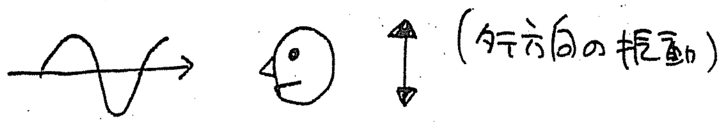
☆ 観測に関する仮定

[1] 偏光板の実験 I.

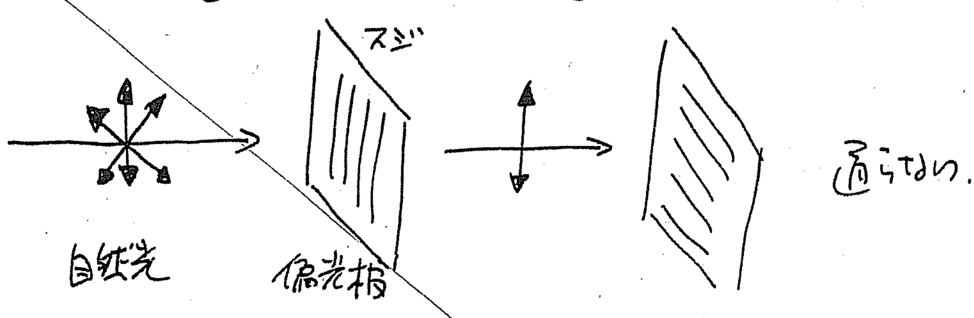
2枚の偏光板で	光は
平行 →	通る
斜め →	少し通る
垂直 →	通らない

▲ 電磁気学での説明.

* 電(磁)場には振動方向がある.(光のかたまり)



* 自然光は 色々なかたまりの混合

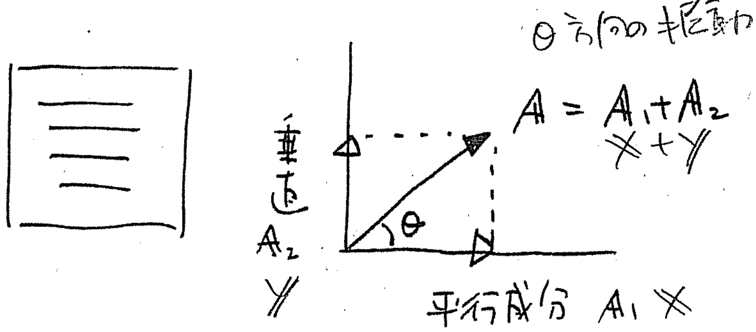


問. 偏光板の軸(スジ)方向に振動する光のみ通すのか?

No.

☹ もしそうなら 斜めに 重ねたら 光は通らない.

☆ 偏光板は軸方向の振動"成分"を通す。



実験事実 I

$$\text{通る光の割合} \propto \cos^2\theta \propto \frac{A_1^2}{A^2} \quad X^2$$

$$\underbrace{\text{通る光の割合}}_{\text{強度の}} \propto (\text{平行成分})^2$$

c.f. 光の強度 $\propto$ (振幅)^2

△ 弱い光での実験

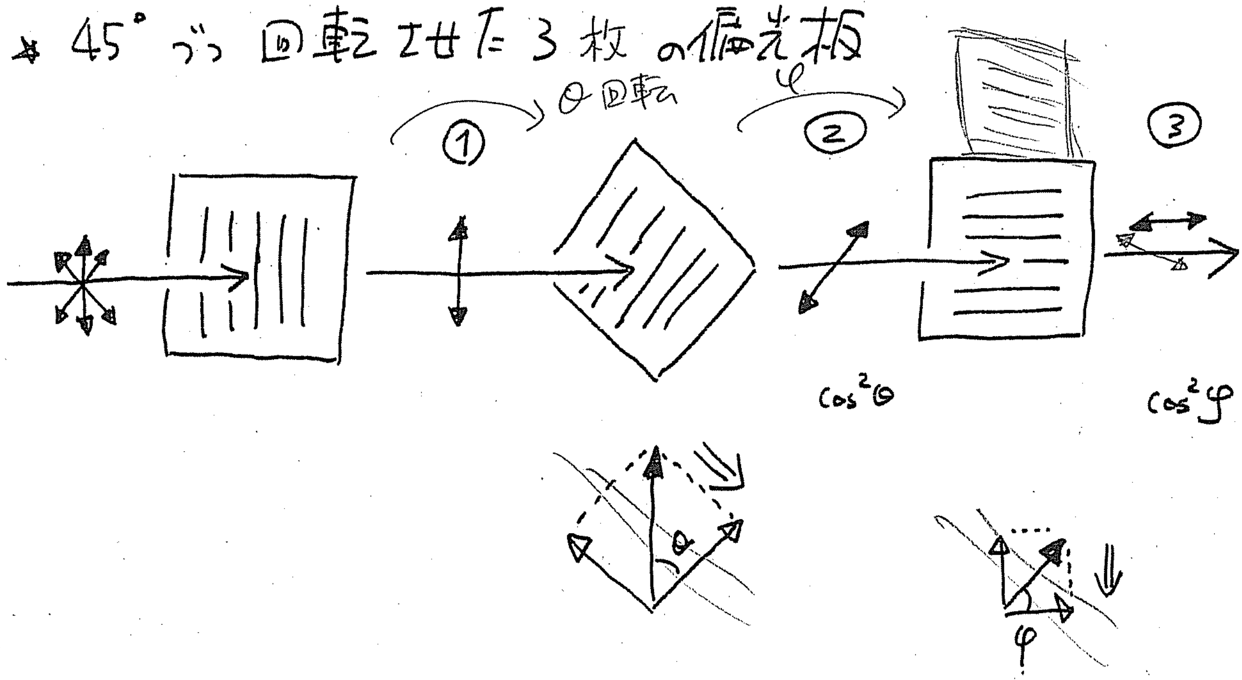
光子は通るか通らないかのどちらか。(半分通るなどという事はない).

