

問題 1 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 原子番号は、核内の陽子の数に等しい。
 B 中性子、陽子、電子の総称を核子という。
 C 質量数が等しい核種を同重体という。
 D 陽子の数が等しい核種を同位体という。

1 ACD のみ 2 AB のみ 3 BC のみ 4 D のみ 5 ABCD のすべて

解説 B 誤：原子核を構成する粒子を核子と呼ぶので、中性子と陽子は核子であるが、軌道電子は核外であるので、電子は核子に含まれない。原子番号 Z (陽子数に等しい) が同じ核種は同位体、質量数 A が等しい核種を同重体と呼んでいる。 **【解答】 1**

問題 2 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 原子核の半径は質量数の 3 乗根に比例する。
 B 原子の半径は原子番号の平方根に比例する。
 C 原子核のエネルギー準位は核子の結合状態によって決まる。
 D 原子のエネルギー準位は軌道電子の状態によって決まる。

1 ABC のみ 2 ABD のみ 3 ACD のみ 4 BCD のみ
 5 ABCD のすべて

解説 原子の半径は、原子核の半径の約 1 万倍の 10^{-8}cm である。したがって、原子核の半径 r [cm] と質量数 A との関係は、 $r = 1.2 \times 10^{-13} \cdot A^{1/3}$ が成立する。したがって、B は誤りである。原子核や原子のエネルギー準位はそれぞれ、核子の結合状態、軌道電子の状態によって決まる。 **【解答】 3**

問題 3 次の記述のうち、誤っているのはどれか。

- 1 陽子は中性子より質量が大きい。
 2 陽子と中性子の間で核力が作用する。
 3 中性子が単独で存在する場合は β^- 壊変する。
 4 重陽子の質量は、陽子と中性子の和より小さい。

解説 1 誤：陽子の質量 ($1.6726 \times 10^{-27}\text{kg}$) は中性子の質量 ($1.6749 \times 10^{-27}\text{kg}$) に比べて、わずかに小さい。したがって、重陽子 (陽子 2 個) の質量は陽子と中性子の和より小さい。自由な中性子は半減期が約 12 分で β^- 壊変により陽子に変わる。 **【解答】 1**

問題 1 特性 X 線に関する記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 特性 X 線は制動 X 線の放出に伴って発生する。
 - B 光電効果に伴って特性 X 線が放出されることがある。
 - C 特性 X 線のエネルギー分布は線スペクトルである。
 - D 特性 X 線は原子番号の小さい物質から発生しやすい。
- 1 ACD のみ 2 AB のみ 3 BC のみ 4 D のみ
5 ABCD すべて

解説 A 誤：軌道電子捕獲に伴う特性 X 線のように制動 X 線を伴わないものもある。D 誤：原子番号の大きい物質から発生しやすい。放射線のエネルギーのまとめ（表 1.2）を参照のこと。 **【解答】 3**

問題 2 オーージェ電子に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A K 殻電離に起因したオーージェ電子の放出は生じない。
 - B K オーージェ電子のエネルギーは K 殻電子の結合エネルギーと等しい。
 - C オーージェ電子の放出は原子番号の大きい核種ほど起きやすい。
 - D 同じ核種において、K オーージェ電子のエネルギーは L オーージェ電子のエネルギーより大きい。
- 1 ACD のみ 2 AB のみ 3 BC のみ 4 D のみ
5 ABCD すべて

解説 A 誤：K 殻電離に起因する K オーージェ電子放出が L 殻軌道の電子に対して起きると、L 殻に空孔ができ、この空孔より外側の軌道電子が埋める際、L オーージェ電子が放出される可能性がある。
B 誤：K オーージェ電子エネルギーは K 殻電子の結合エネルギーから K 殻に遷移した電子の軌道の結合エネルギーと放出された電子の軌道の結合エネルギーを引いた値になる。
C 誤：オーージェ電子放出は原子番号の大きい核種ほど起きにくい。

【解答】 4

問題 3 原子核の壊変に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A α 壊変が起きると中性子数が 2 つ増加する。
 - B β^- 壊変が起きると質量数が 1 つ増加する。
 - C 軌道電子捕獲が起きると原子番号が 1 つ減少する。
 - D β^+ 壊変が起きると中性子数が 1 つ増加する。
- 1 CD のみ 2 AB のみ 3 BC のみ 4 D のみ
5 ABCD すべて

