

放射線 No.6-1 荷電粒子と物質との相互作用

- 40 MeV α 粒子及び 10 MeV 陽子に対する水中での衝突阻止能をそれぞれ S_α 及び S_p とするとき、その比 (S_α/S_p) として正しいものはどれか。 [2017 年物理問 15]
 - 0.2
 - 0.5
 - 2
 - 4
 - 8
- 阻止能に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。 [2016 年物理問 13]
 - 全阻止能に対する放射阻止能の割合は入射荷電粒子の運動エネルギーによらない。
 - 放射阻止能は荷電粒子が入射する物質の原子番号によらない。
 - 衝突阻止能を運動エネルギーに関して積分すると飛程となる。
 - 衝突阻止能は入射荷電粒子の電荷の 2 乗に比例して大きくなる。
- 次の線エネルギー付与 (LET) に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。 [2016 年物理問 16]
 - 全ての物質に対して適用される。
 - 荷電粒子にのみ適用される。
 - 線質係数は放射線の生体軟組織中における LET の関数である。
 - 同じ種類の放射線の場合、エネルギーの小さい方が LET は小さくなる。
- 次の記述のうち、正しいものはどれか。 [2015 年物理問 13]
 - W 値は気体の密度の増加とともに大きくなる。
 - W 値はイオン化ポテンシャルと等しい。
 - W 値は荷電粒子の電荷の平方根に比例して増加する。
 - ヘリウムの W 値はアルゴンの W 値より大きい。
 - 電子に対する空気の W 値は約 34 eV である。
- 水中における飛程が $35 \mu\text{m}$ である α 線の空気中での飛程 [cm] に最も近い値は、次のうちどれか。ただし、空気の密度は 0.0013 g/cm^3 とする。 [2015 年物理問 14]
 - 0.27
 - 0.51
 - 1.2
 - 2.7
 - 5.1
- 5.3 MeV の α 粒子が 2 気圧の空気中で停止するまでに生成するイオン対数として、正しい値は次のうちどれか。ただし、標準状態での空気の密度を 0.0013 g/cm^3 とする。 [2015 年物理問 15]
 - 3.0×10^4
 - 7.5×10^4
 - 1.5×10^5
 - 3.0×10^5

(e) 7.5×10^5

7. 電子線に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。 [2014 年物理問 11]

- (a) 線衝突阻止能は入射した物質の原子番号に比例して大きくなる。
- (b) 強度は、透過する物質の厚さに関して指数関数的に減弱する。
- (c) 同じエネルギーの陽子線に比べて制動放射によるエネルギー損失が大きい。
- (d) 同じエネルギーの陽子線に比べて後方散乱の割合が大きい。

8. α 粒子と重陽子が同じ速度の場合に、 α 粒子の阻止能 (S_α) と重陽子の阻止能 (S_d) の比 (S_α/S_d) として最も近い値は、次のうちどれか。 [2014 年物理問 12]

- (a) 1
- (b) 2
- (c) 4
- (d) 8
- (e) 16

9. 原子番号 Z 、質量 M の荷電粒子 (速度 v) が物質中で停止する際の粒子飛程 R と、 Z 及び M の関係として正しいものはどれか。 [2013 年物理問 12]

- (a) $R \propto Z^2 \cdot M \cdot v^4$
- (b) $R \propto Z^{-2} \cdot M \cdot v^4$
- (c) $R \propto Z \cdot M \cdot v^4$
- (d) $R \propto Z^{-1} \cdot M \cdot v^4$
- (e) $R \propto Z \cdot M^{-1} \cdot v^4$

10. 5.5 MeV α 線のシリコン ($A=28$) における飛程を R_1 [$\text{mg}\cdot\text{cm}^{-2}$], 金 ($A=197$) における飛程を R_2 [$\text{mg}\cdot\text{cm}^{-2}$] としたとき、 R_2/R_1 の値として最も近いものは次のうちどれか。 [2011 年物理問 11]

