

5

以下の問いに答えよ。ただし、プランク定数を h ，真空中の光の速さを c ，真空中のクーロンの法則の比例定数を k_0 ，電気素量を e ，電子の質量を m とする。具体的な数値が必要な場合は，それぞれ MKSA 単位系 (m ， kg ， s ， A を基準とする単位系) で， $h = 6.63 \times 10^{-34}$ ， $c = 3.00 \times 10^8$ ， $k_0 = 8.99 \times 10^9$ ， $e = 1.60 \times 10^{-19}$ ， $m = 9.11 \times 10^{-31}$ を使い，単位も正しく書くこと。

問1 h ， c ， k_0 ， e ， m の単位を書け。

問2 振動数 ν の電磁波を考える。

(1) 電磁波の波長 λ を書け。

(2) 電磁波を光子と考えたとき，この光子のエネルギーと運動量を書け。

問3 静止している電子に振動数 ν の光子が衝突する現象を考える。衝突後の光子は，衝突前の光子の進行方向に対して角度 ϕ で飛んでいくものとする。同様に電子は角度 θ で飛んでいくものとする。

(1) 衝突後の電子の速さを v ，光子の振動数を ν' とし，ここまでの問題設定で与えられた量のみを用いて，エネルギーの保存を表す式と運動量の保存を表す式を書け。

(2) (1) で得られた式を $x = \frac{\nu - \nu'}{\nu}$ の絶対値が 1 よりも十分小さいものとして解くと，

$$x = \frac{h\nu}{mc^2} (1 - \cos \phi)$$

が得られる。振動数が MKSA 単位系で 3.00×10^{18} の X 線が入射し直角に散乱されたとすると，散乱後の振動数はいくつになるか数値を求めよ。また x が小さいという仮定が成立しているかどうか確かめよ。