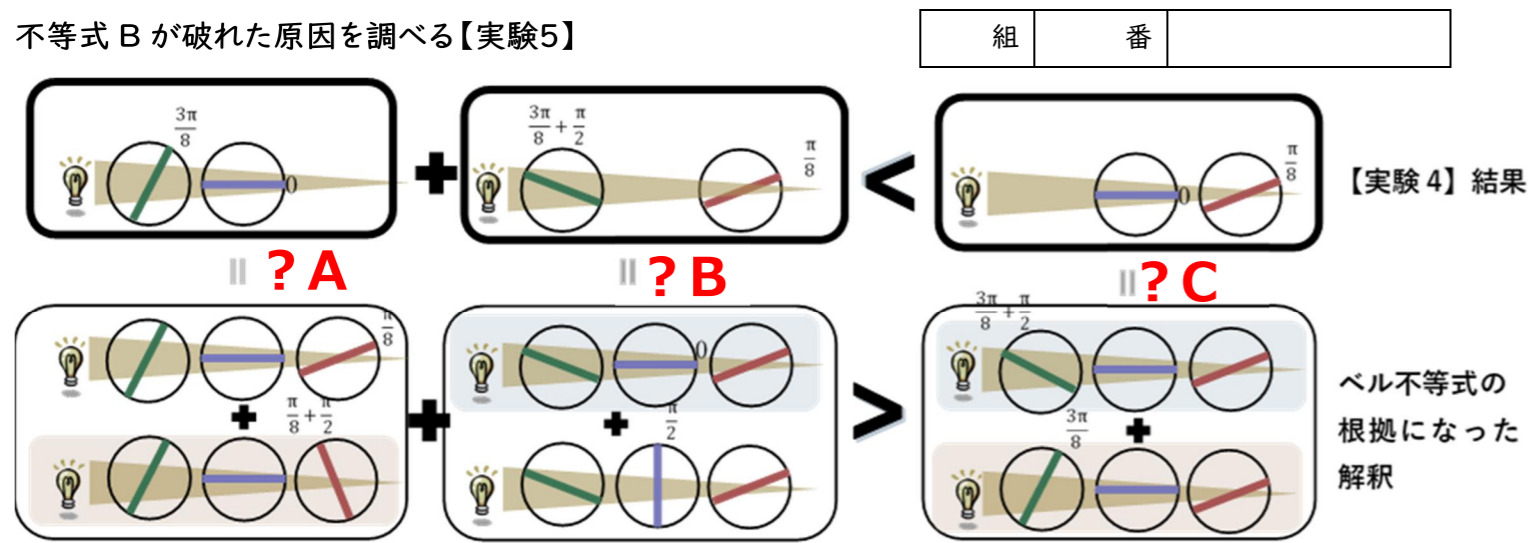


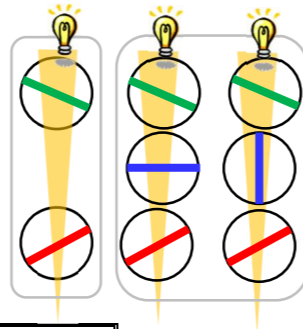
不等式 B が破れた原因を調べる【実験5】



1 段目と2段目は不等号の向きが逆でなの、1 段目と2段目の等号 A,B,C のどれかが成り立っていない。A は【実験3】で成立確認済み。光が逆向きに進んでも同じ結果が得られるだろうから、A が成り立つなら C も成り立つ。成り立たない可能性があるのは B。B は偏光板と偏光板の間の、偏光を直接観察していない光を、それでも 0°の偏光か 90°の偏光のどちらかになっているはずだと考えたものである。もし、これが実験と一致しないなら、直接偏光を観察していない部分の光を、「それでも 0°の偏光か 90°の偏光のどちらかになっている」とは言いえないことになる。

