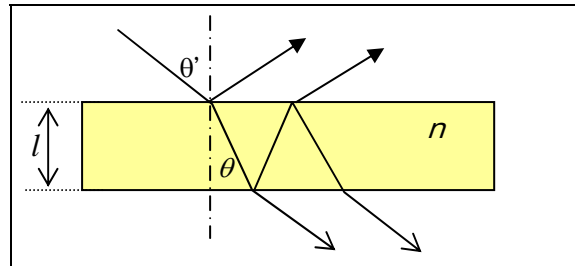


## 5. ファブリ・ペロー エタロン/共振器

2人の発明者の名前をかぶせて「ファブリ・ペロー エタロン」とばれるデバイスがある。これは、ガラスなどを研磨し2枚の平行界面を作り出し、その間の光の多重反射による干渉を用いて、反射光や透過光強度に波長依存性を持たせる光干渉計である。



2枚の鏡を対向させ(気体あるいは真空を挟んで)て作ったものは、ファブリ・ペロー共振器と呼ばれる事が多い。

問1. 図のように、厚みが $l$ で屈折率 $n$ の媒質からなるエタロンに、外から $\theta'$ の入射角で光が入り、振幅反射率 $r$ と振幅透過率 $t$ で上界面を通過、下界面では対応する量が $r'$ と $t'$ であるとする( $R=r^2=r'^2$ 、 $T=tt'$ とせよ)。また、真空中での光の波長が $\lambda$ であるとする。入射光パワーが $I_0$ のとき、多重干渉の結果として、反射されて外部にもどったパワーが $I_r$ 、透過して外部に出たパワーが $I_t$ であった。 $\frac{I_t}{I_0}$ を、 $R$ と

$\delta = \frac{4\pi n l \cos \theta}{\lambda}$  だけを使って表示せよ。また、 $R$ が異なると $\frac{I_t}{I_0}$ がどのように変化する

かを図示せよ。さらに、このエタロンの諸定数を固定し、入射光の波長を掃引したとき、透過光強度はどのように変化するかを調べよ。

問2. エタロン中や表面で光の損失や散乱があったとき、問1における $\frac{I_t}{I_0}$ の最大値はどう

変化するか。ただし、光がエタロンを片道通過するごとに、光の損失や散乱により振幅が $a$ 倍になるとせよ。最終結果は、パワー損失係数 $a^2 = \Gamma$ とパワー反射率 $R$ だけを用いること。

問3. 半導体レーザーでは、へき開した半導体結晶の表面が反射鏡となってファブリ・ペローエタロンを構成している。レーザー光はこの表面と垂直に進むものとする。共振器長が $300\mu\text{m}$ 、レーザー光の真空中での波長が $1.5\mu\text{m}$ 付近であるとする。屈折率をほぼ3とすると、共振器内にある定在波の「腹」の個数 $M$ はどれほどか。(  $M$ を縦モード(軸モードということもある)の次数という。これに対して、導波路で学んだモードは横モードという。)  $M$ が1つ変化すると、共振周波数はどれだけ変わるか。

問4 . 共振器内の光子の寿命について論ぜよ。ただし、2枚の反射面のパワー反射率を  $R$  とし、共振器長を  $L$  とし、片道のパワー損失係数が  $a$  であるとする（問2と同じ）。