

第6回 授業の概要 22221280 渡辺悠斗

放射線と物質の相互作用（前回、前々回に続き）

② 電荷を持たない放射線（ γ 線、x線、中性子など）

※ γ 線、x線は短波長の電磁波で高エネルギーの光子である

☆ γ 線(x線) × 物質

γ 線、x線は電荷を持たないので、クーロン力による電離や励起は発生しない。

→ 物質中でエネルギーを失わず長距離直進可能（透過性強）

主な作用→①光電効果②コンプトン効果③電子対生成

①： γ 線が直接(軌道)電子に衝突し、弾き飛ばす。元の γ 線は消滅する。飛び出した電子は γ 線のエネルギーから電離エネルギーを引いた分の運動エネルギーを持ち、原子核とクーロン力で相互作用する。

②： γ 線が直接(軌道)電子に衝突し、弾き飛ばす。 γ 線は電子にエネルギーを与えた後、 γ 線は散乱する

③：原子核のそばでなにもない空間で γ 線が消滅して電子と陽電子を生成する。電子と陽電子は原子核とクーロン力で相互作用する。 γ 線が電子の物質エネルギーの倍以上のエネルギーを持つときのみ発生。

◎それぞれはある一定の確率で発生し、 γ 線は消滅(散乱)する。

◎飛び出した電子は高エネルギーのため β 線のようにふるまう。

◎それぞれは各 γ 線によって確率的な現象で起こり方が異なるので飛程が定義不可。

物質に入射した I_0 個の γ 線のうち物質と全く相互作用せずに距離 x 進む数は

$I(x) = I_0 e^{-\mu x}$ と表せる。 μ :線吸収係数→物質や γ 線のエネルギーで異なる。

※現象発生の確率は原子番号が大きいほど高く、 μ も大きい。

μ について

μ は単位距離あたりの係数であるので単位は(/cm)であり、 μx は無単位である。

例 鉛(Z=82)のとき、 $\mu=0.7$ (/cm) $\rightarrow I(x) = I_0 e^{-0.7x}$

$x=1.4$ cmで $I = \frac{I_0}{2.7}$ 、 $x=6.6$ cmで $I = \frac{I_0}{100}$

◎ μ が小さいアルミだと同程度減らすのにさらに距離が必要になる。

☆中性子線×物質

電荷を持たないのでクーロン力による電離損失がない。また、光電効果、コンプトン効果、電子対生成も発生しない。→透過力が荷電粒子線や γ 線よりかはるかに強い。

主な作用→弾性散乱、核反応

①弾性散乱：中性子が原子核にエネルギーを与え重い荷電粒子線となり物質中で電離・励起を起こすことですぐに止まる。

※ビリヤードのように、原子核と中性子の質量が等しい時エネルギー損失が最大となり最も止まりやすい。(当てはまる例：水素原子の原子核)

→水素原子が多いポリエチレンなどの有機物や水が適している。

②核反応

低エネルギー中性子(熱中性子)に有効で、中性子をホウ素の原子核に衝突させることで核分裂を起こし、発生した電荷を持つ重い荷電粒子線となり物質中で電離・励起を起こすことですぐに止まる。

弾性散乱に比べると止まりにくい。