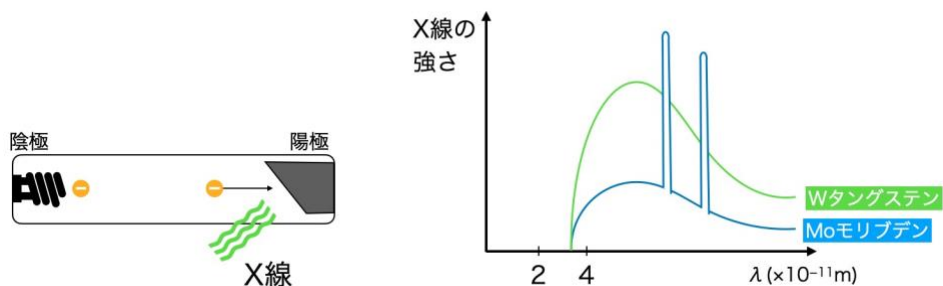
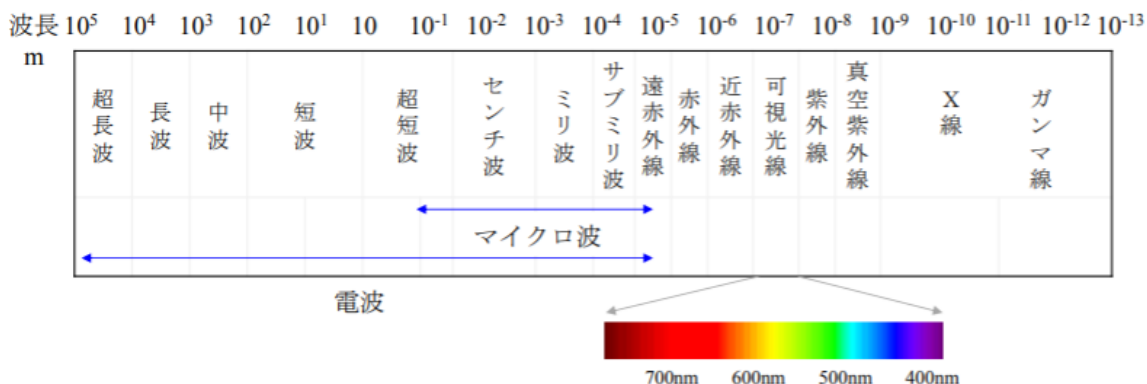


○ X 線

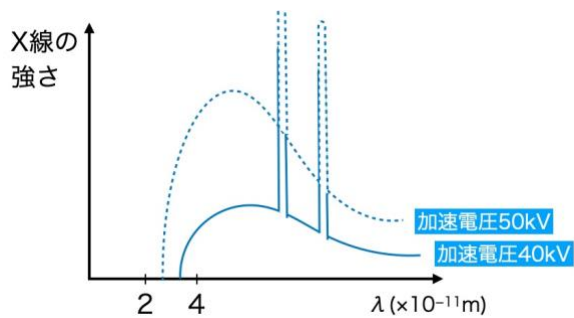
1895 年、ヴィルヘルム・レントゲンは放電管から未知の放射線が出ていることを発見し、これを（ ）と名付けました。X 線は波長が $10^{-10} \sim 10^{-12}$ [m]のエネルギーが高い（ ）で、透過力が強くレントゲン写真などで使われています。



X 線管という装置で、陰極の金属を加熱して発生させた電子を電圧で加速して、陽極に衝突されると X 線が発生します。発生した X 線の強さと波長の関係をグラフにすると、特定の波長で極端な強さを示すような（ ）（固有 X 線）と、（ ）の 2 種類が見られます。特性 X 線の波長は、陽極の物質の種類によって決まっていることもわかりました。電子の運動エネルギーのすべてが X 線のエネルギーに変わると、X 線のエネルギーも最大になり、波長は最短になります。

X 線光子のエネルギー $E =$

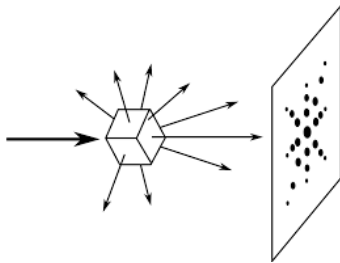
この波長を（ ）といいます。なお加速電圧を大きくすると、X 線の最短波長は（ ）になります。



