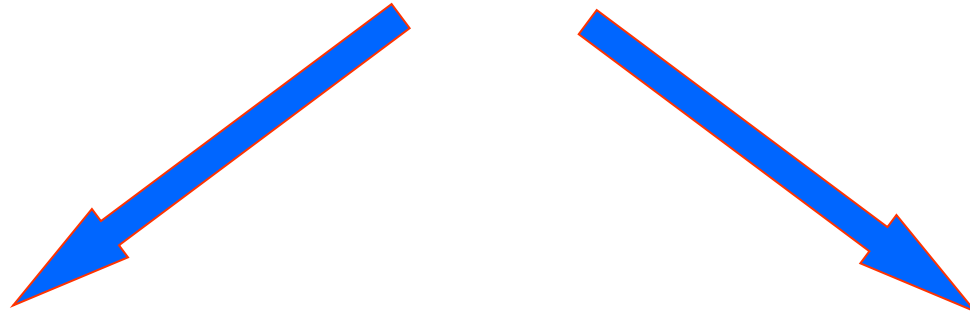
$$\nu = q \frac{c}{2L}$$

$$\Delta \nu = \frac{c}{2L}$$





# LASER



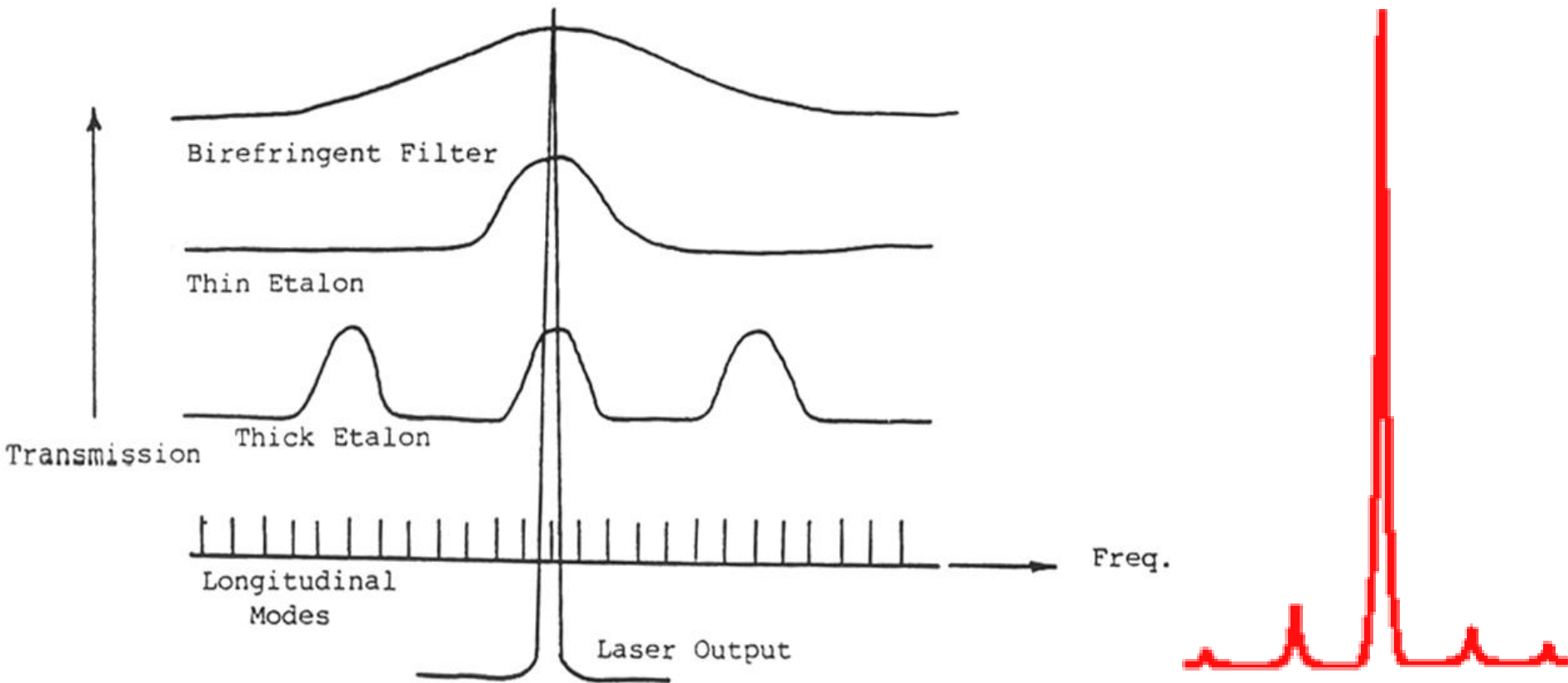
**ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΣΤΕΝΩΣΗ**

