

Скорость света

1. Фазовая и групповая скорости света
2. Эффект Доплера в оптике
3. Астрономические методы определения скорости света.
4. Лабораторные методы определения скорости света.
5. Эффект Вавилова-Черенкова.
6. Элементы нелинейной оптики.

$$y = A \sin \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) \quad (1)$$

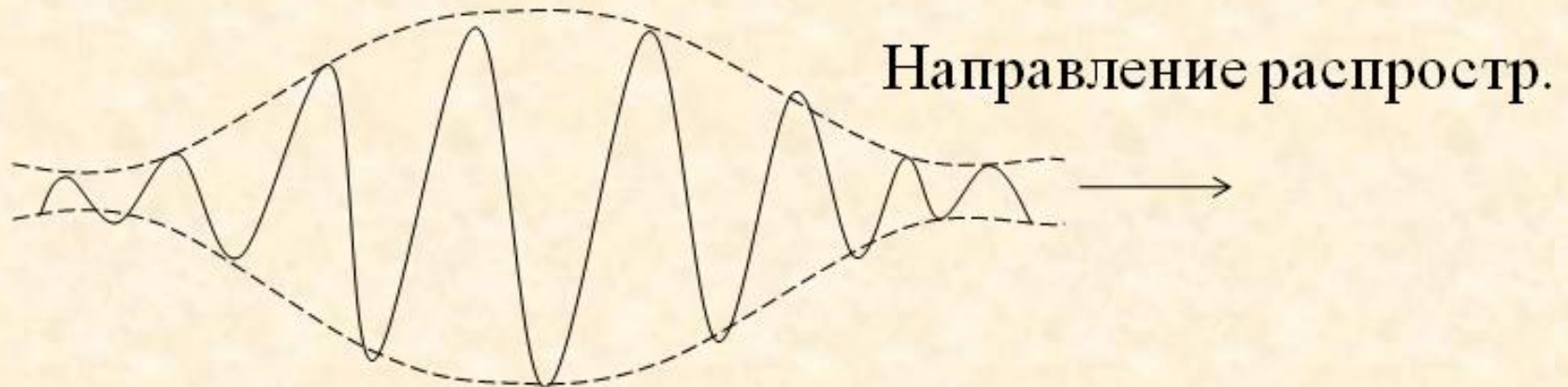
$$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow y = A \sin \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{v} \right) \quad (2)$$

$$\varphi = \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{v} \right) \quad (3)$$

$$\frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{v} \right) = \text{const}$$

$$dt - \frac{1}{v} dx = 0 \rightarrow \frac{dx}{dt} = v;$$

$$v = \frac{c}{n}$$



$$u = v - \lambda \frac{dv}{d\lambda} \quad (4) \text{ — формула Рэлея}$$

$$\frac{dv}{d\lambda} = 0 \rightarrow u = v$$

При нормальной дисперсии:

$$\frac{dv}{d\lambda} > 0 \rightarrow u < v$$

при аномальной дисперсии:

$$\frac{dv}{d\lambda} < 0 \rightarrow u > v$$

2) Эффект Доплера в оптике

$$\nu = \frac{\nu_0}{1 + \frac{v}{c}} \quad \lambda > \lambda_0 \text{ тогда } \nu < \nu_0$$

