



5. 中性子が干渉計を通過して図 1 の  $C_2, C_3$  に到達したときの波動関数をそれぞれ  $\psi_{C_2}, \psi_{C_3}$  とする. 例えば  $\psi_{C_2}$  は経路  $C \rightarrow D$  から来た中性子が Bragg 反射したものと経路  $B \rightarrow D$  から来た中性子が透過したものの重ね合わせになっている.

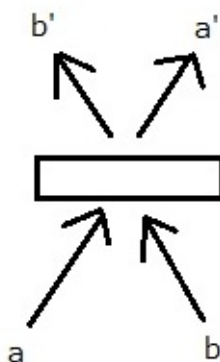


Figure 2:

それぞれのスリットを通過するときの波動関数の変化は

$$\begin{pmatrix} a' \\ b' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t & r \\ s & u \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \quad (6)$$

で与えられる. ただし,  $a, b, a', b'$  はそれぞれ図 2 での値を表している. これはユニタリー変換になっているので,  $|tu - rs| = 1, |t| = |u|, |s| = |r|, |tu| + |rs| = 1$  等の関係式が成り立つ (確認せよ). またこの関係式より  $tu = e^{i\theta}|tu|$  と表したとき  $rs = -e^{i\theta}|rs|$ , つまり  $\frac{rs}{tu} = -|\frac{rs}{tu}|$  となることを示せ.

このとき  $\psi_{C_2}, \psi_{C_3}$  が

$$\psi_{C_2} = \psi(0)s(rse^{-i\phi_{ACD}} + tue^{-i\phi_{ABD}}) \quad (7)$$

$$\psi_{C_3} = \psi(0)trs(e^{-i\phi_{ACD}} + e^{-i\phi_{ABD}}) \quad (8)$$

で与えられることを求めよ. また, その振幅が

$$|\psi_{C_2}|^2 = \gamma - \alpha \cos \Delta\Phi \quad (9)$$

$$|\psi_{C_3}|^2 = \alpha(1 + \cos \Delta\Phi) \quad (10)$$

で与えられることを示せ. ただしここで  $\alpha = 2|trs|^2, \gamma = |s|^2(|rs|^2 + |tu|^2)$  と置いた.

$C_2$  で検出された中性子の数から  $C_3$  で検出された中性子の数を引いた値 ( $|\psi_{C_2}|^2 - |\psi_{C_3}|^2$  に比例する量) をプロットした図 3 が重力による量子干渉を表していることを確認せよ.

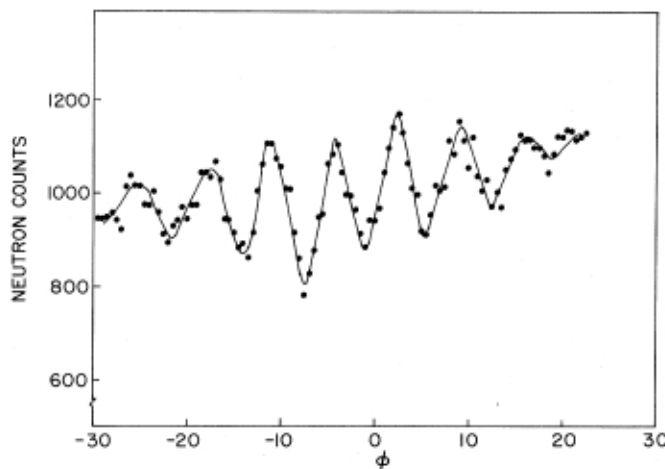


Figure 3:  $\phi$  を変化させたときの干渉効果. 脚注にある論文より引用した.