

1 Геом оптика

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} \quad n = \sqrt{\varepsilon}$$

В оптически более плотной среде (n больше), угол меньше.

$$\frac{1}{F} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\frac{1}{b} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \quad \Gamma_{\parallel} = \Gamma_{\perp}$$

Здесь у линзы n_2 у среды n_1 . В случае различных n слева и справа: $f'/f = n'/n$

$$R_E = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_2 + n_1}\right)^2$$

Предельные угол: $\alpha = \arcsin \frac{n_2}{n_1}$

1.1 Радиус кривизны

$$R = \frac{1}{k} \quad k = \frac{|x'y'' - x''y'|}{\sqrt{x'^2 + y'^2}^3} \quad k = \frac{|f''|}{\sqrt{(1 + f'^2)^3}}$$

$$k = \sqrt{\frac{(y'z'' - y''z')^2 + (x'z'' - x''z')^2 + (x'y'' - x''y')^2}{(x'^2 + y'^2 + z'^2)^3}}$$

2 Уравнение волны

$$\xi = a \cos \omega(t - x/v) \quad v = \lambda \nu \quad k = 2\pi/\lambda$$

$$\frac{\partial \xi}{\partial x} = \pm \frac{1}{v} \frac{\partial \xi}{\partial t} \quad \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{\mu}}$$

μ - молярная масса, $R = 8.31$, постоянная Больцмана $k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К

Стоячая волна: $\xi = \xi_1 + \xi_2 = A \cos(kx) \cdot \cos(\omega t)$, $A = 2a$, где ξ_1 и ξ_2 направлены в разные стороны Для звука:

$$R_E = \left(\frac{\rho_1 c_1 - \rho c}{\rho_1 c_1 + \rho c}\right)^2$$

3 Эффект доплера

$$\nu' = \nu \frac{v - u'_x}{v - u_x}$$

u'_x и u_x - проекции скоростей приёмника и источника на ось совпадающую с направлением распространения импульсов

4 Интерференция

$$x_m = \frac{m\lambda l}{d} \quad \Delta x = \frac{\lambda l}{d}$$

где d - расстояние между источниками, l - расстояние от ист. до экрана

$$I = I_0 \cos^2 \nu x \quad \nu = \frac{\pi d}{l\lambda}$$

Длина когерентности $l \approx \lambda^2/\Delta\lambda$, ширина когерентности $h \approx \lambda/\varphi$, где φ - угловая ширина щели относительно диафрагмы с двумя щелями

5 Дифракция

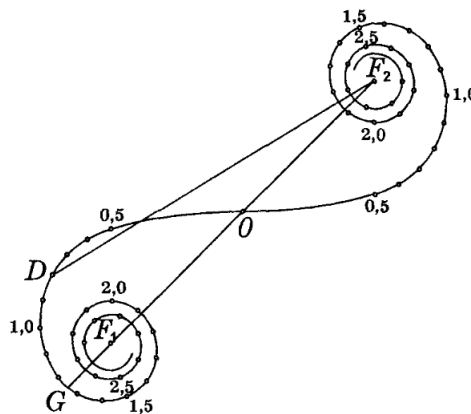
$p = h^2/l\lambda$: $\ll 1$ - Фраунгофер, ~ 1 - Френель, $\gg 1$ - геометр. опт.

5.1 Френеля

$$r_m = \sqrt{m\lambda \frac{ab}{a+b}} \quad r_m = \sqrt{m\lambda b} \quad (a \rightarrow \infty)$$

где a - расстояние от источника до края щели, b - расстояние до радиуса a от приёмник

Спираль Корню: $s = x\sqrt{2/l\lambda}$



5.2 Фраунгофера

$$\theta \approx 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

На щели:

$$b \sim \theta_m = \pm m\lambda$$

где b - ширина щели, θ_m - углы минимумов

$$A = A_0 \frac{\sin(\delta/2)}{\delta/2} \quad I = I_0 \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha^2}$$

$$\alpha = \frac{\delta}{2} = \frac{\pi \Delta}{\lambda} = \frac{\pi b \sin \theta}{\lambda}$$

Если волна под углом θ_0 к нормали:

$$\Delta = b(\sin \theta_m - \sin \theta_0) = \pm m\lambda$$

5.3 Решётка

$$I = I_1 N^2 \quad d \sin \theta_m = \pm m \lambda$$

N - кол-во щелей, b - ширина одной щели, d - расстояние между, θ_m - главные минимумы

При наклоне $d(\sin \theta_m - \sin \theta_0) = \pm m \lambda$

$$I = I_0 \frac{\sin^2(\delta/2)}{(\delta/2)^2} \frac{\sin^2(N\gamma/2)}{\sin^2(\gamma/2)}$$
$$\delta = 2\pi b \sin \frac{\theta}{\lambda} \quad \gamma = 2\pi d \sin \frac{\theta}{\lambda}$$

Угловая дисперсия $\frac{d\theta}{d\lambda} = \frac{m}{d \cos \theta}$

Разрешающая способность $R = \lambda/\delta\lambda = mN$

Область дисперсии $\Delta\lambda = \lambda/m$

6 Поляризация

Закон Малюса: $I = I_0 \cos^2 \varphi$

Угол Брюстера: $\tan \theta = n_2/n_1$

Формулы Френеля, коэффициенты отражения для линейного поляризованного света относительно плоскости падения, θ_1 - угол падения, θ_2 - угол преломления:

$$\rho_{\perp} = \frac{\sin^2(\theta_1 - \theta_2)}{\sin^2(\theta_1 + \theta_2)} \quad \rho_{\parallel} = \frac{\tan^2(\theta_1 - \theta_2)}{\tan^2(\theta_1 + \theta_2)}$$

Фазовая пластинка: $h = \frac{\Delta\varphi\lambda}{2\pi\Delta n}$

7 Дисперсия

$$v_{gr} = v_{ph} - \lambda \frac{dv_{ph}}{d\lambda}$$
$$v_{gr} = \frac{d\omega}{dk}$$

Плазма: $n^2 = 1 - (\frac{\omega_{pl}}{\omega})^2$, газ: $n^2 = 1 + \frac{\omega_{pl}^2}{\omega_0^2 - \omega^2}$

Закон Бугера: $I = I_0 e^{-\kappa x}$

Закон Релея: $I \sim \omega^4$

8 Волновод

$$\nu_{cr} = \frac{c_0}{2} \sqrt{(m/a)^2 + (n/b)^2} \quad TE_{mn}$$
$$v_{gr} = c_0 \sqrt{1 - (\omega_{cr}/\omega)^2} \quad v_{gr} v_{ph} = c_0^2$$
$$\lambda = \frac{\lambda_{волн} \lambda_{cr}}{\sqrt{\lambda_{волн}^2 + \lambda_{cr}^2}}$$

9 Интерферометр Фабри-Перо

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

- расстояние между модами

10 Уширение

Ударное из уравнения неопределённости и длины свободного пробега (d порядка 10^{-10} м):

$$\Delta\nu_{imp} = \frac{1}{2\pi\tau} \quad \tau = \frac{1}{n\sigma\bar{v}} \quad n = \frac{P}{kt} \quad \sigma = \pi d^2$$

Доплера:

$$\frac{\Delta\lambda_{dp}}{\lambda} = \frac{v}{c}$$

11 Тепловое излучение

$$I = \varepsilon\sigma T^4 \quad \sigma = 5.67 \cdot 10^{-8}$$

$$\lambda^* = \frac{b}{T} \quad b = 2.9 \cdot 10^{-3}$$