

物 理 学	物理学のうち放射線に関する課目
化 学	化学のうち放射線に関する課目
生 物 学	生物学のうち放射線に関する課目

試験が始まる前に、このページの記載事項をよく読んでください。裏面以降の試験問題は、指示があるまで見てはいけません。

1 試験時間：15:00～17:00（2時間00分）

2 問題数：

物理学 五肢択一式 10問（20点）、多肢択一式 1問（10点）（30点満点）（6ページ）

化学 五肢択一式 10問（20点）、多肢択一式 1問（10点）（30点満点）（6ページ）

生物学 五肢択一式 10問（20点）、多肢択一式 1問（10点）（30点満点）（7ページ）

3 注意事項：

- ① 机の上に出してよいものは、受験票、鉛筆又はシャープペンシル（HB又はB）、鉛筆削り、消しゴム、時計（計算機能・通信機能・辞書機能等の付いた時計は不可）に限ります。
- ② 計算機（電卓）、定規及び下敷きの使用は認めません。
- ③ 不正行為等を防止するため、携帯電話等の通信機器は、必ず、電源を切ってカバン等の中にしまってください。
- ④ 問題用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁又は解答用紙の汚れなどに気付いた場合は、手を挙げて試験監督員に知らせてください。なお、試験問題の内容に関する質問にはお答えできません。
- ⑤ 試験終了の合図があったら、ただちに筆記用具を置いてください。
なお、試験監督員が解答用紙を集め終わるまで、席を離れてはいけません。
- ⑥ 問題用紙は持ち帰って結構です。
- ⑦ 不正行為を行った者は、受験資格を失ったものとみなし、試験室からの退出を命じます。また、試験終了後に不正行為を行ったことが発覚した場合、試験実施時にさかのぼり受験資格を失ったものとみなします。
- ⑧ 試験の課目は物理学、化学、生物学の3課目です。3課目について時間内に解答して下さい。

4 解答用紙（マークシート）の取扱いについて：

- ① 解答用紙を折り曲げたり汚したりしないでください。また、記入欄以外の余白には、何も記入しないでください。
- ② 筆記用具は、鉛筆又はシャープペンシル（HB又はB）を使用してください。また、記入を訂正する場合は、消しゴムできれいに消してください。
- ③ 解答用紙の所定の欄に氏名・受験地・受験番号を忘れずに記入してください。特に、受験番号は受験票と照合して間違えないよう記入してください。
- ④ 解答は、1つの問いに対して、1つだけ選択（マーク）してください。2つ以上選択している場合は、採点されません。

第 2 種

令和5年度 放射線取扱主任者試験

物 理 学

物理学のうち放射線に関する課目

次の問 1 から問 10 について、5 つの選択肢のうち適切な答えを 1 つだけ 選び、また、問 11 の文章の の部分について、解答群の選択肢のうち最も適切な答えを 1 つだけ 選び、注意事項に従って解答用紙に記入せよ。

問 1 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 真空中に単独で存在する中性子は β^- 壊変する。
- B 真空中に単独で存在する陽子の半減期は、おおよそ 30 分である。
- C 中性子の質量は、陽子の質量より大きい。
- D 電子の質量は、陽子の質量のおおよそ 180 分の 1 である。

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

問 2 3.0×10^{18} Hz の振動数を持つ光子の運動量 [$\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$] に最も近い値は、次のうちどれか。

ただし、プランク定数を $6.6 \times 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ とする。

- 1 6.6×10^{-27} 2 6.6×10^{-26} 3 6.6×10^{-25} 4 6.6×10^{-24} 5 6.6×10^{-23}

問 3 次の記述のうち、正しいものはどれか。

- 1 原子核の半径はその質量数の 1/3 乗に比例する。
- 2 原子の半径は原子核の半径に比例する。
- 3 陽子過剰な原子核の壊変では β^- 壊変を起こす。
- 4 安定な原子核では質量数が増加すると陽子数が中性子数より多くなる。
- 5 互いに同重体の関係にある核種は質量が等しい。

問 4 放射性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 壊変では半減期が短い核種ほど α 線のエネルギーが低い傾向にある。
- B β^+ 壊変ではニュートリノが放出される。
- C 電子捕獲では特性 X 線が放出されることがある。
- D β^- 壊変と β^+ 壊変の両方を壊変図式に持つ核種はない。