解説 A 誤： α 壊変では親核種の原子番号が 2 つ、質量数が 4 つ減少する。すなわち、娘核種の中性子数は 2 つ減少する。
B 誤： β^- 壊変では質量数は変化しない。原子番号が 1 つ増加する。表 1.1 を参照すること。 **【解答】 1**

問題 4 核異性体に相当するのは、次のうちどれか。

- 1 陽子と中性子の数が入れ替わった核種
- 2 陽子の数が等しい核種
- 3 中性子の数が等しい核種
- 4 同じ核子構成で寿命の長い励起状態と基底状態の核種
- 5 核子の総数が等しい核種

解説 2 は同位体、3 は同中性子体、5 は同重体と呼んでいる。

核異性体については、p.10 記載のように ^{137}Ba と $^{137\text{m}}\text{Ba}$ を核異性体と呼んでいる。4 が正しい。

【解答】 4

問題 5 次の内部転換電子に関する記述のうち、正しい組合せはどれか。

- A L 殻からの内部転換電子のエネルギーは K 殻からの内部転換電子よりも高い。
 - B 内部転換係数は競合する γ 線の放出率 (a) に対する内部転換電子の放出率 (b) の比 (b/a) で与えられる。
 - C 内部転換電子が放出されるとニュートリノが放出される。
 - D 内部転換電子とオージェ電子は競合して放出される。
- 1 A と B 2 A と C 3 A と D 4 B と C 5 B と D

解説 内部転換電子は原子核の壊変現象ではないので、ニュートリノの放出には関係しない。また、内部転換電子は γ 線の放出と競合する現象であるので、C と D は誤りである。

【解答】 1

問題 6 原子核から単一エネルギーの粒子を放出する壊変はどれか。

- 1 自発核分裂 2 軌道電子捕獲 3 α 壊変 4 β^- 壊変
- 5 β^+ 壊変

解説 α 線のエネルギーは線スペクトル。自発核分裂で放出される核分裂生成物や中性子のエネルギーは連続分布である。 β^- 線や β^+ 線のエネルギーは連続分布である。軌道電子捕獲では粒子は放出しない。

【解答】 3

問題 1 次の記述のうち、正しい組合せはどれか。

- A 核反応の起こる断面積は、原子衝突の起こる断面積のほぼ 10^8 分の 1 である。
 - B 自発核分裂で生じる核分裂片のエネルギー分布は、連続スペクトルである。
 - C 核子当たりの結合エネルギーは、 ^{16}O より ^{56}Fe の方が小さい。
 - D 中性子は核外では壊変しないが、核内では壊変することがある。
- 1 A と B 2 A と C 3 B と C 4 B と D 5 C と D

解説 核反応の断面積は原子核の大きさに、原子衝突の断面積は原子の大きさに依存すると考えられるので A は正しい。核子当たりの結合エネルギーは、質量数が 60 付近で最も大きいので、C は誤りである。また、中性子は核外でも半減期約 12 分で β^- 壊変して陽子に変わるので、D も誤りである。

【解答】 1

問題 2 中性子と原子核との相互作用として起こりうるものの組合せは、次のうちどれか。

- A 核分裂 B 非弾性散乱 C 弾性散乱 D 捕獲
 1 ABC のみ 2 ABD のみ 3 ACD のみ 4 BCD のみ
 5 ABCD すべて

解 説 図 1.3 を参照すれば理解できるように、中性子と原子核の相互作用には A, B, C, D の他に粒子放出反応もある。 【解答】 5

問題 3 次の反応のうち、中性子捕獲反応はどれか。

- 1 (n, p) 2 (n, n') 3 (n, α) 4 (n, γ) 5 (n, f)

解 説 中性子捕獲反応とは、中性子を捕獲した複合核が粒子（光子を除く）を放出することなく生成核になる反応である。4 以外は複合核から粒子が放出されているので中性子捕獲反応でない。 【解答】 4

問題 1 荷電粒子の衝突阻止能に関する記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 入射粒子の有効電荷の 2 乗に比例する。
 B 入射粒子の質量に比例する。
 C 入射粒子の速度の 2 乗に逆比例する。
 D 物質の電子密度に依存しない。
 1 A と B 2 A と C 3 B と C 4 B と D 5 C と D

解 説 ベーテの式によると衝突阻止能は、物質の質量と原子番号（電子密度）に比例し、荷電粒子のエネルギーに逆比例するので B と D は誤りである。p.19 を参考にすること。 【解答】 2

