

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）

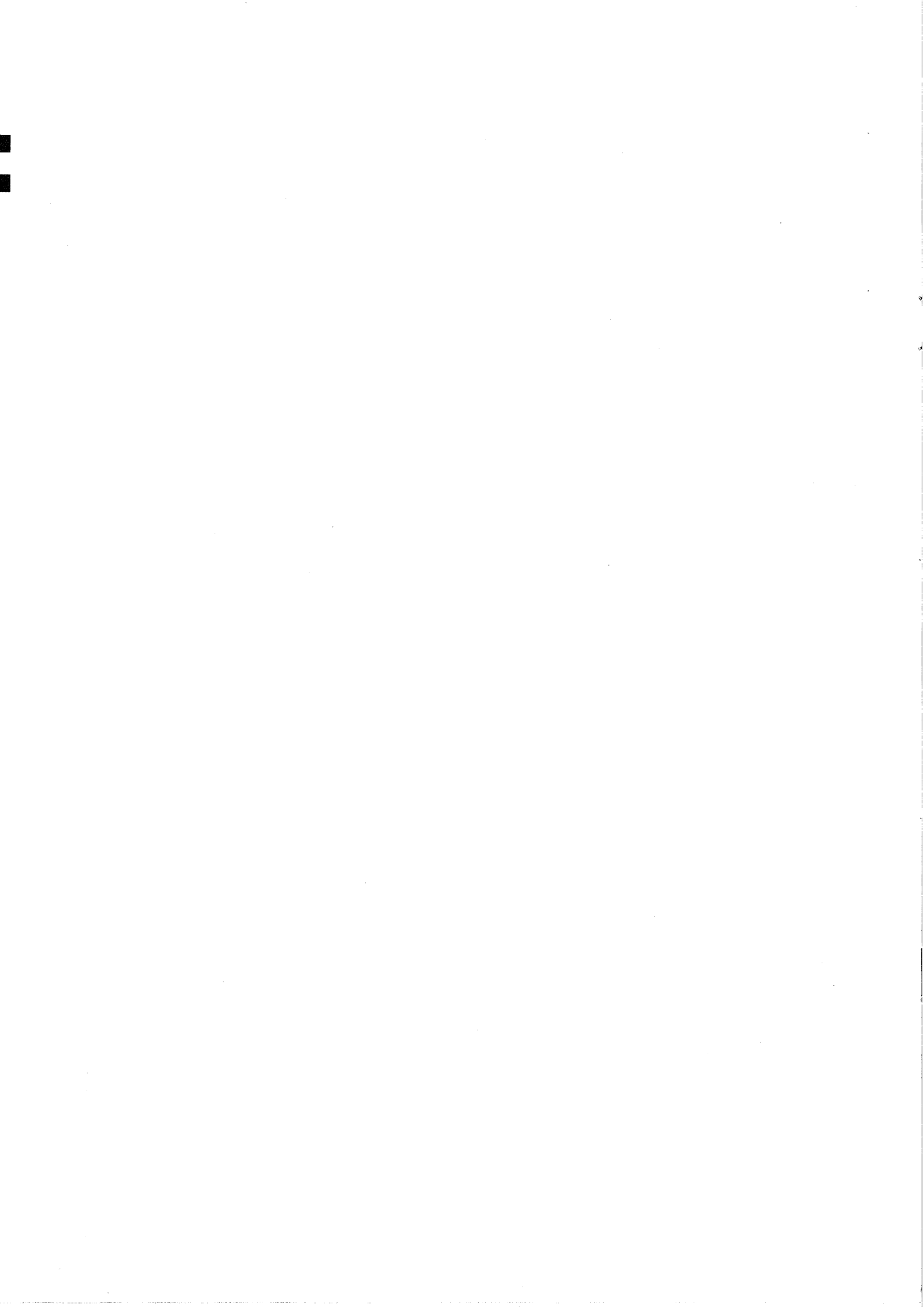
生物学 五肢択一式 10問（20点）、多肢択一式 1問（10点）（30点満点）（7ページ）

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 2 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 α 粒子 (${}^4\text{He}$ 原子核) の核子当たりの結合エネルギー [MeV] として、最も近い値は次のうちどれか。ただし、 ${}^4\text{He}$ 原子、陽子、中性子および電子の質量を、それぞれ 4.00260 u、1.00728 u、1.00867 u、0.00055 u とする。また、1 u = 932 MeV とする。