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

問5 核反応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 反応のQ値が負であれば吸熱反応である。
- B 非弾性散乱では、標的核のエネルギー状態は基底状態のままで変化しない。
- C 発熱反応のしきい値は0である。
- D 反応後に放出される粒子の角度ごとの反応断面積を励起関数という。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問6 重荷電粒子の物質に対する質量衝突阻止能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 速度の2乗に反比例する。
- B 物質の単位体積当たりの電子数に反比例する。
- C 運動エネルギーに反比例する。
- D 物質の原子番号の2乗に反比例する。

- 1 ABDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問7 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 光子のエネルギーがK吸収端より高い場合のみ光電効果は起きる。
- B コンプトン効果は軌道電子との衝突では起きない。
- C 100 keVの光子が水に入射した場合は主にコンプトン効果が起きる。
- D 10 MeVの光子が鉛に入射した場合は主に電子対生成が起きる。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとD 5 CとD

問8 電子対生成に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 電子対生成は光子のエネルギーが1.022 MeV以上の場合に起こる。
- 2 相互作用の結果、光子は消滅する。
- 3 生じた電子と陽電子は同じ運動エネルギーをもつ。
- 4 電子対生成は光子と物質中の原子核付近の電場との相互作用で起こる。
- 5 電子対生成の原子当たり断面積は物質の原子番号のほぼ2乗に比例する。

問9 次のうち、エネルギーの単位でないものはどれか。

1 N

2 cal

3 W·s

4 $\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}$

5 $\text{eV}\cdot\text{s}\cdot\text{A}\cdot\text{C}^{-1}$

問10 空気 10 cm^3 の吸収線量が 1.6 Gy のとき、その体積中に発生する電離電荷 $[\mu\text{C}]$ に最も近い値は、次のうちどれか。ただし、空気の密度を $0.0013\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 、空気のW値を 34 eV 、 $1\text{ eV}=1.6\times 10^{-19}\text{ J}$ とする。

1 0.6

2 0.7

3 0.8

4 0.9

5 1.0

問11 次の I、II の文章の の部分について、解答群の選択肢のうち最も適切な答えを1つだけ選べ。

I 質量 m の粒子の相対論的な運動に関しては、 c を真空中の光の速度とすると、運動量 p 、速度 v 、運動エネルギー K 、全エネルギー E の間には、以下の式が成り立つ。

$$p = m\gamma v \quad (1)$$

$$E = m\gamma c^2 \quad (2)$$

$$E = K + mc^2 \quad (3)$$

ここで、

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} \quad (4)$$

$$\beta = \frac{v}{c} \quad (5)$$

である。

(2) 式より質量の次元は[エネルギー/ c^2]である。

また、(1) 式、(2) 式より

$$E^2 = p^2 c^2 + \text{ A} \quad (6)$$

となる。(6) 式を変形すると、

$$p = \frac{E\beta}{c} \quad (7)$$

となり、運動量の次元は[エネルギー/ c]である。

これに従うと、電子の質量を $0.511 \text{ MeV}/c^2$ 、陽子の質量を $938 \text{ MeV}/c^2$ とし、それぞれの粒子が真空中 10.0 MV の電位差を動いて得る運動エネルギーは電子の場合で ア MeV 、陽子で 10.0 MeV となる。全エネルギーは電子の場合で 10.5 MeV 、陽子で イ MeV である。また、 β は、電子の場合で 0.998 、陽子で ウ となり、運動量はそれぞれ、電子の場合で エ MeV/c 、陽子で $137 \text{ MeV}/c$ となる。

< A の解答群 >

- | | | | | |
|--------|----------|------------|------------|------------|
| 1 mc | 2 mc^2 | 3 m^2c^2 | 4 m^2c^4 | 5 m^4c^4 |
|--------|----------|------------|------------|------------|

< ア、イの解答群 >

- | | | | |
|---------|---------|---------|--------|
| 1 0.051 | 2 0.100 | 3 0.511 | 4 1.00 |
| 5 5.11 | 6 10.0 | 7 51.1 | 8 92.8 |
| 9 908 | 10 928 | 11 948 | 12 968 |

< ウ、エの解答群 >

- | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 0.072 | 2 0.145 | 3 0.290 | 4 0.680 | 5 0.938 |
| 6 0.999 | 7 1.05 | 8 5.25 | 9 10.5 | 10 21.0 |

