

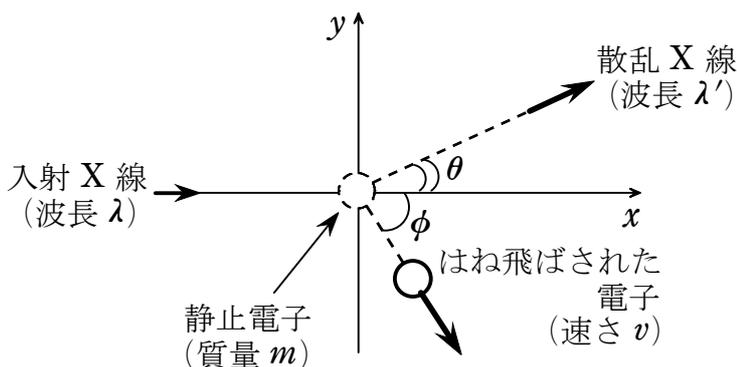
'01 山口大学

次の文章の空欄 に適切な式，あるいは語句を記入せよ。ただし，プランク定数を h ，光の速さを c とする。

物質に X 線をあてると，散乱されて出てくる X 線の中には入射 X 線の波長と比べて長い波長の成分をもつものが観測される。この現象を という。これは X 線を

としてではなく，粒子(光子)と考え，この粒子と電子の弾性衝突によるものとして説明できる。

図のように x - y 平面の原点に静止している質量 m の電子に波長 λ の X 線があたった。入射 X 線の方法を x 軸，これに垂直な方向を y 軸とすると，入射 X 線は x 軸方向に対して θ の角度で散乱された。このとき，散乱 X 線の波長は λ' であった。同時に電子は一定の速さ v で， x 軸に対して角度 ϕ の方向にはね飛ばされた。波長 λ の X 線のエネルギーは $\frac{hc}{\lambda}$ ，運動量は $\frac{h}{\lambda}$ で与えられる。以下では散乱の前後においてはエネルギー，および運動量保存則が成り立つとして考える。エネルギー保存則は $\frac{hc}{\lambda} = \text{ウ}$ と書ける。



また， x 軸，および y 軸方向の運動量保存則はそれぞれ $\frac{h}{\lambda} = \text{エ} + mv \cos \phi$ ， $0 = \text{オ} - mv \sin \phi$ となる。

これら 3 つの保存則より波長のずれ $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$ を求める。最初に，運動量保存則から角度 ϕ を消去して $(mv)^2$ を求めると以下のようなになる。

$$(mv)^2 = h^2 \left(\frac{1}{\lambda^2} + \frac{1}{\lambda'^2} - \text{カ} \cos \theta \right)$$

次に，この式をエネルギー保存則に代入し， v^2 を消去すると，

$$\Delta\lambda = \frac{h}{2mc} (\text{キ} - 2 \cos \theta)$$

となる。波長のずれが小さい場合，上で導いた $\Delta\lambda$ の式の右辺で $\lambda' \doteq \lambda$ としてよい。この近似を使うと， $\Delta\lambda = \frac{h}{mc} (1 - \cos \theta)$ が得られる。したがって，この式から散乱角 θ が X 線ほどその波長は長くなるのがわかる。