

注意：「第 1 問—第 2 問」と「第 3 問—第 4 問」は別の用紙に回答すること。

第 1 問 放射線、放射能に関する次の問いに答えよ。

- (1) ^{60}Co (半減期 5.3 年) が 1 グラムある。放射能は何 Bq か。
(計算式を示し、計算は概略でよい。)
- (2) ベータ壊変には 3 種類ある。これらについて説明せよ。
- (3) アルファ線、ガンマ線は線スペクトルであるが、ベータ線は連続スペクトルである。理由を説明せよ。
- (4) 電子と物質との相互作用には、イオン化、励起、制動放射、陽電子消滅 (陽電子の場合)、チェレンコフ放射がある。このうち、制動放射と陽電子消滅について簡単に説明せよ。
- ✓ (5) 速度論的同位体効果とは何か。簡単に説明せよ。
- × (6) 中性子による放射化とは何か。簡単に説明せよ。

第 2 問 環境における放射線および放射性核種の挙動に関する次の問いに答えよ。

- (1) 天然に存在する放射性核種の中には、① ^{14}C (半減期 5730 年)、② ^{232}Th (半減期 1.4×10^{10} 年)、③ ^{222}Rn (半減期 3.6 日) がある。これらはどうして天然に存在するか。各々について説明せよ。
- (2) 天然のトリウム量はウランの量より多いのに、海水中ではウランの方が濃度が高いのはなぜか。
- ✓ (3) 放射性廃棄物を地層中に埋設処分したあとの安全評価においては、地下水の流れと、地下水中に存在する放射性核種の挙動が重要である。このうち、地下水中の放射性核種の挙動を説明するには、①酸化還元反応、②加水分解、③溶存しているイオンとの錯体形成、④沈澱、⑤吸着などが重要である。この中で、①酸化還元反応、②加水分解について簡単に説明するとともにそれらがどうして重要なのかも説明せよ。
- ✓ (4) 我々は平均すると年間 2.4mSv の線量を自然放射線から受けている。どのようなところからの放射線を受けているか。

第3問

下記文章の空欄①～⑮に入る語句を記せ。

放射線による気体の電離作用を用いる検出器は、①によって3種類に分類できる。①が最も低い領域を用いるものは②と呼ばれる。①が高くなると③が発生して大きな電流パルスを得られるようになる。この領域を用いる放射線検出器は、分解時間が小さく④の情報も得られる⑤と、⑥が多くなり④の情報も得られないが取扱が簡単で安価な⑦がある。分解時間が $4 \times 10^{-4} \text{s}$ の⑦で検出した γ 線のカウン
ト数が 1000s^{-1} の場合、⑥の割合は⑧パーセントに上る。
 $\frac{100}{4} = 2500$

γ 線のエネルギーを測定すると、複雑な⑨が得られる。 γ 線のエネルギーとほぼ等しいピークは⑩と呼ばれる。一方、⑩より低いエネルギー領域で観測される連続スペクトルの最大値を⑪と呼び、例えば γ 線のエネルギーが 2MeV の場合の⑪は⑫ MeV となる。⑬によって発生した⑭が周囲の電子と結合した際に放射される⑮ MeV の消滅 γ 線が1本ないし2本検出器外に漏れることで⑩より低いエネルギーに現れるピークもある。
1.02, 2.04, 3.06

第4問

下記の問に答えよ。

1. ICRPの1990年勧告で述べられている「放射線防護の3原則」について説明せよ。
2. 職業被ばくの実効線量限度とその根拠を説明せよ。
3. 放射線による癌の外照射治療に用いる場合、従来のX線や γ 線に対する陽子線や重粒子線の利点を説明せよ。