II 媒質中での光速 v_n を超える速度で荷電粒子が媒質を通過すると、光が放出される。媒質の屈折率が n の場合、 v_n は、

$$v_n = \frac{c}{n} \quad (8)$$

である。よって、光が放出される条件は荷電粒子の速度を v とすると、

$$v > v_n = \frac{c}{n} \quad (9)$$

となり、 n と β で表すと、

$$\text{C} > 1 \quad (10)$$

となる。

水の屈折率を $\frac{4}{3}$ とした場合、荷電粒子が水中で光を放出するしきいエネルギーは、電子の場合には MeV、陽子の場合には MeVとなる。

放射性同位元素 ${}^3\text{H}$ 、 ${}^{14}\text{C}$ 、 ${}^{32}\text{P}$ 、 ${}^{35}\text{S}$ 、 ${}^{63}\text{Ni}$ は β^- 線を放出するが、これらの核種の中で、放出された β^- 線が水中で光を放出する可能性のある核種はである。

< Bの解答群 >

- | | | |
|------------|----------|--------|
| 1 シンチレーション | 2 チェレンコフ | 3 レーザー |
| 4 ストークス | 5 エキシマ | |

< Cの解答群 >

- | | | | | |
|------------|--------------|--------------|---------------------|-------------------------|
| 1 $n\beta$ | 2 $n\beta^2$ | 3 $n^2\beta$ | 4 $\frac{\beta}{n}$ | 5 $\frac{\beta^2}{n^2}$ |
|------------|--------------|--------------|---------------------|-------------------------|

< オ、カの解答群 >

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| 1 0.13 | 2 0.26 | 3 0.39 | 4 0.51 |
| 5 120 | 6 240 | 7 480 | 8 940 |

< Dの解答群 >

- | | | | | |
|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| 1 ${}^3\text{H}$ | 2 ${}^{14}\text{C}$ | 3 ${}^{32}\text{P}$ | 4 ${}^{35}\text{S}$ | 5 ${}^{63}\text{Ni}$ |
|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|

第 2 種

令和5年度 放射線取扱主任者試験

化 学

化学のうち放射線に関する課目

次の問 1 から問 10 について、5 つの選択肢のうち適切な答えを 1 つだけ 選び、また、問 11 の文章の の部分について、解答群の選択肢のうち最も適切な答えを 1 つだけ 選び、注意事項に従って解答用紙に記入せよ。

問 1 放射性核種が壊変する際に原子番号が変化する場合がある。4 つの壊変様式の下に示した数字は、壊変毎の原子番号の増減を表したものである。各壊変の原子番号の増減が正しく表記されているものは次のうちどれか。

壊変様式				
	β^- 壊変	β^+ 壊変	軌道電子捕獲	核異性体転移
1	-1	+1	-1	+1
2	+1	-1	0	0
3	-1	+1	0	+1
4	+1	-1	+1	0
5	+1	-1	-1	0

問 2 壊変定数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 分岐壊変をするある核種の部分壊変定数 λ_1 、 λ_2 と、この核種の全壊変定数 λ の間には $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$ の関係がある。
- B 壊変定数 λ と平均寿命 τ の間には、 $\lambda\tau = 1$ の関係がある。
- C 親核種（壊変定数 λ_1 ）と娘核種（壊変定数 λ_2 ）が $\lambda_1 < \lambda_2$ の関係があるときは過渡平衡になる。
- D 壊変定数 λ と半減期 T の間には、 $\lambda T = 1/\ln 2$ の関係がある。

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

問 3 ラジオグラフィー用に ^{192}Ir の密封線源 380 GBq を購入した。放射能が 1/10 に減衰するまで使うとすると使用できる期間[日]に一番近いのは、次のうちどれか。

ただし、 $\ln 2 = 0.69$ 、 $\ln 10 = 2.3$ とし、 ^{192}Ir の半減期は 74 日とする。

- 1 150 2 200 3 250 4 300 5 350

問4 100 MBqの ^{90}Sr (半減期29年) と壊変して生成する核種 ^{90}Y (半減期64時間) が放射平衡にあるとき、原子数の比 ($^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$) として最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 1.7×10^{-4} 2 2.5×10^{-3} 3 2.8×10^2 4 4.0×10^3 5 5.8×10^4

問5 以下の元素のうち、複数の安定同位体をもつものの組合せはどれか。

- A O
B Na
C Mg
D Co

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問6 次の核種のうち、 β^- 線を放出するものの組合せはどれか。