問題 2 ^{226}Ra から放出される α 線 (4.78 MeV) の標準状態の空気（実効原子番号 7.14）における飛程は 3.32 cm である。この α 線のアルミニウム（密度 $2.7 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ）における飛程 [cm] として最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 0.0006 2 0.002 3 0.006 4 0.02 5 0.06

解 説 α 線の空气中、アルミニウム中での飛程 [cm] をそれぞれ、 R_a , R_b , 空気、アルミニウムの密度 [$\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$] をそれぞれ、 ρ_a , ρ_b とすると、 $R_a \cdot \rho_a = R_b \cdot \rho_b$ が成立する。

したがってアルミニウム中での飛程は

$$\begin{aligned} R_b &= 3.32 \text{ [cm]} \times \frac{0.001293 \text{ [g} \cdot \text{cm}^{-3}\text{]}}{2.7 \text{ [g} \cdot \text{cm}^{-3}\text{]}} \\ &= 0.0016 \text{ [cm]} \end{aligned}$$

【解答】 2

問題 3 β^- 線に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A β^- 線の物質中の減衰は指数関数で近似することはできない。
 B 飽和後方散乱係数は物質の原子番号とともに増大する。
 C β^- 線の最大飛程は β^- 線の最大エネルギーによって決まる。
 D β^- 線の平均エネルギーは、最大エネルギーの 1/4 程度である。
 1 A と B 2 A と C 3 B と C 4 B と D 5 C と D

解 説 β^- 線の減衰は物質の厚さの指数関数（式 1.36）で近似できるので A は誤り。 β^- 線の平均エネルギーは、最大エネルギーの 1/3 程度であるので D も誤りである。後方散乱係数は物質の原子番号とともに増大する。【解答】 3

問題 4 β 線の後方散乱に関する記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A β 線の後方散乱において、入射角と反射角は等しい。
 B β 線の後方散乱は散乱体の原子番号とともに増加する。
 C 後方散乱された β 線の角度分布は等方的である。
 D 散乱体の厚さを増加すると、後方散乱係数は飽和する。
 1 A と B 2 A と C 3 A と D 4 B と C 5 B と D

解 説 β 線は散乱体中で複雑な経路をとり、入射角と反射角は一般に等しいとは言えないので、A は誤り。後方散乱は、散乱体の原子番号が大きいほど多くなる。また、支持体の厚さとともに増加し、ほぼ一定になるので、B と D は正しい。後方散乱電子の角度分布は、散乱体の原子番号が大きいほど後方分布が増加する。等方的でないので、C は誤りである。【解答】 5

問題 5 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 光電効果で放出される電子のエネルギーは入射 γ 線のエネルギーと等しい。
 B 電子対生成が起きるエネルギー領域では光電効果は起きない。
 C 電子対生成で生じた電子と陽電子の運動エネルギーの和は入射 γ 線のエネルギーと等しい。
 D コンプトン散乱光子のエネルギーは連続スペクトルを示す。
 E コンプトン電子とコンプトン散乱光子のエネルギーの和は一定である。
 1 AB のみ 2 AE のみ 3 BC のみ 4 CD のみ 5 DE のみ

解 説 光電効果で放出される電子のエネルギーは、 γ 線エネルギーと放出される電子の結合エネルギーの差に等しいので A は誤り。電子対生成の起きるエネルギー領域においても光電効果、コンプトン散乱は起きる。確率はエネルギーに依存するので、B も誤り。電子対生成で生じた電子と陽電子の運動エネルギーの和は、入射 γ 線エネルギーと電子、陽電子の質量エネルギー 1.022 MeV の差に等しいので、C も誤りである。【解答】 5

問題 6 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A コンプトン散乱における質量減弱係数はほとんどの物質についてほぼ一定である。
 B 光子がトムソン散乱すると散乱角に応じてエネルギーが減じる。
 C 光子の運動量はそのエネルギーに比例する。
 D コンプトン電子のエネルギーはコンプトン散乱光子のエネルギーより常に小さい。
 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

解説 トムソン散乱では光子のエネルギーは変化しないので、Bは誤り。散乱 γ 線エネルギーとコンプトン電子エネルギーの大小関係は入射 γ 線エネルギー、コンプトン散乱角により変化するが、コンプトン電子のエネルギーが常に小さくなるとは限らないのでDも誤りである。
【解答】 2

問題 7 電子対生成に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 生成された陰電子と陽電子の運動エネルギーの和は、1.022MeVである。
 B 断面積は物質の原子番号とは無関係である。
 C 電子対生成の起きた位置で消滅放射線が発生する。
 D 線減衰係数は光子エネルギーの増加とともに増大する。
 1 ACDのみ 2 ABのみ 3 BCのみ 4 Dのみ
 5 ABCDすべて