**(Πολύ στενό φάσμα)**

**ΧΡΟΝΙΚΗ ΣΤΕΝΩΣΗ**

**(Πολύ στενοί παλμοί)**

# ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΣΤΕΝΩΣΗ



**Μονοχρωματικότητα laser  $10^6$  φορές μικρότερη από εύρος γραμμής έκπομπής**

# ΧΡΟΝΙΚΗ ΣΤΕΝΩΣΗ

$$E_1 = E_0 \cos \omega t$$

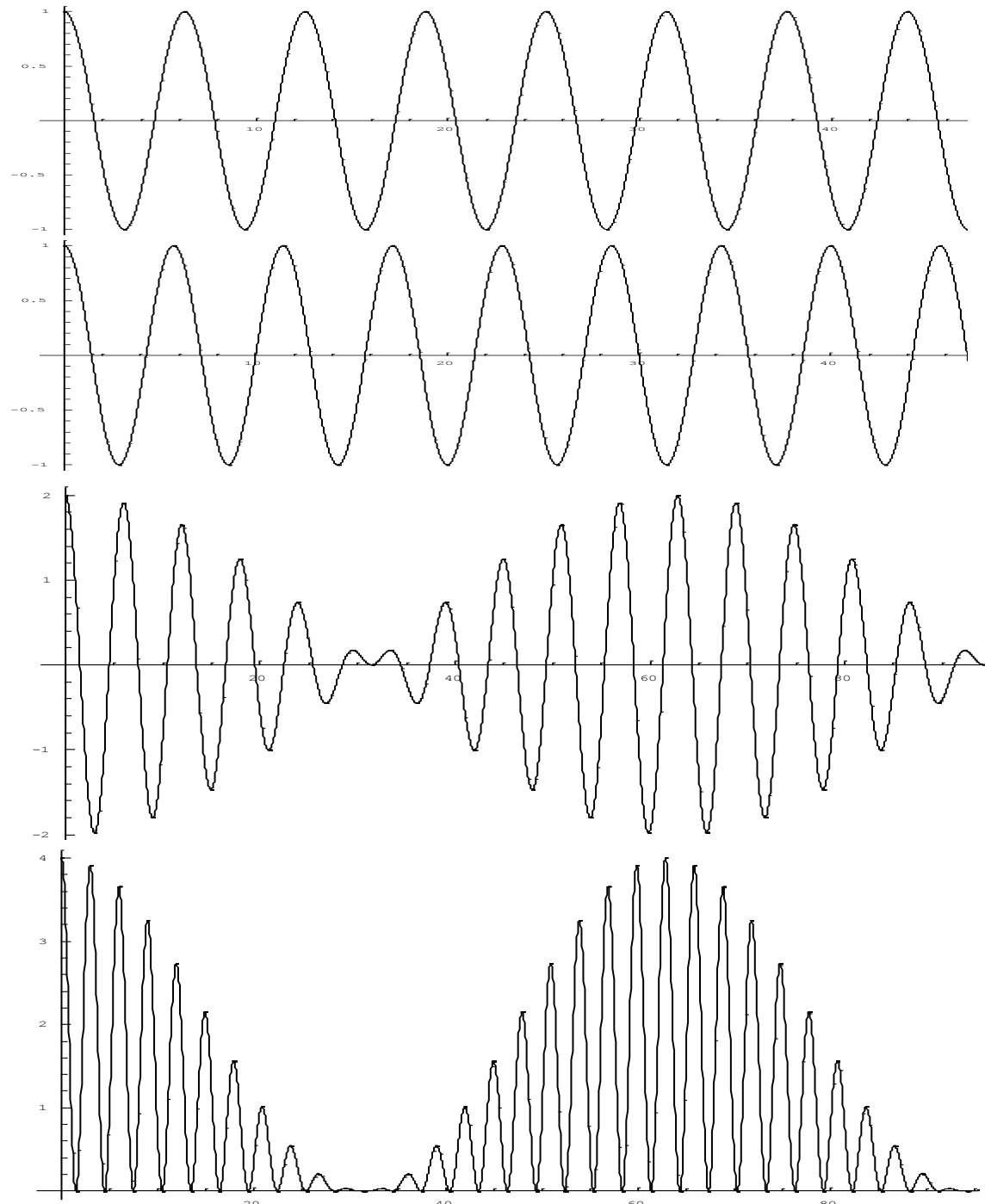
$$E_2 = E_0 \cos(\omega + \Delta\omega)t$$