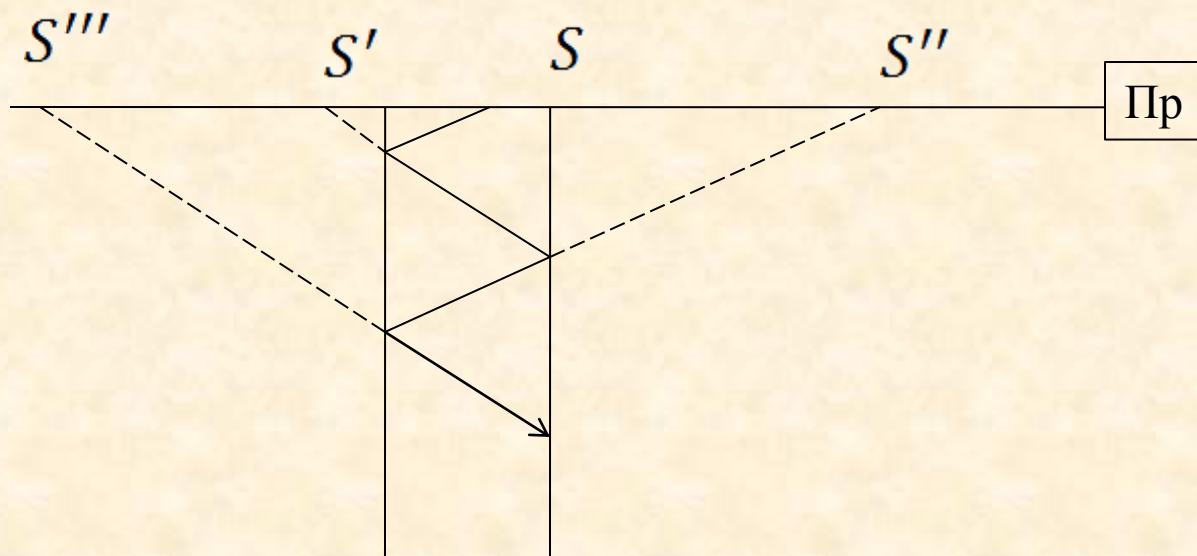
$$\nu = \frac{\nu_0}{1 - \frac{v}{c}} \quad \lambda < \lambda_0 \text{ тогда } \nu > \nu_0$$

$$\nu = \nu_0 \sqrt{\frac{1 \pm \frac{v}{c}}{1 \mp \frac{v}{c}}} \quad (5)$$

$$\nu = \nu_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

поперечный $\frac{\Delta\nu}{\nu} \sim \left(\frac{v}{c}\right)^2$

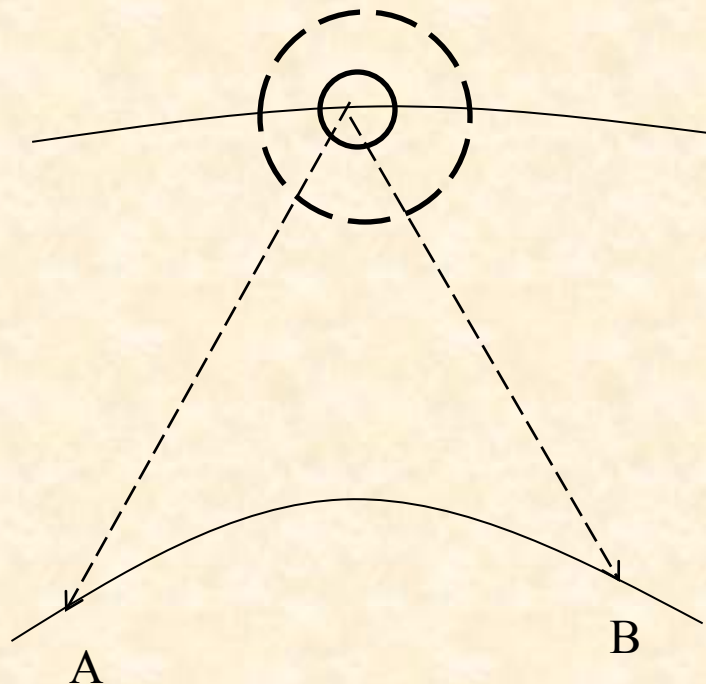
продольный $\frac{\Delta\nu}{\nu} \sim \frac{v}{c}$