解説 生成された陰電子と陽電子の運動エネルギーの和は、光子エネルギーから1.022 MeVを差し引いたエネルギーとなるので、Aは誤り。光子が1原子当たり電子対生成を起こす確率は物質の原子番号の2乗に比例するのでBも誤りである。陽電子がほぼ静止した位置で消滅放射線が発生するのでCも誤りである。
【解答】 4

問題 8 1 MeVの γ 線がアルミニウム(密度 $2.7 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$)に入射したとき、最初に相互作用を起こすまでに通過する距離[cm]の平均値として最も近いのは、次のうちどれか。ただし、1 MeV γ 線のアルミニウムに対する質量減弱係数は $0.061 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ とする。

- A 0.61 B 1.6 C 6.1 D 16 E 61

解説 電磁放射線は物質中で、以下のような指数関数で減衰する。

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

この式は、遮へい体中を深さ x まで相互作用を起こさないで通過してくる γ 線の割合を示すので、初めて相互作用を起こすまでに通過するまでの平均距離が、通過割合が e^{-1} になる距離、すなわち、 $1/\mu$ になることを意味する。線減弱係数は $2.7 \times 0.061 = 0.165 \text{ cm}^{-1}$ であるから、平均通過距離は $1/0.165 = 6.1 \text{ cm}$ となる。
【解答】 C

問題 9 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 速中性子は主に軌道電子との相互作用によりエネルギーを失う。
- B 核分裂中性子の平均エネルギーは約 2 MeV である。
- C 熱中性子は真空中で安定である。
- D 速中性子は重い原子核より軽い原子核により減速されやすい。

1 A と B 2 A と C 3 A と D 4 B と C 5 B と D

解 説 A 誤：中性子は電荷を持たないので、物質構成原子の軌道電子にクーロン力を及ぼさない。

B 正

C 誤：半減期約 12 分で陽子に壊変する。

D 正

【解答】 5

問題 10 チェレンコフ光に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 荷電粒子が物質中を光速より速く進むときに放射される。
- B 荷電粒子の進行方向を知ることができる。
- C 発光の持続時間がシンチレーション発光に比べて短い。
- D 荷電粒子が減速されるときに放射される。
- E 荷電粒子が結晶の格子面に沿って進むときに放射される。

1 ABC のみ 2 ABE のみ 3 ADE のみ 4 BCD のみ
5 CDE のみ

解 説 荷電粒子が物質中を通過するとき、荷電粒子の速度がその物質中の光速より速いときに光が発生する。また、光は荷電粒子の進行方向に対して一定の放射角（荷電粒子の速度と物質の屈折率に依存）で放出する。物質中を通過する荷電粒子のつくる電界によって付近の原子・分子が分極を起こす。これらの原子・分子は変形して分極前よりもエネルギーの高い状態になる。荷電粒子が通りすぎると、原子・分子は元に戻るが、このとき、分極前後の差に相当したエネルギーを電磁波の形で光として放出する。これを発見者の名前にちなんで、チェレンコフ光と呼んでいる。チェレンコフ光は、物質中の屈折率が大きい物質ほど媒質中での光速が小さくなるので、発生しやすい。荷電粒子のなかで、電子は最高速なので、チェレンコフ放射をしやすく、 γ 線は直接チェレンコフ光は生じないが、 γ 線でたたき出された光電子やコンプトン電子などがチェレンコフ光を起こすので、原子炉炉心でこの光を観察することができる。

【解答】 1

問題 1 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 質量阻止能は、質量エネルギー吸収係数と呼ばれることもある。
- B エネルギーフルエンスの単位には、 $\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$ が用いられる。
- C 1 原子質量単位は、約 931 MeV のエネルギーに相当する。
- D 1 mg の ^{226}Ra 原子核の 1 秒間の壊変数は、 3.7×10^{10} である。

- 1 ACD のみ 2 AB のみ 3 BC のみ 4 D のみ
- 5 ABCD すべて

解説

A : 質量阻止能は、荷電粒子の線量計算に用いられる。一方、質量エネルギー吸収係数は非荷電粒子線に適用される。B : 式 (1.49) を参照のこと。単位面積当たりのエネルギーである。C : 原子質量単位 (atomic mass unit : u) は、 ^{12}C の原子量の 1/12 を 1 u とした単位で、 $1 \text{ u} = 1.6605402 \times 10^{-27} \text{ kg}$ である。 $E=mc^2$ より、931.5 MeV となる。D : 1 mg の ^{226}Ra の 1 秒間の壊変数は 3.7×10^7 である。

