

'04 三重大学

次の文章を読んで、(1)~(4)に答えよ。必要ならば、光の速さを  $c$  [m/s]、プランク定数を  $h$  [J·s]、電子の電気量を  $-e$  [C] とせよ。

図1のような X 線管では、陰極から放出された **ア(語句)** が両極間の電圧 (加速電圧)  $V$  [V] で加速され、運動エネルギー **イ(数式)** [J] をもって陽極に衝突し、X 線が発生する。この X 線は、いろいろな波長のものが連続して含まれているので、連続 X 線とよばれる。1 個の **ア** の運動エネルギーのすべてが 1 個の X 線光子のエネルギーに変わるとき、エネルギーが最大の X 線光子となる。このエネルギーは、連続 X 線の最大振動数  $\nu_{\max}$  [Hz] を使って、**ウ(数式)** [J] と表すことができる。

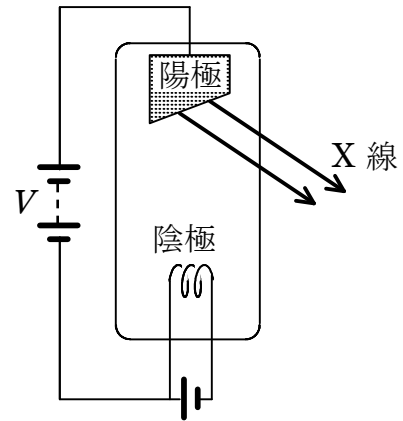


図1

X 線の干渉を利用すると結晶の原子構造を調べることができる。図2に示すように、X 線を結晶に当てると、X 線は結晶面 (格子面) で反射される。X 線は透過力が強いため、第1の結晶面だけでなく、結晶の内部に侵入して、第2、第3……と続く結晶面でも反射し、これらの反射波が干渉をおこす。結晶面と入射 X 線のなす角および結晶面と反射 X 線のなす角を  $\theta$ 、隣りあう 2 つの結晶面の間の距離を  $d$  [m] とすると、第1の結晶面で反射した X 線と第2の結晶面で反射した X 線との経路の差は **エ(数式)** [m] となる。この経路の差が X 線の波長の **オ(語句)** に等しいときに強い反射波が得られ、これをブラッグ反射の条件とよぶ。

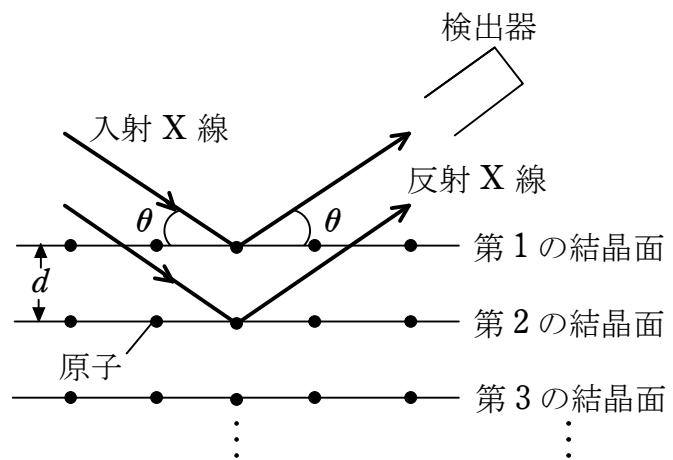


図2

のなす角を  $\theta$ 、隣りあう 2 つの結晶面の間の距離を  $d$  [m] とすると、第1の結晶面で反射した X 線と第2の結晶面で反射した X 線との経路の差は **エ(数式)** [m] となる。この経路の差が X 線の波長の **オ(語句)** に等しいときに強い反射波が得られ、これをブラッグ反射の条件とよぶ。

- (1) **ア** ~ **オ** に適切な数式、語句を入れよ。
- (2) 図1の X 線管に加速電圧  $V$  [V] をかけたときに発生する連続 X 線の最短波長  $\lambda_{\min}$  [m] を  $c$ ,  $e$ ,  $h$ ,  $V$  を用いて示せ。

## '04 三重大学

- (3) 図1のX線管にかける加速電圧  $V[\text{V}]$  をいろいろに変化させ、放出される連続X線の最短波長  $\lambda_{\min}[\text{m}]$  を調べる実験を行った。その結果、 $\lambda_{\min} = \frac{1.25}{V} \times 10^{-6}$  の関係にあることが分かった。 $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$ ,  $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$  として、この実験結果からプランク定数を求めるといくらになるか。有効数字3桁で答えよ。
- (4) 結晶に連続X線を入射すると、ブラッグ反射の条件を満たすいくつかの特定の波長のX線が反射X線の中に観測される。

図1のX線管に  $2.00 \times 10^4 \text{ V}$  の加速電圧をかけて発生させた連続X線を、入射角度  $\theta$  を  $30.0^\circ$  にして図2の結晶面に当て、反射X線を検出器で観測した。結晶面の間の距離  $d$  を  $2.00 \times 10^{-10} \text{ m}$  とすると、この結晶面でのブラッグ反射の条件を満たす反射X線の最長の波長と最短の波長はいくらか。有効数字3桁で答えよ。