- (a) 0.8
- (b) 1.0
- (c) 1.5
- (d) 2.0
- (e) 2.7

11. 1.0 MeV の陽子の空気中における飛程 [cm] に最も近い値は、次のうちどれか。ただし、エネルギー E [MeV] の α 線の空気中における飛程 R [cm] は $R = 0.32E^{3/2}$ で与えられるとする。 [2011 年物理問 12]

- (a) 0.16
- (b) 0.64
- (c) 2.6
- (d) 4.0
- (e) 10

12. 次の 3 種類の荷電粒子について、空気中の飛程の大きい順に正しく並んでいるものはどれか。 [2011 年物理問 13]

- (a) 1 MeV 陽子 > 2 MeV 重陽子 > 3 MeV α 粒子
- (b) 1 MeV 陽子 > 3 MeV α 粒子 > 2 MeV 重陽子
- (c) 2 MeV 重陽子 > 1 MeV 陽子 > 3 MeV α 粒子
- (d) 2 MeV 重陽子 > 3 MeV α 粒子 > 1 MeV 陽子
- (e) 3 MeV α 粒子 > 1 MeV 陽子 > 2 MeV 重陽子

13. ある物質中に核子当たり 2.5 MeV のエネルギーを持つ ${}^4\text{He}^{2+}$ と ${}^1\text{H}^+$ が入射するとき, その物質の ${}^4\text{He}^{2+}$ に対する阻止能 S_1 と ${}^1\text{H}^+$ に対する阻止能 S_2 の比 (S_1/S_2) として最も近い値はどれか. [2011 年物理問 14]

- (a) 0.5
- (b) 1
- (c) 2
- (d) 4
- (e) 16

- 光子と物質との相互作用に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。 [2017年物理問 18]
 - 0.2 MeV の光子と水との相互作用は主に光電効果である。
 - 1.0 MeV の光子と鉛との相互作用は主に光電効果である。
 - 2.0 MeV の光子と水との相互作用は主にコンプトン効果である。
 - 10 MeV の光子と鉛との相互作用は主に電子対生成である。
- 次の記述のうち、正しいものはどれか。 [2016年物理問 18]
 - K 吸収端のエネルギーは、金より鉛の方が高い。
 - 100 keV の光子と空気との相互作用において、コンプトン散乱の断面積は、レイリー散乱の断面積の方が大きい。
 - 1 MeV の光子に対するコンプトン散乱の断面積は、鉄よりアルミニウムの方が大きい。
 - 5 MeV の光子と水との相互作用において、電子対生成の断面積よりコンプトン散乱の断面積の方が大きい。
- コンプトン散乱に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。 [2015年物理問 18]
 - 断面積は原子番号にほぼ比例する。
 - 反跳電子のエネルギーは入射光子のエネルギーに等しくなることがある。
 - 散乱光子のエネルギーは入射光子のエネルギーに等しくなることがある。
 - 散乱光子と入射光子の波長の差は、入射光子の波長に逆比例する。
 - 散乱光子と入射光子の波長の差は、散乱角によって定まる。
- 次の記述のうち、正しいものはどれか。 [2015年物理問 19]
 - 光電効果は、光子と束縛電子との相互作用により起こる。
 - 光電効果は、光子と軌道電子との弾性衝突である。
 - 光電効果に伴って、オージェ電子が放出されることがある。
 - 光電効果の原子当たりの断面積は、原子番号の2乗に比例する。
 - 光電効果の原子当たりの断面積は、光子エネルギーの増加とともに増加する。
- 単位面積あたりの質量（面密度）の単位で与えられた半価層と等価なものは次のうちどれか。ただし、質量減弱係数を μ_m とする。 [2015年物理問 20]
 - $0.368\mu_m$
 - $\frac{0.368}{\mu_m}$
 - $0.693\mu_m$
 - $\frac{0.693}{\mu_m}$
 - $2.718\mu_m$
- コンプトン散乱に関連する次の記述のうち、正しいものはどれか。 [2014年物理問 15]
 - 入射光子の波長と 90 度方向に散乱された光子の波長との差は、入射光子エネルギーや散乱物質によらず一定である。
 - 物質の単位体積あたりに起こる確率は物質の電子密度に比例する。
 - 入射光子エネルギーが高いほど後方散乱の割合が多くなる。
 - コンプトン効果は軌道電子に対しては起こらない。
- 次の記述のうち、正しいものはどれか。 [2014年物理問 17]