偏光板の間の光を直交分解したら照度の合計は元にもどるのか、それとも元より大きくなるのか

- 方法: 1. 光センサーに上も下も 0°の2枚の偏光板を重ね照度を測る。
 2. 光センサーに下の偏光板①が+22.5°(π/8)、上の偏光板③が+157.5°(7π/8)の偏光になるように重ね照度を測る。
 3. 2枚の偏光板の間に 0°の偏光になるように偏光板②を入れ照度を測る。
 4. 2枚の偏光板の間に 90°の偏光になるように偏光板②を入れ照度を測る。
 5. 上から 90°、0°、90°の偏光になるように偏光板を入れ照度を測る。



| 偏光板の角度設定は裏の写真参考 | 照度 Lux | 吸収補正した照度 Lux | 0点調整した照度 Lux | 規格化した照度 |
|----------------------------|---|--|----------------------|--|
| 上 0 下 0 | <input type="text"/> . <input type="text"/> | 2枚分吸収補正 <input type="text"/> . <input type="text"/> | <input type="text"/> | 1.00 |
| 上 157.5 下 22.5 | <input type="text"/> . <input type="text"/> | 2枚分吸収補正 <input type="text"/> . <input type="text"/> | <input type="text"/> | L 0. <input type="text"/> |
| 上 157.5 中間 0 下 22.5 | <input type="text"/> . <input type="text"/> | 3枚分吸収補正 <input type="text"/> . <input type="text"/> | <input type="text"/> | L ₀ 0. <input type="text"/> |
| 上 157.5 中間 90 下 22.5 | <input type="text"/> . <input type="text"/> | 3枚分吸収補正 <input type="text"/> . <input type="text"/> | <input type="text"/> | L ₉₀ 0. <input type="text"/> |
| 上 90、下 0、最下 90 | <input type="text"/> . <input type="text"/> | 3枚分吸収補正 <input type="text"/> . <input type="text"/> | 00.00 | 0.00 |

157.5と22.5の偏光を中間で90分解した照度の合計

- 処理: 1. 【透過率補正】偏光板が2枚のときと偏光板が3枚のときを比較するため、枚数分だけ【実験1】の平均透過率で割って、偏光板によるよけいな吸光を完全に補正する。
 2. 【0点調整】3枚目の偏光板が直前の偏光板と直交している最後の実験の吸収補正した照度を0とみなすために、透過率で吸収補正した照度から、この最後の実験の吸収補正した照度を引く。
 3. 【規格化】上も下も 0°の2枚の偏光板を重ねたものが 1.00 になるように、【0点調整】したすべての照度を【0点調整】した上 0°下 0°の値で割る。
 4. 規格化後の中間に 0°と+90°の偏光板を入れた照度 L₀と L₉₀を合計する。

結果:異なる角度の偏光板を2枚重ねた照度と、3枚目の偏光板をその間に 90°異なる向きでそれぞれ入れた照度の合計は 。

考察:【実験4】の考察から偏光板2枚の照度 L は照度 1.00 の cos²(157.5 - 22.5)倍、偏光板3枚の照度 L₀と L₉₀は、それぞれ照度 1.00 の cos² 157.5 cos² 22.5倍と cos²(157.7 - 90) cos²(90 - 22.5) = sin²(157.7) sin²(22.5)倍になるので

$$L = \cos^2(157.5 - 22.5) \neq \cos^2 157.5 \cos^2 22.5 + \sin^2(157.7) \sin^2(22.5) = L_0 + L_{90}$$

となり、分解したそれぞれの照度の和が元の照度に ことがわかる。

ところで【実験3】の考察から照度 L の√を取れば振幅が得られる。cos 157.5 cos 22.5 < 0, cos(157.5 - 22.5) < 0なので、

$$A_0 = \sqrt{L_0} = \sqrt{\cos^2 157.5 \cos^2 22.5} = -\cos 157.5 \cos 22.5$$

$$A_{90} = \sqrt{L_{90}} = \sqrt{\sin^2(157.7) \sin^2(22.5)} = \sin 157.5 \sin 22.5$$