- A ^{22}Na
B ^{57}Co
C ^{60}Co
D ^{137}Cs
E ^{210}Po

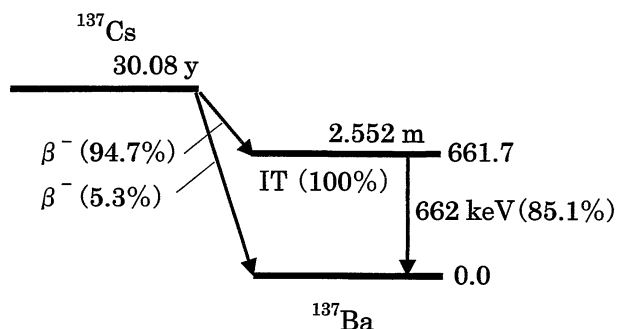
- 1 AとB 2 AとE 3 BとD 4 CとD 5 CとE

問7 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A ^{11}C は年代測定に用いられる。
B 室内におけるRnによる被ばくの低減には、換気が有効である。
C ^{35}S は β^+ 壊変して ^{35}P になる。
D ^{40}K の壊変生成物は ^{40}Ar と ^{40}Ca である。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問8 次の記述のうち、壊変図式からわかる正しいものの組合せはどれか。なお、 ^{137}Cs 密封線源は製造から十分時間が経過しているものとする。



- A ^{137}Cs の半減期は30.08年である。
- B ^{137}Cs 密封線源では、 ^{137}Cs と ^{137}Ba は永続平衡の状態となっている。
- C ^{137}Cs 密封線源中での ^{137}Cs と $^{137\text{m}}\text{Ba}$ の原子数は同じである。
- D ^{137}Cs の壊変過程における662 keV γ 線の放出割合は80.6%である。

- 1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問9 放射線と物質の相互作用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 水中でのLETは、3 MeVの陽子に比べて15 MeVの陽子のほうが小さい。
- B 水和電子は還元力をもつ。
- C アラニン線量計は、放射線によるアラニンの重合反応を利用する。
- D ラジカルスカベンジャーは、放射線照射で生成するラジカルを長寿命化する。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問10 ^{241}Am 及びその密封線源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 ^{241}Am の壊変過程では、 α 線、 γ 線、X線が放出される。
- B ^{241}Am 密封 γ 線源からは、 α 線と γ 線が放出されている。
- C ^{241}Am 密封 α 線源からは、 α 線、 γ 線、X線が放出されている。
- D ^{241}Am -Be密封中性子線源からは、中性子のみが放出されている。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問11 次のⅠ、Ⅱの文章の□の部分について、解答群の選択肢のうち最も適切な答を1つだけ選べ。

Ⅰ 放射線の吸収線量率測定に利用されるフリッケ線量計は、放射線照射によって□A□イオンが□ア□されて生成する□B□イオンの生成量が吸収線量に比例することを利用している。□B□イオンの生成量は水溶液の吸光度を測定して求めることができる。

□C□値は物質中で放射線のエネルギー100 eVを吸収した際に生成するイオン数で定義され、フリッケ線量計のこの反応の□C□値は15.6である。

□A□イオンの硫酸塩水溶液100 gを1時間⁶⁰Co線源で照射した時、□B□イオンが 1.0×10^{19} 個生成した。この水溶液が吸収したエネルギーは□D□Jと見積もられる。ただし、 $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ とする。この値から、水溶液□E□g当りに換算することによって、水溶液が吸収した線量率 $[\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}]$ を求めることができる。

< A、Bの解答群 >

- | | | | | |
|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 1 Fe ²⁺ | 2 Fe ³⁺ | 3 Cu ⁺ | 4 Cu ²⁺ | 5 Ce ³⁺ |
| 6 Ce ⁴⁺ | | | | |

< アの解答群 >

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 1 中和 | 2 還元 | 3 酸化 | 4 分解 | 5 分離 |
| 6 析出 | | | | |

< Cの解答群 >

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 A | 2 G | 3 K | 4 Q | 5 S |
| 6 W | | | | |

< Dの解答群 >

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 0.1 | 2 0.2 | 3 0.6 | 4 1.0 | 5 1.6 |
| 6 6.0 | 7 10 | 8 60 | 9 160 | |