【解答】 3

問題 2 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A カーマは、中性子や X 線に対して用いられる。
- B 照射線量は、制動 X 線、特性 X 線や γ 線に対して用いられる。
- C 吸収線量は、放射線と物質の種類を問わず定義される。
- D 吸収線量の単位は、カーマと同じである。

- 1 ACD のみ 2 AB のみ 3 BC のみ 4 D のみ
- 5 ABCD すべて

解説

すべて正しい。吸収線量は放射線と物質の種類を問わず定義されるが、カーマは非荷電放射線に適用される。吸収線量の単位と同じく、Gy を用いる。照射線量は光子 (X, γ 線) に適用される。p.35 ~ 36 の 3., 4. を参考にする。

【解答】 5

問題 1 放射線測定器に関して、関係の深いものの組合せは次のうちどれか。

- A イメージングプレート ————— 現像液
- B CsI (Tl) シンチレーション検出器 ——— フォトダイオード
- C 蛍光ガラス線量計 ————— レーザ光源
- D GM 計数管 ————— 多重波高分析器
- E Ge 検出器 ————— 光電子増倍管

- 1 AB のみ 2 AE のみ 3 BC のみ 4 CD のみ 5 DE のみ

解説

A 誤：イメージングプレートではなく、写真フィルム。B 正：フォトダイオードはシンチレータの光を検出し、電流パルスが発生させる。光電子増倍管に比べて小型にできる。C 正：銀イオンを励起させるため、紫外線レーザを照射する。D 誤：多重波高分析器は、エネルギースペクトル測定に用いるもの。GM 計数管には不要。E 誤：光電子増倍管は光電子を増幅するものでシンチレーション検出器に用いられる。Ge 検出器には不要。

【解答】 3

問題 2 GM 計数装置で 1 分間バックグラウンドを測定して 40 カウントを得た。次に試料を 2 分間測定したところ、1 440 カウントであった。この試料の正味計数率〔cpm〕およびその標準偏差〔cpm〕として最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 680 ± 5 2 680 ± 10 3 680 ± 15 4 680 ± 20
5 680 ± 25

解 説

式 (1.61) より正味計数率とその誤差は

$$(1440/2 - 40/1) \pm (1440/2^2 + 40/1^2)^{1/2} = 680 \pm 20 \text{ [cpm]} \quad \text{【解答】 4}$$

問題 3 分解時間が $200 \mu\text{s}$ の GM 計数管を用いて試料を測定したときの計数率が 1 分当たり 30 000 カウントであった。このときの数え落としの割合〔%〕として最も近い値は、次のうちどれか。

- A 2 B 6 C 10 D 20 E 60

解 説

式 (1.58) を参考に真の計数率を N 、実測の計数率を n とすると、数え落としの割合は、 $(N - n)/N = n\tau$ となる。

$$(30000/60) \times (200 \times 10^{-6}) = 0.1 \quad \text{【解答】 C}$$

問題 4 次のガスのうち、ガスフロー比例計数管用の計数ガスとして適当な組合せはどれか。

- A アルゴン 90 %とメタン 10 %の混合ガス
B ヘリウム 98 %とイソブタン 2 %の混合ガス
C メタンガス
D 酸素ガス
1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

解 説

計数ガスは、1 次ガスの希ガス（アルゴン、ヘリウム、キセノン）と消滅ガスの有機ガス（イソブタン、メタン）とまたはハロゲンガス（臭素）からなる。ガスフロー比例計数管用の計数ガスとしては、アルゴン 90 %とメタン 10 %の混合ガス（PR ガス）やメタンガスが使用される。 **【解答】 2**

問題 5 次の線量計のうち、個人線量計として適した組合せはどれか。

- 1 固体飛跡線量計、蛍光ガラス線量計、バブルディテクタ
2 TLD、蛍光ガラス線量計、フリック線量計
3 OSL 線量計、中性子レムカウンタ、固体飛跡線量計
4 TLD、フリック線量計、フィルムバッジ
5 セリウム線量計、TLD、ポケットチェンバ

解 説

フリック線量計、セリウム線量計は、それぞれ、酸化反応、還元反応の化学変化を利用したもので、大きな吸収線量を測定するときに用いられる。中性子レムカウンタは、減速型中性子線量計であり、サーベイメータとして使用される。 **【解答】 1**