$$A_{22.5} = \sqrt{L} = \sqrt{\cos^2(157.5 - 22.5)} = -\cos(157.5 - 22.5)$$

しかし、この振幅 A₀と A₉₀は初めの偏光と終わりの偏光方向が同じ角度なので【実験3】の最終状態が直交した別々の振幅を表したものと意味が違う。むしろ A₀と A₉₀は最後の偏光 22.5°(π/8)方向の振幅 A_{22.5}の一部ずつをなしていると考えれば

$$A_0 + A_{90} = -\cos 157.5 \cos 22.5 + \sin 157.5 \sin 22.5 = -\cos(157.5 + 22.5) \neq -\cos(157.5 - 22.5) = A_{22.5}$$

となり、分解したそれぞれの振幅の和は元の振幅に が、振幅に人為的に符号をつけて和を取れば

$$A_0 + (-A_{90}) = -\cos 157.5 \cos 22.5 - \sin 157.5 \sin 22.5 = -\cos(157.5 - 22.5) = A_{22.5}$$

となり、分解したそれぞれの振幅に適切に符号をつけてとった和は元の振幅に ことがわかる。

この振幅は、2乗すると測定できるエネルギーを表し、振幅自身は直接測定は出来ない。この振幅は本来ついている(符号も本来はこれについている) sin(ωt-kx)という振動も含め、量子力学で確率振幅または波動関数と呼ばれるものに相当し、その2乗は存在確率を表している。

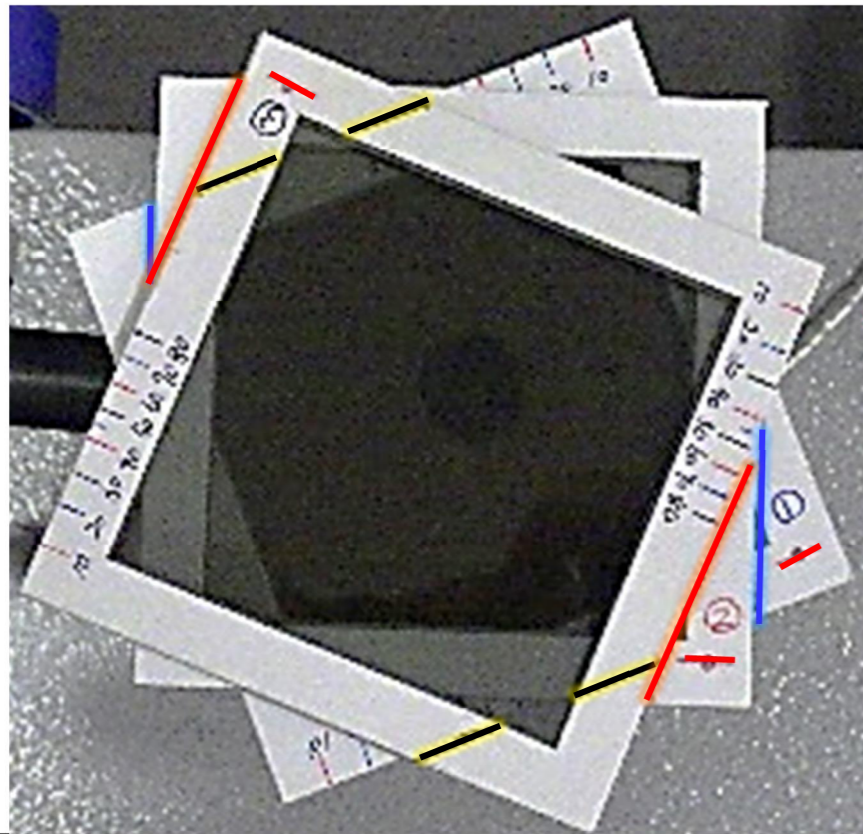
練習問題 上 90°下 0°の偏光板の照度と、その間に互いに直交する 45°と 135°の偏光板をそれぞれ入れた、上 90°中 45°下 0°の照度と上 90°中 135°下 0°の照度を測定して比較する実験を行ったとする。