< Eの解答群 >

- | | | | | |
|-------|-----|------|-------|---------|
| 1 0.1 | 2 1 | 3 10 | 4 100 | 5 1,000 |
|-------|-----|------|-------|---------|

II 気体中で、放射線によって1対のイオン対を作るのに必要な平均エネルギーを **F** 値という。
F 値は気体の **G** により変化するが、放射線の種類やエネルギーにはあまり依存しないことが知られている。ある気体の **F** 値が33 eVのとき、その気体のイオン生成の **C** 値は約 **H** となる。

<Fの解答群>

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 A | 2 G | 3 K | 4 Q | 5 S |
| 6 W | | | | |

<Gの解答群>

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 1 種類 | 2 密度 | 3 温度 | 4 粘度 | 5 圧力 |
|------|------|------|------|------|

<Hの解答群>

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-----|------|
| 1 0.3 | 2 0.6 | 3 1 | 4 3 | 5 10 |
| 6 30 | 7 100 | 8 300 | | |

第 2 種

令和5年度 放射線取扱主任者試験

生 物 学

生物学のうち放射線に関する課目

次の問 1 から問 10 について、5 つの選択肢のうち適切な答えを 1 つだけ 選び、また、問 11 の文章の の部分について、解答群の選択肢のうち最も適切な答えを 1 つだけ 選び、注意事項に従って解答用紙に記入せよ。

問 1 生体を構成する分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 生体を構成する分子として最も多いのは水である。
- B タンパク質の翻訳後修飾は細胞内の情報伝達に関わる。
- C 不要になったタンパク質は分解される。
- D 核酸はアミノ酸が鎖状に連結した高分子である。

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

問 2 γ 線の生物作用を利用した応用例と照射される γ 線の吸収線量として、適切なものの組合せは次のうちどれか。

応用例	吸収線量
A 動物飼料の滅菌	5 Gy
B ウリミバエの不妊化	70 Gy
C ジャガイモの芽止め	100 Gy
D 米の品種改良	300 Gy

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

問 3 次の記述のうち、正しいものはどれか。

- 1 ベルゴニー・トリボンドーの法則では、分裂が盛んな組織ほど感受性が高く、細胞が未分化なほど感受性が低くなる。
- 2 放射線による脱毛は、真皮に存在する毛根細胞が死滅することで起こる。
- 3 5 GyのX線を急性全身被ばくした場合、最初に生じる症状は吐き気および嘔吐である。
- 4 放射線白内障は、しきい線量が10 Gy程度とされている。
- 5 50 GyのX線を急性全身被ばくした場合の中樞神経症状は、大脳の神経細胞が減少することで生じる。

問4 放射線発がん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 ラジウム時計文字盤工（ダイヤルペインター）において、骨がんの増加が見られた。
- B ウラン鉱山労働者において、肺がんの増加が見られた。
- C トリウムを含む造影剤（トロトラス）を投与された患者において、肝がんの増加が見られた。
- D チョルノービリ（チェルノブイリ）原子力発電所事故後に、小児の甲状腺がんの増加が見られた。

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

問5 次の放射線障害のうち、確率的影響に分類されるものの組合せはどれか。

- A 遺伝性（的）影響
- B 不妊
- C 白血病
- D 奇形

- 1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問6 環境放射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 環境中に存在するトリチウムは、原子力発電所由来のものがほとんどである。
- B 環境中に存在する¹³⁷Csは、人工的に生成されたものがほとんどである。
- C 日本における自然放射線による1人当たりの年間の平均被ばく線量は、内部被ばくより外部被ばくのほうが多い。
- D 日本における自然放射線による1人当たりの年間の平均被ばく線量は、世界平均よりも低い。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問7 X線照射による同一吸収線量でのDNA損傷の生成頻度（正常ヒト細胞1個あたりの生成数）の比較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 有酸素条件下の照射は、無酸素条件下の照射に比べてDNA鎖切断の生成頻度が低い。
- B DNA損傷の生成頻度への間接作用による寄与は、直接作用による寄与よりも大きい。
- C DNA二本鎖切断の生成頻度は、DNA塩基損傷の生成頻度よりも高い。
- D DNA-タンパク質架橋の生成頻度は、DNA一本鎖切断の生成頻度よりも低い。

- 1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問8 放射線によって生じる次の染色体異常のうち、安定型異常の組合せはどれか。