※ なお特性 X 線は、陽極元素の電子が別の軌道に落ちてくるときに発生する電磁波ということがわかります（後述）。

・ X 線の波動性

1912 年にマックス・フォン・ラウエは X 線を結晶にあてました。すると結晶から散乱された X 線が干渉して、規則的な模様ができました。このことから X 線が波動性をもつことがわかります。



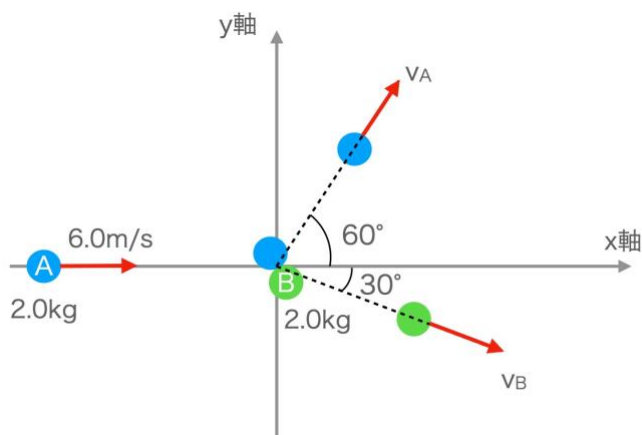
図は Wikipedia 「X 線の回折」 より

・ X 線の粒子性

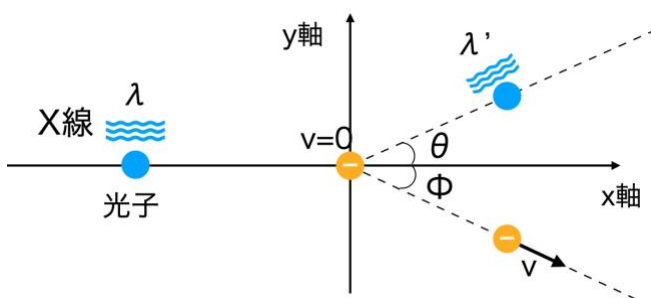
1922 年、アーサー・コンプトンは X 線を物質にあてたときに散乱された X 線の波長の中に、波長の（ ） X 線が含まれることを発見しました（これを（ ）といいます）。この結果は X 線を光子として見ることで説明できます。



復習 x 軸正の向きに速さ 6.0m/s で進んできた質量 2.0kg のコイン A が、静止していた質量 2.0kg のコイン B に衝突し、図のように進んだとする。衝突後の 2 つのコインの速さ v_A, v_B は、それぞれ何 m/s ですか。



問題 波長が衝突後に長くなることを X 線の粒子性から説明してみよう。波長 λ の X 線光子が、静止している質量 m の電子に弾性衝突し、 x 軸と角度 θ をなす向きに波長 $\lambda' (> \lambda)$ となり散乱しました。また電子は x 軸と角度 ϕ をなす向きに速さ v で跳ね飛ばされました。プランク定数を h 、光速を c 、電気素量を e とします。



- (1) 運動量保存の法則 (x 成分、 y 成分) をたてなさい。
- (2) エネルギー保存の法則 (弾性衝突) をたてなさい。
- (3) (1),(2)を用いて、波長の変化 $\Delta \lambda = \lambda' - \lambda$ を、 m, c, h, θ を用いて表しなさい。ただし、 $\lambda' \approx \lambda$ のとき、 $\frac{\lambda'}{\lambda} + \frac{\lambda}{\lambda'} = 2$ の近似式を使いなさい。

まとめ 光の波動性と粒子性（電磁波（可視光、赤外線、紫外線、X線、γ線…等））

	波動性	粒子性
光	古典物理学 光は波である。  波の式 $v = f \lambda$ ↓ 光の場合 $c = v \lambda$	新発見 光は粒子の性質も持つ  エネルギー $E = (\quad)$ 運動量 $P = \frac{E}{c} = (\quad) = (\quad)$