問題 6 ある気体を封入した電離箱内に 5.3 MeV の α 線が 1 秒当たり平均で 100 個入射している。このときの測定電流の平均値が 3.2 pA であった。この気体の W 値 $[\text{eV}]$ に最も近いのはどれか。

イ 26 ロ 28 ハ 30 ニ 32 ホ 34

解 説 電離箱内で吸収される α 線のエネルギー $[\text{eV}]$ は、1 秒間当たり、 $5.3 \times 10^6 [\text{eV}] \times 100 [\text{s}^{-1}] = 5.3 \times 10^8 [\text{eV}]$ 。一方、生成するイオン対の数は、電

流値 $3.2 \times 10^{-12} [\text{A}] = [\text{C/s}]$ から、1 秒間当たり、 $3.2 \times 10^{-12} [\text{C/s}] / 1.6 \times 10^{-19} [\text{C}] = 2 \times 10^7 [\text{s}^{-1}]$ 。

したがって、 W 値 (1 イオン対をつくるのに費やされる放射線のエネルギー) は、 $W = 5.3 \times 10^8 / 2 \times 10^7 = 26.5 \text{ eV}$ 。 **【解答】イ**

問題 7 外界から熱的に絶縁された 1 辺の長さ 1 cm のアルミニウム立方体の中心に $1 \times 10^{10} \text{ Bq}$ の ^{32}P を入れ、これを 10 分間放置したとき、このアルミニウム立方体の温度は何度 $[\text{C}]$ 上昇するか。次のうち最も近いものを選べ。ただし、アルミニウムの密度は $2.7 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 、比熱は $0.90 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ 、 ^{32}P の β 線の平均エネルギーは 0.70 MeV とする。

1 0.00083 2 0.0046 3 0.13 4 0.28 5 4.7

解 説 発生する熱量は

$$1.0 \times 10^{10} [\text{Bq} = \text{s}^{-1}] \times 10 \times 60 [\text{s}] \times 0.7 \times 10^6 [\text{eV}] \\ \times 1.6 \times 10^{-19} [\text{J/eV}] = 0.67 [\text{J}]$$

アルミニウム 1 cm^3 を $1 \text{ }^\circ\text{C}$ 上昇させるのに要するエネルギーは

$$0.9 [\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}] \times 1 [\text{cm}^3] \times 2.7 [\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}] = 2.43 [\text{J} \cdot \text{K}^{-1}]$$

したがって、上昇する温度は

$$0.672 [\text{J}] / 2.43 [\text{J} \cdot \text{K}^{-1}] = 0.28 [\text{K}]$$

$0.28 \text{ }^\circ\text{C}$ 上昇する。

【解答】4

問題 1 次の線源と放射性核種の組合せのうち、正しくないものはどれか。

- 1 α 線源 ——— ^{210}Po
- 2 β 線源 ——— ^{90}Sr
- 3 γ 線源 ——— ^{60}Co
- 4 β^+ 線源 ——— ^{241}Am
- 5 中性子線源 ——— ^{252}Cf

解説 ^{241}Am は α 線と γ 線を出すが、 β^+ 線は放出しない。 ^{252}Cf は自発性核分裂により中性子を発生する。 ^{210}Po は $^{209}\text{Bi}(\text{n}, \gamma)^{210}\text{Bi}$ で生成した ^{210}Bi が β^- 壊変により生成される。半減期が 138 日であり、5.3 MeV の α 線を放出する。

【解答】 4

問題 2 次の加速装置に関する記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A サイクロトロンは、円軌道の磁束を変化させて電磁誘導により生じる円軌道に沿った起電力で荷電粒子を加速する。
- B バンデグラフ型加速装置は、アース側と電極間に絶縁ベルトを交互に往復させて交流電界により荷電粒子を加速する。
- C コッククロフト型加速装置は、倍電圧回路により高電圧を発生させ荷電粒子を加速する。
- D 線形加速器は、空洞共振器を並べた加速管中で高周波電界により荷電粒子を加速する。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

解説 A 誤：サイクロトロンは静磁場をかけて荷電粒子を円運動させ、デイトと呼ばれる 2 つの中空半月形の電極間に正負交互に電位差をかける。荷電粒子は電極間を通過するごとに加速される。B 誤：バンデグラフは絶縁ベルトを用いて電荷を運び、高電圧をつくり、直流電場により荷電粒子を加速する。

【解答】 5