3. 1) астрономические
2) лабораторные

Астрономические методы

I. Метод спутников Юпитера

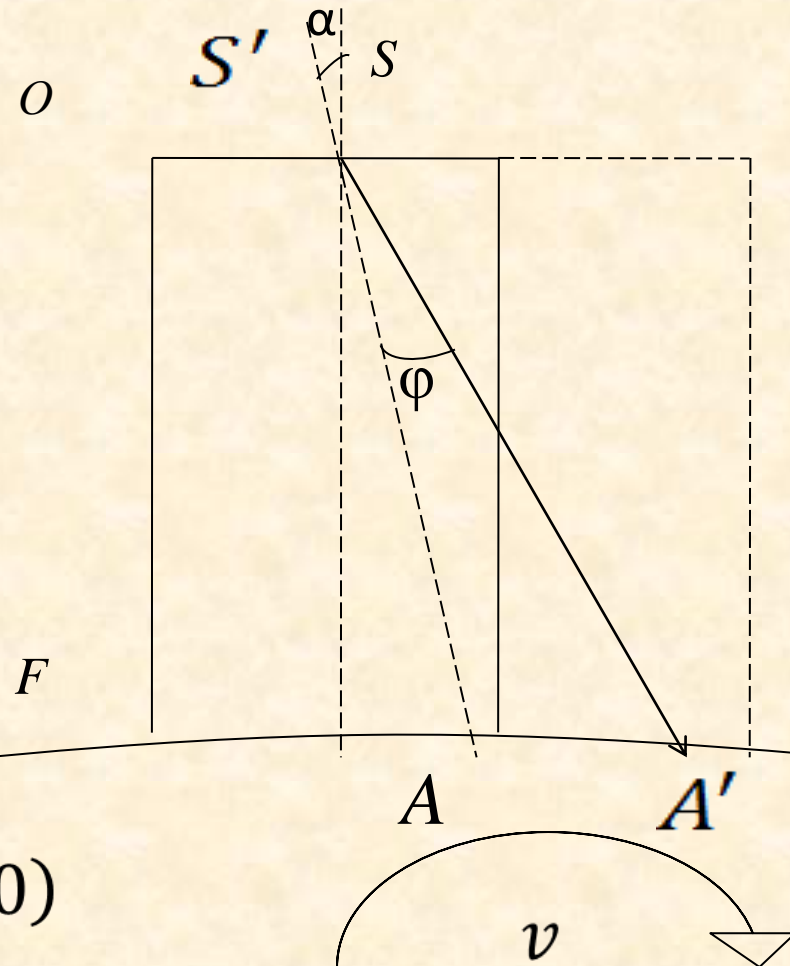


$$A: T_A = T_0 + \Delta t \quad (6); \quad \Delta t = \frac{vT_0}{c} \rightarrow T_A = T_0 + \frac{vT_0}{c} \quad (7)$$

$$B: T_B = T_0 - \frac{vT_0}{c} \quad (8); \quad c = \frac{T_A + T_B}{T_A - T_B} v \quad (9) \quad (\text{сам})$$

$$c = 215000 \text{ км/с}$$

II) Метод звездных aberrаций.

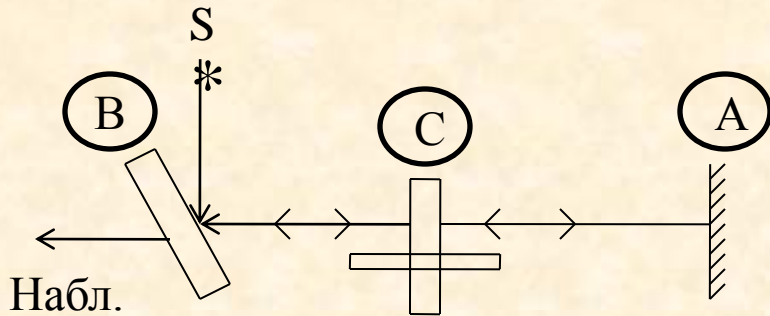


$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{AA'}{OF} = \frac{vt}{ct} = \frac{v}{c} \quad (10)$$

