

# 放射線と物質の相互作用

小 荒 井 要

(科学技術教育部)

## 1 はじめに

ここ数年来、「原子構造」に係わる実験教材の研究は、ひとしお盛んである。

当教育センターの高校理科講座・物理でも、ここ数年間に、たとえばクランクヘルツの実験、並びにその装置の製作、プランク定数の測定、NaIシンチレーターによる $\gamma$ 線のエネルギー測定、ほか数点について取り上げてきている。

そこで、今回は、理振法規格の放射線計数装置を使って放射線に関する実験が、どの程度まで教材化できるかを検討してみる。

本誌では、そのうちの $\beta$ 、 $\gamma$ 線と物質の相互作用の範ちゅうについて紹介する。

## 2 $\beta$ 線と物質の相互作用

● $\beta$ 粒子は、物質中を通過する際、電離や励起のためにエネルギーを失うわけであるが、物質1cmを走る間に失う平均のエネルギーは、※1

原子番号に比例し、そして $\beta$ 粒子の運動エネルギーがあまり大きくない範囲では、およそ運動エネルギーの二乗に逆比例する。

●また、 $\beta$ 粒子はエネルギーが高くなると、原子核のクーロン場から力をうけて減速し、その加速度の二乗に比例する光子を放出する。※2

いわゆる制動放射であるが、 $\beta$ 粒子の加速度は核電荷量、従って原子番号Zに比例するから、結局

原子番号Zの二乗に比例する割合で、制動放射が行われる。

$$\frac{dE}{dx} \propto Z^2$$

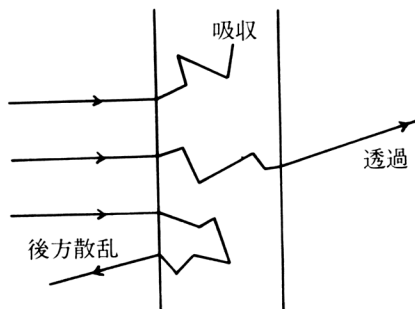
●次に、 $\beta$ 粒子の場合は $\alpha$ 粒子等の重粒子に比較すると質量はかなり小さいので、散乱の確率の大きいことが、一つの特徴となる。

散乱角Qの二乗平均値 $\bar{Q}^2$ は、 $\beta$ 粒子の運動量をp,速度をu,物質の厚さをt,その原子の原子番号をZとすると

$$\bar{Q}^2 \propto \left(\frac{Z}{pu}\right)^2 t \quad \text{で示され}$$

$\beta$ 粒子の運動量が小さい程、また物質の厚さ並びに、その原子番号が大きい程、散乱の程度も大きくなる。

図1



そして、Qが90°を越す場合、つまり後方散乱も $\beta$ 線の特徴であり、放射線計測の興味ある題材となり得る。

---

※1 
$$\frac{dE}{dx} = \frac{2\pi e^2 n}{mu^2} Z \left( \log \frac{mu^2 E}{2I(1-\beta^2)} \right)$$

$$-(2\sqrt{1-\beta^2} - 1 + \beta^2) \log 2 + 1 - \beta^2$$

ただし  $\beta = u/C$ , nは1cm<sup>3</sup>中の原子数, Iは原子のイオン化エネルギー, Zは原子番号, Eは電子の運動エネルギー

※2 加速度aをうけた $\beta$ 粒子は $2e^2 a^2 / 3C^2$ の割合で光子を放出する。