実験事実 I′

$$\begin{cases} \text{通る確率} = \cos^2\theta \\ \text{通らない 〃} = \sin^2\theta \end{cases}$$

[2] 偏光板の実験 II

＊ 45°づつ回転させた3枚の偏光板



実験事実 II

③の光 の強度は
① の状態に無関係に
② の $\cos^2\varphi$ 倍

つまり ② は ① の事を忘れている

> ∴ 偏光板を通すと
> 偏光の状態が変化し
> それ以前の情報が無くなる。

③ 量子力学での説明

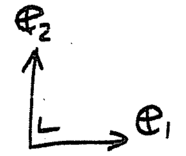
注 ~~複素化する必要あり~~
~~$\cos(\omega t)$~~ $\rightsquigarrow e^{i\omega t}$

時間空間依存性はムシする

▲ 2つの独立な状態がある

$$\begin{cases} \text{平行方向のかたより} : & \psi_1 \propto e_1 \cancel{e^{i\omega t}} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \\ \text{垂直方向} \quad : & \psi_2 \propto e_2 \cancel{e^{i\omega t}} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \end{cases}$$

ベクトル値関数.



単位ベクトル

内積

$$\begin{cases} \psi_1^{\dagger} \cdot \psi_2 = 0 \\ \psi_i^{\dagger} \cdot \psi_i = 1 \quad (\text{規格化になるもの}) \end{cases}$$

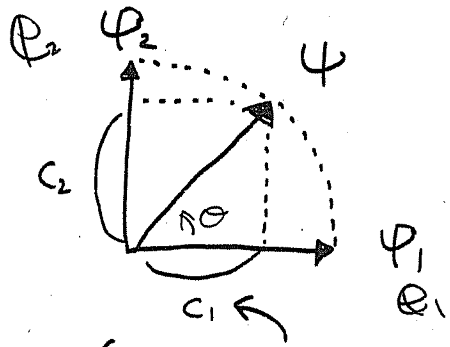
注 $\int_{-\infty}^{\infty} |\psi_i|^2 dx = \infty$

$$\begin{cases} \langle \phi | \psi \rangle \equiv \phi^{*} \cdot \psi \\ \langle \psi | \psi \rangle \equiv \|\psi\|^2 \end{cases}$$

▲ 一般の状態は との重ね合わせ.

* $\psi = c_1 \overset{e_1}{\psi_1} + c_2 \overset{e_2}{\psi_2} = \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \end{bmatrix}, \quad c_i \in \mathbb{C}$

$$1 \equiv \psi^{\dagger} \cdot \psi = |c_1|^2 + |c_2|^2$$



* e_1方向の偏光板を | 通る確率 $= |c_1|^2 = \frac{\|c_1\psi_1\|^2}{\|\psi\|^2}$ （注 $c_i \in \mathbb{R}$ ではないが）
通らない 〃 $= |c_2|^2$

△ 仮定.

1. 偏光板を通す事 $\simeq$ サたまりの観測をする事
2. 観測の結果、状態が変化した.

$$c_1\varphi_1 + c_2\varphi_2 \longrightarrow \varphi_i$$

3. その変化の確率 $= |c_i|^2$.

$$\begin{bmatrix}1 & 0\\ 0 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1\\ 0\end{bmatrix} = 1\begin{bmatrix}1\\ 0\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}1\\ 0\end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}1 & 0\\ 0 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}0\\ 1\end{bmatrix} = 0\begin{bmatrix}0\\ 1\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}0\\ 0\end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}1 & 0\\ 0 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x\\ y\end{bmatrix} = 1\begin{bmatrix}x\\ 0\end{bmatrix} + 0\begin{bmatrix}0\\ y\end{bmatrix}$$