$$c \sim 308000 \frac{\text{KM}}{\text{c}}$$

4. Лабораторный метод

I) Метод зубчатого колеса



$$t = \frac{2l}{c}$$

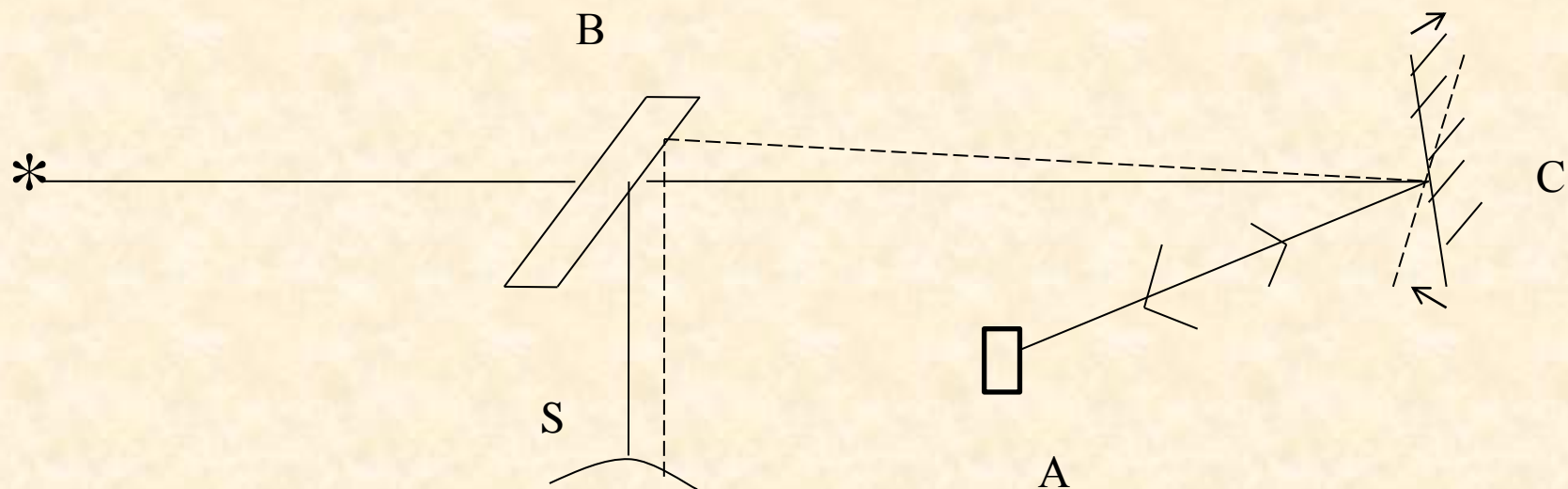
$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{2n} = \frac{\pi}{n}$$

$$\Delta\varphi = \omega t = 2\pi\nu \frac{2l}{c}$$

$$\frac{\pi}{n} = 2\pi\nu \frac{2l}{c} \rightarrow c = 4ln\nu \quad (13)$$

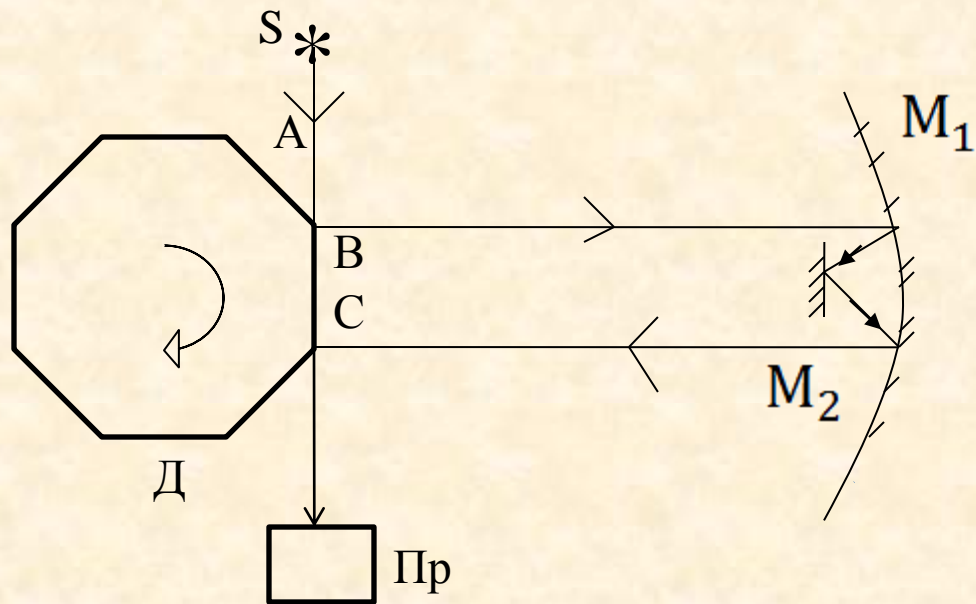
$$c \sim 315000 \text{ км/с}$$

II) Метод вращающегося зеркала



$$\alpha = 2\pi\nu\Delta t; \Delta t = \frac{\alpha}{2\pi\nu}; c = \frac{2l}{\Delta t}; c \sim 298000 \frac{\text{KM}}{\text{c}}$$