$$\Delta\omega = 2\pi\Delta\nu = 2\pi \frac{c}{2L}$$

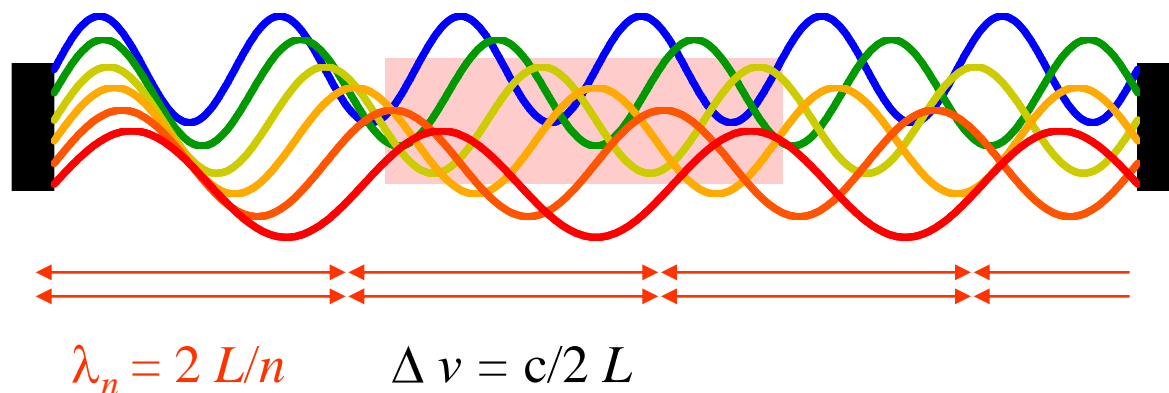
## Διακροτήματα

$$E = E_1 + E_2$$

$$I \propto E^2$$

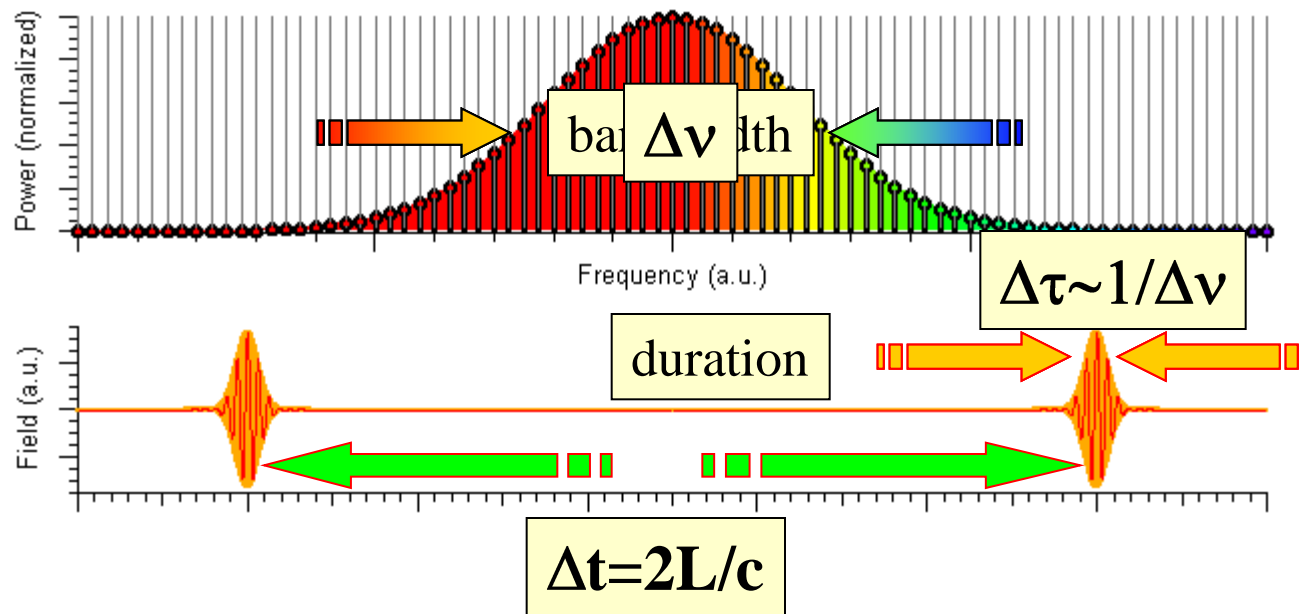


Στα **Laser** οι ρυθμοί ταλάντωσης είναι κύματα που οι συχνότητές τους ισαπέχουν μεταξύ τους με πολύ μικρή διαφορά συχνότητας  $\Delta \nu = c/2 L$ .



Επομένως ισχύουν όσα είπαμε για τα διακροτήματα.  
Όσο περισσότεροι ρυθμοί κλειδώνονται τόσο πιο στενοί είναι οι παλμοί.

Όμως οι παλμοί δεν μπορούν να γίνουν απείρως στενοί....



Αρχή απροσδιοριστίας του Heisenberg  $\Delta\nu\Delta\tau=1$