

管理測定技術

第 58 回 (2013 年)

問 3 次の I ~ III の文章の [] の部分に入る最も適切な語句、記号又は数値を、それぞれの解答群から 1 つだけ選べ。

I 現在、数多くの放射線発生装置が様々な目的で使用されている。放射線発生装置の管理においては、放射化するメカニズムについて理解しておくことが必要である。

我が国では、放射線発生装置の種類では電子加速器が最も多く設置されている。電子加速器の利用としては高エネルギーの電子を加速して直接対象物に照射する場合と、電子をターゲット（金属など）に照射して発生する [A 3] を対象物に照射する場合とがある。後者の場合、10 MeV 以上の電子線をターゲットに照射すると [B 5] が起こり、ターゲットやその近傍が放射化することがある。[B] は重金属では 10 MeV 程度でも起こるが、酸素などの軽元素では 20 MeV 程度にならないと起きない。[B] によって二次的に発生する [C 7] は周辺部に広がり、微弱ではあるが放射化する可能性がある。例えば加速器の構造材の鉄やステンレス中に ^{60}Co が検出されることがあるのは、わずかに含まれているコバルトの [D 4] による。

サイクロトロンは [E 9] を加速するのに適しており、放射性同位元素を製造するのに使用されることが多い。加速エネルギーが 10 MeV 程度では重金属元素の核反応は起きないが、軽元素では起こる。[E] が標的物質中で停止するまでの距離を [F 11] という。加速エネルギーが数十 MeV 程度では標的中で停止するため、狭い領域に強い放射能が生じることになる。このため、ターゲット近傍は局所的に高い線量率となっている可能性があることから、サイクロトロン室内で作業する場合には、線量の減衰を待って行うなど被ばくの低減に努める必要がある。また、標的物質中で二次的に発生する [C] によって周辺部も放射化することから、加速器室内に持ち込む物品に注意する。

<A~Fの解答群>

- | | | | | | |
|----------|-----------------|---------|-----------|--------|-------|
| 1 励起 X 線 | 2 即発 γ 線 | 3 制動放射線 | 4 中性子捕獲反応 | 5 光核反応 | |
| 6 核破碎反応 | 7 中性子 | 8 電子 | 9 荷電粒子 | 10 中間子 | 11 飛程 |
| 12 阻止能 | 13 平均自由行程 | | | | |

II 軽元素では、サイクロトロンを用いて製造できる放射性核種は、その安定同位体比べて **G1** の数が少なく、**H5**する性質をもつものが多い。次の表は核医学診断の手法の一つである **I7**での診断薬調製にしばしば用いられる放射性同位元素を製造する際に利用される反応を示したものである。表中の(1)から(4)で製造される放射性同位元素は、順に **J6**, **K1**, **L3**及び **M9**である。

	標的核	入射粒子	放出粒子	生成核	半減期(分)
(1)	^{14}N	d	n	J	2.04
(2)	^{14}N	p	α	K	20.4
(3)	^{16}O	p	α	L	9.97
(4)	^{18}O	p	n	M	109.8

また、**L**を標的核 ^{12}C から製造するには **N3**反応を利用することができ、**M**を標的核 ^{20}Ne から製造するには **O4**反応を利用することができる。

表中の放射性同位元素はいずれも半減期が短い。それらのうち、1 GBqの放射能が約400分経過後に1 kBqにまで減衰するのは **P1**である。

<G~Iの解答群>

- 1 中性子 2 陽子 3 電子 4 β^- 壊変 5 β^+ 壊変 6 核異性体転移
7 PET (陽電子放射断層撮影) 8 SPECT (シングルフォトン断層撮影)

<J~Mの解答群>

- 1 ^{11}C 2 ^{12}C 3 ^{13}N 4 ^{15}N 5 ^{14}O 6 ^{15}O 7 ^{17}O 8 ^{17}F
9 ^{18}F 10 ^{19}F

<N, Oの解答群>

- 1 (p, n) 2 (d, p) 3 (d, n) 4 (d, α) 5 (α , n) 6 (α , p)

<Pの解答群>

- 1 ^{11}C 2 ^{12}C 3 ^{13}N 4 ^{15}N 5 ^{14}O 6 ^{15}O 7 ^{17}O 8 ^{17}F
9 ^{18}F 10 ^{19}F

III 1 GBqの ^{18}F 標識化合物 (1 cm線量当量率定数: $0.165 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) がガラスバイアル中に 1 cm^3 の液体として入っている。

線源とみなし、バイアルの遮蔽効果を無視できるとした場合に50 cmの距離での1 cm線量当量率は **Q4** $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ となる。そこで、鉛で遮蔽を行うことにし、線源の出し入れにはトングを使用することにした。鉛の密度は $11 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 、質量減弱係数は $0.13 \text{ cm}^2\cdot\text{g}^{-1}$ とする。半価層及び1/10価層はそれぞれ **R2** cm及び **S4** cmとなる。したがって、バイアルが厚さ5 cmの鉛遮蔽体で囲まれている状態での線量はおおよそ **T5**分の1に減衰することになる。

<Qの解答群>

- 1 16.5 2 82.5 3 165 4 660 5 1,650

<R, Sの解答群>

- 1 0.2 2 0.5 3 1.0 4 1.6 5 2.0 6 3.2

<Tの解答群>

- 1 10 2 50 3 100 4 500 5 1,000 6 2,000