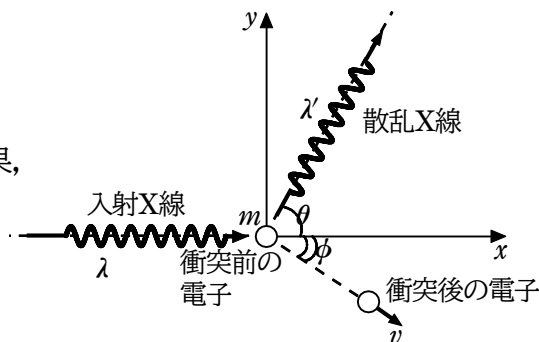


[2011年秋田大]

n 次の文章中の(ア)については①~③のうち正しいものを1つ選び、イ~キに適切な数式または数値を入れよ。

X線を物質に当てると、散乱されたX線の中に入射したX線と波長が同じX線のほか、それよりも長い波長のX線が観測される。この現象を(ア) ①ブラッグ反射、②光電効果、③コンプトン効果)といい、X線が波動の性質だけでなく、



粒子の性質をもつと考えることで説明できる。アインシュタインによると振動数  $\nu$  の光はプランク定数  $h$  を用いて、エネルギー  $E = \text{イ}$ ，光速を  $c$  として光の進む方向に運動量  $p = \frac{E}{c}$  をもつ粒子(光子)の集まりとみな

せる。このため、波長  $\lambda$  の X 線の光子は、エネルギー  $E = \frac{hc}{\lambda}$  と運動量  $p = \frac{h}{\lambda}$  をもつと考えられる。

この光子が物質中で静止している質量  $m$  の電子と衝突し、図のように同一平面上で光子が角  $\theta$  の方向に散乱され、電子は角  $\phi$  の方向に散乱されるとする。衝突が弾性的なら、衝突の前後で両者のエネルギーの和と運動量の和は保存される。衝突後の電子の速さを  $v$ ，衝突後の X 線の波長を  $\lambda'$  とすると、エネルギーの保存から、 $\frac{hc}{\lambda} = \text{ウ}$  が成り立つ。また、運動量の保存から図の  $x$  軸方向に対して、

$\frac{h}{\lambda} = \text{エ}$ ， $y$  軸方向に対して、 $0 = \text{オ}$  が成り立つ。 $\phi$  を消去し、散乱された電子の運動エネルギーを求めると、 $m$ ， $\lambda$ ， $\lambda'$ ， $h$ ， $\theta$  を用いて、 $\frac{1}{2}mv^2 = \text{カ}$  となる。さらに  $v$  を消去し、 $\lambda' \approx \lambda$  と

して近似すると  $\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos \theta)$  が得られる。この式を用いると、波長が  $7.0 \times 10^{-11} \text{ m}$  の X

線を物質に入射させたとき、角度  $\theta = 90^\circ$  の方向に散乱された X 線に含まれる長い波長は キ m

となることがわかる。ただし、 $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ， $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ ， $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$  とし、有効数字 2 桁で求めよ。

