

3 X線撮影は、目的の物質に照射し透過したX線を、写真フィルムや電子的パ
ネル検出器などで可視化することで、内部の様子を知る画像検査法の一つであ
る。W.レントゲンは、真空管内の陰極から発生した電子が電界で加速され陽極
の金属板に衝突する際に、目には見えない光の一種のX線が発生することを、
1895年に発見した。X線による手の平の骨格撮影写真など医学界で大きな反響
をよび、1901年レントゲンは第1回ノーベル物理学賞を受賞した。

1912年にM.ラウエはX線が結晶格子で回折を示す現象を発見し、X線の正体
が波長の短い電磁波であることを明らかにした。その後、X線回折は人の遺伝を
担うDNA分子の構造解明に利用された。

以下、X線の発生と回折に関する実験を考察する。ここで、電子の質量を
 m 、電気素量を e 、真空中の光速を c 、プランク定数を h とする。数値計算
では、必要に応じてそれらの値、 $m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg, $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C,
 $c = 3.0 \times 10^8$ m/s, $h = 6.6 \times 10^{-34}$ J·s を用いなさい。

図3に示す陰極と陽極との間の距離が L の真空管で、両極間に電圧 V が加え
られている。陰極で発生する電子が初速0で一様な電界で加速され、陽極金属に
衝突している。X線の発生に関する以下の問いに、これまでに与えられた物理量
の文字記号を必要に応じて用い、文字式で答えなさい。

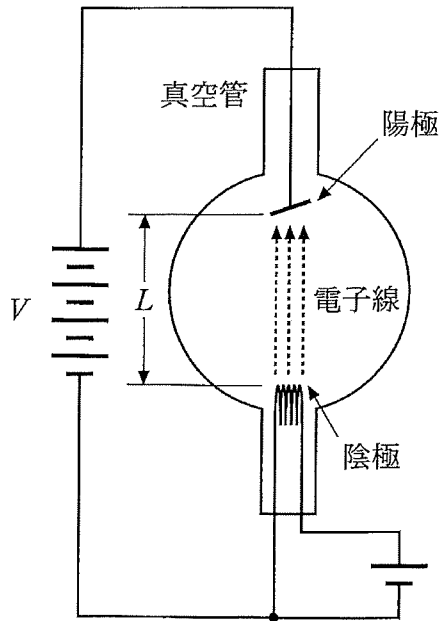


図3 X線を発生する装置の概観図

- 問1 電子の加速度の大きさ a と、陽極に衝突するときの電子の運動エネルギー K を答えなさい。
- 問2 陽極から発生するX線は、その金属原子の種類で決まる特性X線と、連続的なエネルギーとなるX線とからなる。問1の陰極から飛び出した電子が陽極に衝突する。そのとき陽極で発生するX線エネルギーの最大値 E と、最大エネルギーのX線の波長 λ を答えなさい。

次に以下の問いに、適切な単位を付して、数値で答えなさい。なお、数値は有効数字2桁とする。

問 3 10 kV の電圧を図 3 の真空管の両極間に加えた場合に、陰極からの電子が陽極に衝突するときが発生する最大エネルギーの X 線の波長の値を求めなさい。

問 4 波長が 0.15 nm の X 線の平行束が、図 4 のように面間隔が d の結晶に、角 θ で照射されている。角 θ を 0° から徐々に増していくと、角 θ の反射 X 線の強度は増減を繰り返した。反射 X 線強度が4度目に極大となる角 θ は 30° であった。この結晶の面間隔 d の値を求めなさい。

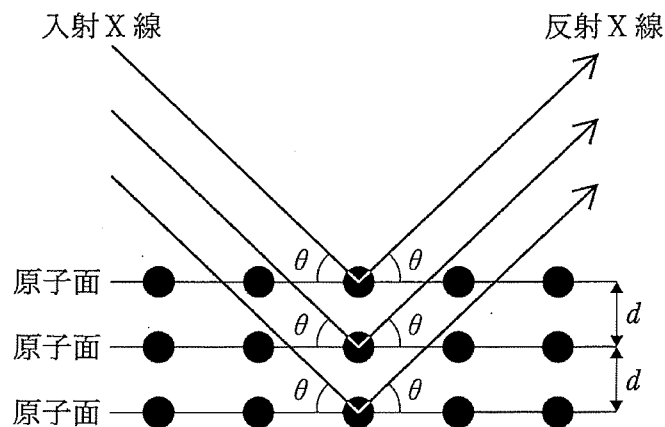


図 4 結晶による X 線の反射