III) Метод вращающейся призмы



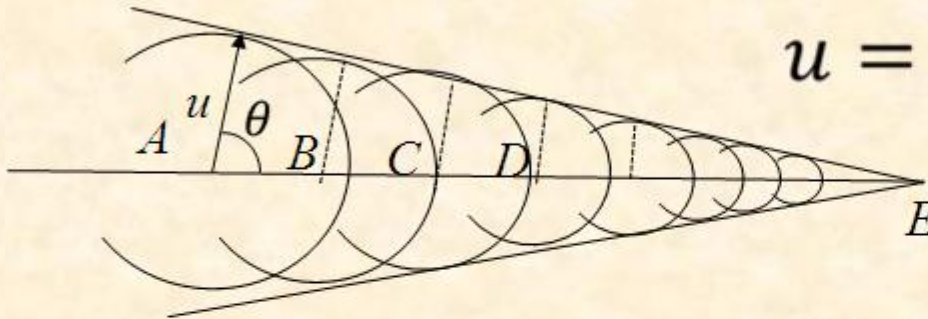
$$c \sim 299796,5 \frac{\text{KM}}{\text{c}};$$

$$c \sim 299792,5 \frac{\text{KM}}{\text{c}}$$

5. Излучение Вавилова-Черенкова

$$c > v > \frac{c}{n} \quad (1)$$

$$u = \frac{c}{n}$$



$$v > u = \frac{c}{n}$$

$$\cos \theta = \frac{c}{nv} \quad (2)$$

$$6. m \frac{d^2 x}{dt^2} + m \omega_0^2 x + e E_0 \cos \omega t = 0 \quad (3)$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \omega_0^2 x + \frac{e}{m} E_0 \cos \omega t = 0 \quad (4)$$

$$P = \chi \varepsilon_0 E \quad (5)$$

$$\varepsilon = 1 + \chi \quad \varepsilon = n^2 \quad (6)$$

$$P = \chi \varepsilon_0 E + \chi' \varepsilon_0 E^2 + \chi'' \varepsilon_0 E^3 + \dots \quad (7)$$

$$F = -k_1 x - k_3 x^3 \dots \quad (8)$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \omega_0^2 x + \frac{k_3}{m} x^3 = -\frac{e}{m} E_0 \cos \omega t \quad (9)$$