(1)元の照度 1.00 の光が上 90°下 0°の偏光板の組を通過した照度 L₉₀₋₀、上 90°中 45°下 0°の偏光板の組を通過した照度 L₉₀₋₄₅₋₀、上 90°中 135°下 0°の偏光板の組を通過した照度 L₉₀₋₁₃₅₋₀をそれぞれ計算で求め、分解したそれぞれの照度の和 L₉₀₋₄₅₋₀+L₉₀₋₁₃₅₋₀と元の照度 L₉₀₋₀を比較しなさい。cos は分数の数値にすること。

| | |
|-------------------------|--|
| L ₉₀₋₀ = | |
| L ₉₀₋₄₅₋₀ = | |
| L ₉₀₋₁₃₅₋₀ = | |

(2)それぞれの照度 L₉₀₋₀、L₉₀₋₄₅₋₀、L₉₀₋₁₃₅₋₀から振幅 A₉₀₋₀、A₉₀₋₄₅₋₀、A₉₀₋₁₃₅₋₀を計算で求め、間に偏光板を入れた2つの振幅 A₉₀₋₄₅₋₀、A₉₀₋₁₃₅₋₀を合成して元の振幅 A₉₀₋₀にするために、振幅につける符号を見出し、その意味を考察しなさい。

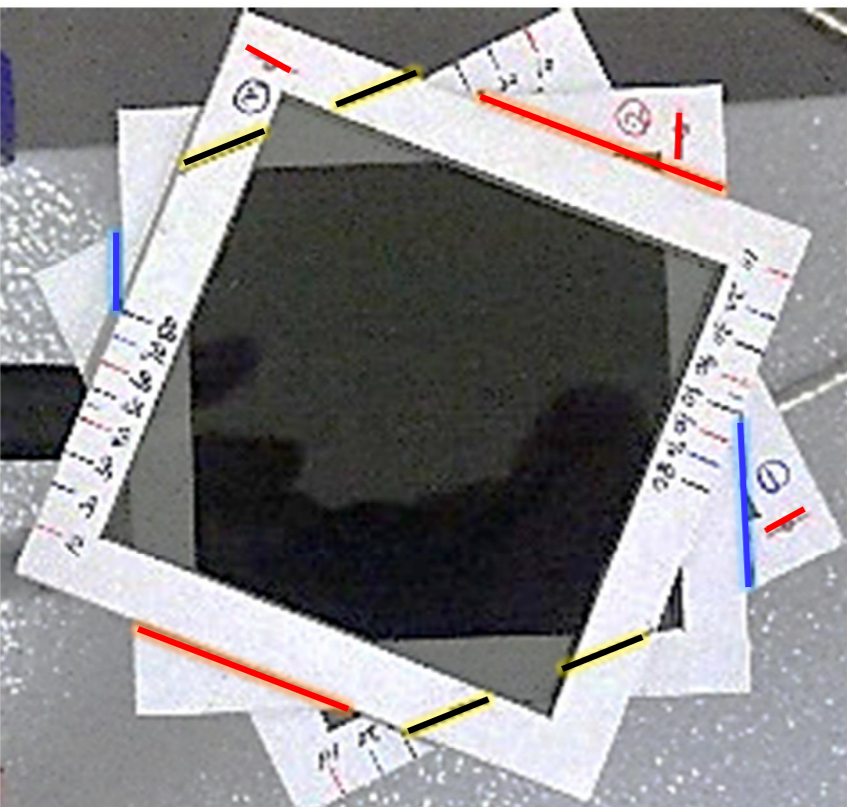
| | | |
|---------------------|------------------------|-------------------------|
| A ₉₀₋₀ = | A ₉₀₋₄₅₋₀ = | A ₉₀₋₁₃₅₋₀ = |
|---------------------|------------------------|-------------------------|



上 157.5

中間 0

下 22.5



上 157.5

中間 90

下 22.5