- (a) 0.1 MeV の光子による鉛の吸収線量においては、光電効果が最も大きく寄与する。
- (b) ^{137}Cs γ 線による鉄の吸収線量において、光電効果が最も大きく寄与する。
- (c) ^{60}Co γ 線による水の吸収線量において、コンプトン効果が最も大きく寄与する。
- (d) 3 MeV の光子による鉄の吸収線量においては、電子対生成が最も大きく寄与する。
8. ある遮蔽材に対して、半価層が 1 cm である細い線束の γ 線の強度を 1/100 に減ずるのに要する遮蔽材厚さ [cm] として、最も近いものは次のうちどれか。ただし、ビルトアップ効果は考慮しないものとする。 [2013 年物理問 17]
- (a) 2
- (b) 5
- (c) 7
- (d) 9
- (e) 10
9. γ 線と物質との相互作用に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。 [2012 年物理問 15]
- (a) 光電効果では γ 線のエネルギーがすべて光電子に転移する。
- (b) コンプトン効果の断面積は物質の原子番号に比例して増加する。
- (c) コンプトン効果では γ 線のエネルギーが高いほど前方に散乱されやすい。
- (d) K 吸収端はコンプトン効果に起因して生じる。
10. 1 MeV の γ 線がアルミニウムに当たってコンプトン効果を起こし、0.5 MeV の電子が放出された。この場合、散乱 γ 線の散乱角はいくらか。次のうちから最も近いものを選び。 [2012 年物理問 16]
- (a) 15°
- (b) 30°
- (c) 45°
- (d) 60°
- (e) 135°
11. 電子対生成に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。 [2012 年物理問 17]
- (a) 生成された電子と陽電子の運動エネルギーの和は 1.022 MeV である。
- (b) 断面積は原子番号に比例する。
- (c) 電子対生成が起こった位置で消滅放射線が発生する。
- (d) 4 MeV γ 線と鉄の主たる相互作用は電子対生成である。
12. 光子と物質との相互作用に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。 [2012 年物理問 18]
- (a) コンプトン効果によって放出される二次電子の最大エネルギーは、入射光子のエネルギーに等しい。
- (b) コンプトン効果は光子の波動性を示す現象である。
- (c) 光電効果は光子の粒子性を示す現象である。
- (d) 2 MeV の制動放射線は電子対生成が可能である。
13. 2 MeV の光子がコンプトン散乱を起こした場合、散乱角 90° の光子のエネルギー E_1 と散乱角 180° の光子のエネルギー E_2 の比 (E_1/E_2) として最も近い値は、次のうちどれか。 [2011 年物理問 16]
- (a) 1.2
- (b) 1.4
- (c) 1.6
- (d) 1.8

(e) 2.0

14. 0.1 MeV の光子がタンゲステンと光電効果を起こし、K 軌道電子が放出された。またこれに伴い、 K_{α} -X 線が発生した。それぞれのエネルギー [keV] を求めなさい。ただし、K 軌道と L 軌道における結合エネルギーはそれぞれ 69.5 keV 及び 10.9 keV とする。[2011 年物理問 17]

(a) 10.9

(b) 30.5

(c) 58.6

(d) 69.5

(e) 89.1

15. 次の記述で正しいものはどれか。[2011 年物理問 18]

(a) 0.1 MeV の光子と水の相互作用は主にコンプトン効果である。

(b) 1 MeV の光子と鉛の相互作用は主に光電効果である。

(c) 2 MeV の光子と水の相互作用は主に電子対生成である。

(d) 10 MeV の光子と鉛の相互作用は主に電子対生成である。

16. 今日の講義でわかったこと・わからなかったこと・感想などを書きなさい。(自由記載)