3. 光と物質の相互作用

3.1 固体のマクロな側面

3.1.1 境界条件

仮定 ① 媒質Ⅰは真空

② 〃 Ⅰ,Ⅱは等方性的

③ 反射光と透過光は一つしかない

境界面において, ガウスの法則 ⟶ $\mathbb{B}$と$\mathbb{D}$の垂直な成分は連続 (式3.6)

ストークスの法則 ⟶ $\mathbb{E}$と$\mathbb{H}$の接線成分は連続 (式3.7) (図3.

応用例 (図3.1)

接線成分の電場 $\mathbb{e}_n \times \mathbb{E}_i - \mathbb{e}_n \times \mathbb{E}_r = \mathbb{e}_n \times \mathbb{E}_{tr}$ (3.8)

物理学的には面白くない → 省略。

3.1.2 反射と屈折の法則

3つ重要な結果

a) $\omega_i = \omega_r = \omega_{tr}$ (3.9)

b) $\alpha_i = \alpha_r$ と $\mathbb{k}_i, \mathbb{k}_r$ と $\mathbb{e}_n$ は同じ面内にある。 (3.10a), (3.10b)

c) $\frac{\sin\alpha_i}{\sin\alpha_{tr}} = \frac{n_{II}}{n_I}$ と $\mathbb{k}_i, \mathbb{k}_{tr}$ と $\mathbb{e}_n$ は同じ面内にある。 (3.10c)

面白い結果 - ATR (電磁気学4 ホームページ ~ 光ビームスプリッター) (3.11)

↑弱まる全反射

フェルマの原理 (最小時間の原理) → b) と c) を導出 (図3.4)

$\left(\delta \int n\, ds = 0 \right)$ (3.12)

3.1.3 ネーターの定理と保存則

~ Hamiltonian $\hat{H}$ にある種の不変性が存在すれば, それに対応する保存量が成立

応用例 : $H(t) = H(t+dt)$ ⇒ E 保存 → (3.9)

$H(x) = H(x+dx)$ ⇒ P_x 保存 → (3.10)

$H(\mathbb{r}) = H(\mathbb{r} - \mathbb{r} \times d\phi_z)$ ⇒ L_z 保存

3.1.4 境界面での反射と透過とフレネルの公式

~ 屈折率 $\tilde{n} = n - ik$, $|k| \ll |n| \simeq 1$ 弱い吸収, $|k| \gg |n| \simeq 1$ 強い吸収 (3.17)

~ フレネルの公式 (3.18)

~ 境界面に垂直に入射した場合の反射率 < 弱い吸収 / 強い吸収 (3.19)

~ Brewster 角 $R_{\parallel}(\alpha = \alpha_B) = 0$ (3.20)

~ エネルギーの保存則 $T + R = 1$