- A 環状染色体
- B 欠失
- C 転座
- D 二動原体染色体

- 1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問9 次の照射条件で正常ヒト線維芽細胞を2 Gy照射したときの、生存率の高さが正しく示されているものはどれか。

- A 大気環境下での 250 kVp X線
- B 100%窒素ガス環境下での 250 kVp X線
- C 100%酸素ガス環境下での 250 kVp X線
- D 大気環境下でのがん治療用重粒子線のブラッグピーク部

- 1 A > B ≒ C > D
2 B > C ≒ D > A
3 B > A ≒ C > D
4 A ≒ C > D > B
5 C > A ≒ B > D

問10 放射線の医学利用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 X線によるがん治療では、分割照射が行われている。
- B 陽子線によるがん治療では、ブラッグピークを利用している。
- C MRI検査では、 β^- 線源が用いられている。
- D PET診断では、 β^- 線源が用いられている。

- 1 ABDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問 11 次の文章の□の部分について、解答群の選択肢のうち最も適切な答えを1つだけ選べ。

骨髓などにある造血組織は、人体中で最も放射線感受性の高い組織・器官の1つである。骨髓中にはすべての血球の元となる造血幹細胞があり、これから増殖分化した細胞が、成熟して赤血球や白血球などとして末梢血中に供給されていく。X線やγ線を全身に急性被ばくした後に適切な医療処置を行わない場合、60日以内に約50%が死亡する線量（半致死線量）は□ア Gy程度であるが、この時の主な死因はこの造血組織の損傷である。被ばくした造血幹細胞は増殖が阻害され、血球の末梢血への供給が止まる。すると末梢血中での血球の寿命に応じて末梢血中の細胞数が減少してその機能が果たされなくなり、個体の死に至る場合もある。末梢血中の血球数減少の程度や時期、期間は、被ばく線量や血球の種類によって異なる。

赤血球は全身の組織に□A を運ぶ働きをし、□B は傷口で血液を凝固させ出血を止める働きをする。血球系の中で末梢血中の血球数減少が遅いのは赤血球と□B である。この両者には核が無く放射線致死感受性が低いため、血球の寿命を迎えてから血球数が減少する。□B の寿命は7日から10日と言われている。さらに赤血球では寿命が約□イ 日程度と長いため骨髓からの供給低下の影響が現れにくい。これに対し、末梢血中の血球数が最も早く減少するのは□C である。これは、末梢血への供給減少に加えて、末梢血中の成熟した細胞が放射線被ばく後□D による急激な細胞死を起こすためである。このため末梢血中の細胞数は被ばく後24時間以内に急速に減少し、回復も遅い。□C は□E 機能を担う細胞であるため、これが減少すると感染症を起こしやすくなる。

死亡を免れて回復、生存できた場合でも、損傷を受けた造血組織の細胞に突然変異が起こるなどして発がん（白血病など）に繋がる可能性がある。造血組織は発がんに関しても放射線感受性が高いとされている。ICRP2007年勧告は、個々の臓器・組織における放射線発がんと遺伝性（的）影響の起こりやすさを考慮して□F 係数を定めており、骨髓（赤色）には□ウ が与えられている。これはICRP2007年勧告中で最も大きい数値である。原爆被爆生存者の追跡調査では、白血病は固形がん□G 発症している。

<アの解答群>

- | | | | | | | | |
|---|-----|---|-----|---|------|---|-------|
| 1 | 1~2 | 2 | 3~5 | 3 | 6~10 | 4 | 11~16 |
|---|-----|---|-----|---|------|---|-------|

<A~Dの解答群>

- | | | | | | |
|----|--------|----|--------|----|-----------|
| 1 | グルコース | 2 | ブドウ糖 | 3 | アミノ酸 |
| 4 | 酸素 | 5 | 窒素 | 6 | DNA |
| 7 | 赤血球 | 8 | 脂肪球 | 9 | リンパ球 |
| 10 | 血小板 | 11 | アポトーシス | 12 | エンドサイトーシス |
| 13 | ネクローシス | | | | |

<イの解答群>

1 15 2 30 3 60 4 120 5 240
6 360

<E～Gの解答群>

1 運動 2 消化 3 呼吸
4 免疫 5 線質 6 放射線加重
7 線量・線量率効果 8 組織加重 9 より早い時期から
10 と同時期に 11 より遅い時期に

<ウの解答群>

1 0.01 2 0.04 3 0.05 4 0.08 5 0.12
6 0.20