

第54回(2009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選べ。

I 密封されていない³²P、⁵¹Cr及び²⁴¹Amを使用する実験施設がある。これらの放射性同位元素を取り扱う上で、汚染検査に適切な方法を知っておく必要がある。

直接法により汚染の検査を行うことにした。³²Pを検出するには(A1)サーベイメータが適している。⁵¹Crは(イ4)壊変核種であり、(ロ7) keVの γ 線を放出する。⁵¹Crを検出するには(A1)サーベイメータでも検出できるが、(B2)サーベイメータの方が適している。²⁴¹Amは(ハ1)壊変核種であり、(ニ6) keVの γ 線も放出するが、²⁴¹Amを選択的に検出するには(C3)サーベイメータが適している。

間接法による表面汚染密度の測定では、一定面積を拭き取った試料を測定する。一方、汚染箇所の放射能分布を測定するためにイメージングプレート(IP)が用いられる。IPはプラスチックフィルムに(D4)を塗布したもので、汚染箇所にIPを重ねて曝露させる。そのIPを読取機にセットし、He-Neレーザーで照射すると、汚染箇所に対応するIPの位置から、汚染核種の放射能に比例した(E7)が検出され、汚染の分布を知ることができる。

< IのA~Eの解答群 >

- | | | |
|--------------------------|---|-------------------------------------|
| 1 端窓型 GM 管式 | 2 NaI(Tl)シンチレーション | 3 ZnS(Ag)シンチレーション |
| 4 BaFBr:Eu ²⁺ | 5 Li ₂ B ₄ O ₇ | 6 Al ₂ O ₃ :C |
| 7 輝天性発光 | 8 チェレンコフ光 | 9 熱蛍光 |

< Iのイ~ニの解答群 >

- | | | | | |
|------------|-------------|-------------|--------|--------|
| 1 α | 2 β^- | 3 β^+ | 4 EC | 5 27.7 |
| 6 59.5 | 7 320 | 8 432 | 9 1710 | |

II トレーサー実験に⁵¹Crを使用するため、K₂CrO₄の熱中性子照射を計画した。0.01モルのK₂CrO₄を熱中性子フルエンス率 $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ で1時間照射すると(F2) MBqの⁵¹Crが生成すると見積もられる。ただし、標的核⁵⁰Crの同位体存在度は4.3%、中性子捕獲断面積は16バーン、⁵¹Crの半減期は28日とする。ここで、照射時間 t が半減期 T に比べ非常に短い場合には、飽和係

数は $\frac{\ln 2}{T} \times t$ で近似でき、(G6)となる。また、この照射によって、試料からは同時に(H12)

が生成するが、この核種の半減期は12時間であるため、10日後には生成時の(I9)になる。

< IIのF~Iの解答群 >

- | | | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 1 20 | 2 40 | 3 80 | 4 120 | 5 10 ⁻² |
| 6 10 ⁻³ | 7 10 ⁻⁴ | 8 10 ⁻⁵ | 9 10 ⁻⁶ | 10 10 ⁻⁷ |
| 11 ⁴¹ K | 12 ⁴² K | 13 ⁴³ K | | |

III 原子炉で熱中性子照射した K_2CrO_4 が 1 辺 20 cm の立方体の運搬容器に入れて送られてきた。

放射性核種は ^{51}Cr のみであり、受取時の放射能は 400 MBq であった。 K_2CrO_4 はガラス容器に封入され、厚さ 1 cm の鉛で囲まれ、運搬容器の中心に置かれていた。運搬容器の表面線量は最大で (J4) $\mu Sv \cdot h^{-1}$ と見積もられた。ただし、 ^{51}Cr の 1 cm 線量当量率定数は $0.00547 \mu Sv \cdot m^2 \cdot MBq^{-1} \cdot h^{-1}$ 、鉛の半価層は 0.165 cm とし、ガラスや運搬容器による吸収は考慮しない。

K_2CrO_4 の入ったガラス容器を取り出して、フード内に置いたとき、50 cm 離れた場所では、被ばく線量が (K5) $\mu Sv \cdot h^{-1}$ となることから、作業時間も考慮して取り扱うことにした。ただし、 ^{51}Cr の実効線量率定数は、 $0.00458 \mu Sv \cdot m^2 \cdot MBq^{-1} \cdot h^{-1}$ とする。

この K_2CrO_4 を水に溶解し、陰イオン交換樹脂のカラムに通したところ、流出液にも放射能が検出された。流出した放射能は、照射中にホットアトム反応で生成した (L11) によるものであると考えられ、その比放射能はカラムに吸着した (M10) に比べ (N12) 。

< III の J ~ N の解答群 >

- | | | | | |
|--------------|--------|-------|-------|-----------------|
| 1 0.45 | 2 0.85 | 3 1.4 | 4 3.4 | 5 7.3 |
| 6 15 | 7 27 | 8 40 | 9 55 | 10 CrO_4^{2-} |
| 11 Cr^{3+} | 12 高い | 13 低い | | |