Умножим (9) на Ne , где N -число атомов в единице объема и учитывая, что

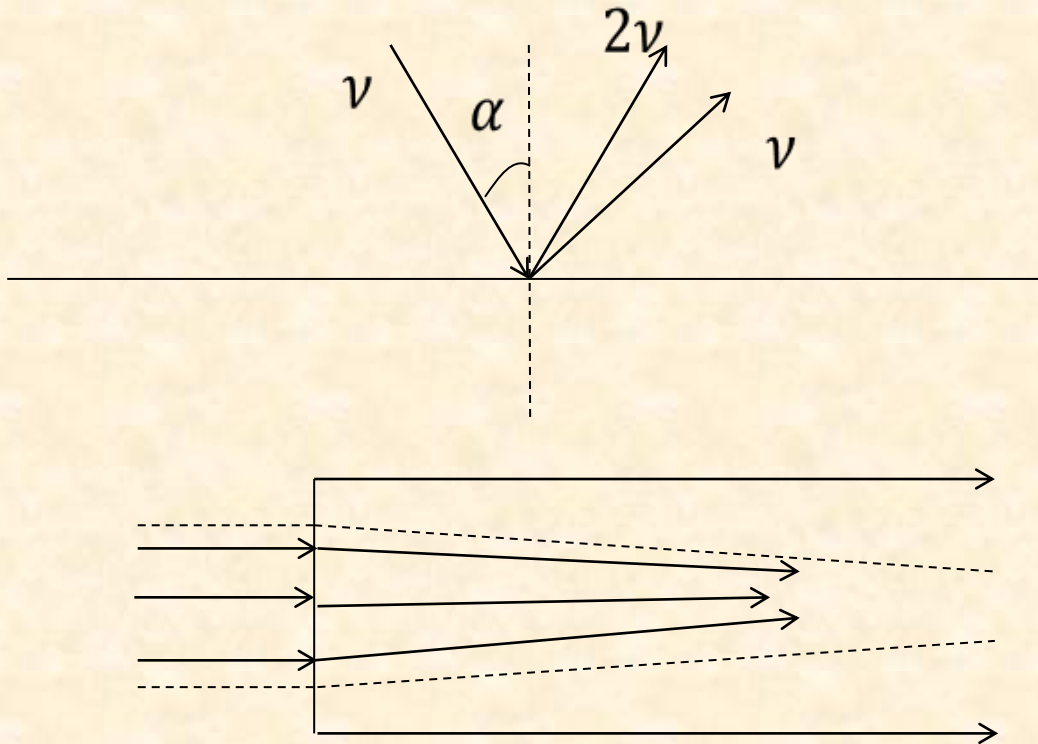
$$P = Nex \quad (10)$$

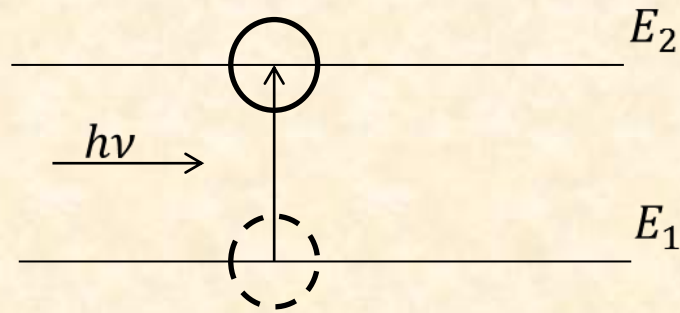
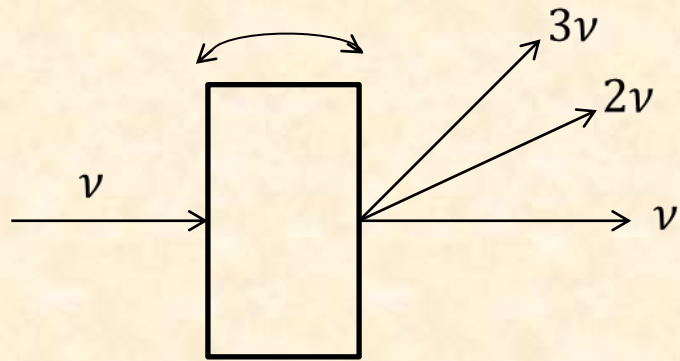
$$\ddot{P} + \omega_0^2 P + \frac{k_3}{mN^2 e^2} P^3 = -\frac{Ne^2}{m} E \quad (11)$$

Его решения:

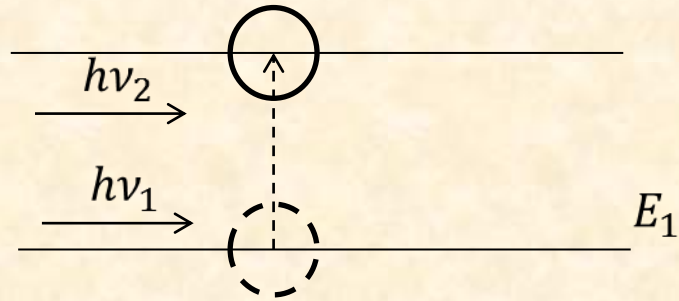
$$P = \chi E + \chi' E^2 \quad (12)$$

$$n = n_0 + n_2 E_0^2 \quad (13)$$





$$h\nu = E_2 - E_1$$



$$h\nu_1 + h\nu_2 = E_2 - E_1$$