

第53回(2008年)

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

I 放射性同位元素 ^{18}F を製造、使用する施設がある。この施設の利用に際しては、放射線発生装置特有の事項や取扱う放射性同位元素の物理的性質、化学的性質を知っておく必要がある。

^{18}F などの PET 診断用の放射性同位元素を製造する放射線発生装置として、(A3) が最も多く利用されている。 ^{18}F は主に (B6) の濃縮同位体を含む水をターゲットとして用い、(C8) 照射で製造されている。また、幾つかの施設では (D7) をガスターゲットとして用い、(E9) 照射によって ^{18}F を製造する方法も利用されている。放射線発生装置使用室内には、運転中、立ち入ることはできず、みだりに立ち入ろうとすると、(F1) 機構により発生装置は自動的に停止するようになっている。運転停止直後は室内の線量率が高いため、入室する際には、放射線モニタで室内の空間線量率の減衰を確認する。また、発生装置周辺には高線量率の場所があるため、数 $\text{mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ まで測定可能な (G5) サーベイメータを携行するのが望ましい。

^{18}F は半減期が (H11) 分の β^+ 壊変核種である。陽電子の消滅時にエネルギーがおよそ (I7) MeV の 2 本の消滅放射線が同時に反対方向に放出されるため、測定にはこの消滅放射線を同時計数する方法が利用されている。

また、フッ素は (J1) の中で最も原子番号の小さい元素であり、化学反応性に富む。照射された水を (K4) に通して ^{18}F を捕集できる。

<IのA~Eの解答群>

- 1 ベータトロン 2 シンクロトロン 3 サイクロトロン 4 炭素 5 窒素
6 酸素 7 ネオン 8 陽子 9 重陽子 10 α 粒子

<IのF~Iの解答群>

- 1 インターロック 2 オートロック 3 NaI(Tl)シンチレーション式
4 BF_3 比例計数管式 5 電離箱式 6 0.1 7 0.5 8 1.0 9 10 10 20
11 110

<IのJ~Kの解答群>

- 1 ハロゲン元素 2 アルカリ金属元素 3 遷移金属元素 4 陰イオン交換樹脂
5 陽イオン交換樹脂

II 次に、 ^{18}F を取扱う際の外部被ばく線量を推定しておくことにした。

10 GBq の ^{18}F を含む溶液 0.1 ml がバイアルに入っている場合に、0.5 m 離れた位置で 10 分間作業すると、被ばく線量は (A3) mSv となる。ただし、 ^{18}F の実効線量率定数は $0.140 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ とし、作業中の放射能の減衰は考慮しないこととする。

また、このバイアルを厚さ 1.5 cm の円筒状の鉛容器の中に入れて取り扱えば、線源から 0.5 m 離れた位置で 10 分間作業する際の被ばく線量は (B8) μSv となる。そこで、線源を入れた鉛容器の外側を、更に厚さ 5 cm の円筒状の鉛遮へい体で囲むようにすると、作業者の体幹部での被ばくは鉛容器のみの時に比べ、更に (C11) 分の 1 以下に低減できる。ただし、消滅放射線に対する鉛の半価層は 0.5 cm とする。

<IIのA~Cの解答群>

- 1 0.23 2 0.47 3 0.93 4 1.2 5 30 6 60 7 90 8 120
9 230 10 400 11 1000 12 100000

III ^{18}F の飛散についても検討した。

10 GBqの ^{18}F をフード内で取扱う時に、10分の1の ^{18}F が飛散したと仮定して、排気中濃度を8時間平均濃度として求めてみると(A7) $\times 10^{-3} \text{ Bq}\cdot\text{cm}^{-3}$ となる。ただし、 ^{18}F の減衰は考慮しないものとする。ここで、排気能力は毎時500 m^3 、排気フィルターによる ^{18}F の捕集効率を99%とする。

次に、換気が停止した状態でフードから10 MBqの ^{18}F が作業室内全体(5 m \times 5 m \times 2 m)に均一に飛散したとすると、室内の空気中濃度は(B2) $\text{Bq}\cdot\text{cm}^{-3}$ となる。作業者がそこで10分間作業をした場合、作業者の受ける内部被ばく線量は(C6) μSv と見積もられる。ただし、成人の呼吸量を毎分20 ℓ とする。飛散した ^{18}F の化学形はフッ化水素とし、告示別表第2の第2欄に定められた吸入摂取した場合の実効線量係数は $5.4 \times 10^{-8} \text{ mSv}\cdot\text{Bq}^{-1}$ である。

これらの排気中濃度及び作業室内での空気中濃度の計算結果を、それぞれ、告示別表第2の第5欄の排気中濃度限度 $4 \times 10^{-3} \text{ Bq}\cdot\text{cm}^{-3}$ 及び告示別表第2の第4欄の空気中濃度限度 $4 \times 10^{-1} \text{ Bq}\cdot\text{cm}^{-3}$ と比べると、(D14)ことになる。

<IIIのA~Dの解答群>

- | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|----|-----|----|-----------------------------|---|-----|---|-----|---|-----|---------------------------|-----|---|-----|
| 1 | 0.1 | 2 | 0.2 | 3 | 0.5 | 4 | 1.0 | 5 | 1.2 | 6 | 2.2 | 7 | 2.5 | 8 | 5.0 |
| 9 | 12 | 10 | 22 | 11 | 排気中濃度限度、空気中濃度限度をともに超えた | | | | | | 12 | 排気中濃度限度を超えないが、空気中濃度限度は超えた | | | |
| | | | | 13 | 排気中濃度限度を超えたが、空気中濃度限度は超えなかった | | | | | | 14 | 排気中濃度限度、空気中濃度限度をともに超えなかった | | | |