- 1 3.8 2 7.1 3 10.5 4 16.4 5 28.3

問 2 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 内部転換に伴い、 γ 線が放出される。
- B EC 壊変に伴い、特性 X 線あるいはオージェ電子が放出される。
- C 核分裂に伴い放出される中性子のエネルギーは連続スペクトルを示す。
- D β^- 壊変に伴い、質量数が 1 だけ増加する。

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

問 3 光電効果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 γ 線と自由電子との衝突では起きない。
- B 光電子の運動エネルギーは、入射 γ 線のエネルギーよりも、常に低い。
- C 光電効果の原子断面積は、原子番号が大きくなるに従い小さくなる。
- D 光電効果の原子断面積は、入射 γ 線のエネルギーが高くなるに従い大きくなる。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問4 122.1 keVの光子がK軌道電子との光電効果で吸収された。光電子が放出され、引き続き特性X線 (K_α線) が発生した。このとき、光電子の運動エネルギー[keV]として、最も近い値は次のうちどれか。ただし、K軌道電子の結合エネルギーを69.5 keVとする。

- 1 10.9 2 52.6 3 69.5 4 122.1 5 191.6

問5 コンプトン散乱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 コンプトン散乱は光子が物質中の電子によって散乱される現象である。
- B コンプトン電子の運動エネルギーの最大値は入射光子のエネルギーである。
- C スペクトルに現れるコンプトンエッジの位置 (エネルギー) は検出器の素材により異なる。
- D コンプトン散乱の原子断面積は、物質の原子番号にほぼ比例する。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとD 5 CとD

問6 ある単一エネルギーの細い光子束に対する遮蔽板の半価層が1.3 cmであった。線減弱係数 [cm^{-1}]として、最も近い値は次のうちどれか。ただし、 $\ln 2 = 0.693$ とする。

- 1 0.25 2 0.33 3 0.40 4 0.48 5 0.53

問7 中性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 核外にある中性子には寿命がある。
- B 高速中性子が陽子と衝突すると、運動エネルギーは平均で約 $1/2$ になる。
- C 熱中性子が原子核に捕獲されると、 γ 線が放出されることがある。
- D 中性子の捕獲断面積は、物質の原子番号のみに依存する。

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

問8 荷電粒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 α 粒子は原子核の近傍を通過するとき大きく散乱されることがある。
- B 質量衝突阻止能は、物質の原子番号が高いほど大きい。
- C 荷電粒子が物質中を通過するとき、単位距離を進むごとに失う平均のエネルギーを線阻止能という。
- D β 線の空気に対するW値は、約34 eVである。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 BCのみ 4 Dのみ 5 ABCDすべて

問9 放射線の遮蔽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 線に対する防護では、外部被ばくを考慮する必要がない。
- B β^+ 線の遮蔽では、消滅放射線を考慮する必要がある。
- C γ 線の遮蔽では、散乱によるビルドアップを考慮する必要がある。
- D 中性子線の遮蔽には、水が有効である。

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

問10 次の量と単位の関係のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 放射能 — $\text{s}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$
- B LET — $\text{J} \cdot \text{m}^{-1}$
- C 質量減弱係数 — $\text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$
- D 吸収線量 — $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$
- E 粒子フルエンス — $\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

1 ABEのみ 2 ACDのみ 3 ADEのみ 4 BCDのみ 5 BCEのみ

問 11 放射線のエネルギーに関する次の 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。なお、選択肢は必要に応じて 2 回以上使ってもよい。

I ニュートン力学において、質量 m 、速度 v の粒子の運動量 p_0 と運動エネルギー T_0 はそれぞれ、

$$p_0 = \text{A} \quad (1)$$

$$T_0 = \text{B} \quad (2)$$

である。

一方 では、速度が光速 c に近いときには、運動量 p と全エネルギー E は、 $\beta = \frac{v}{c}$ とす

ると、それぞれ、

$$p = \frac{mv}{\text{C}} \quad (3)$$

$$E = T + mc^2 = \sqrt{p^2 c^2 + m^2 c^4} = \frac{mc^2}{\text{C}} \quad (4)$$

である。(4) 式で、 T は運動エネルギー、 mc^2 は エネルギーである。なお、 を β^2 の多項式で近似すると、

$$E \approx mc^2 \left(1 + \frac{1}{2} \beta^2 + \frac{3}{8} \beta^4 \right) = mc^2 + \text{D} + \frac{3}{8} mv^2 \beta^2 \quad (5)$$

となる。(5) 式で $\beta \ll 1$ ならば、第三項は無視でき、 T がニュートン力学における T_0 と一致する。また、(4) 式を質量のない光子に適用すると、光子のエネルギー E_γ と運動量 p の関係式、

$$E_\gamma = \text{ウ} \quad (6)$$

を得る。

< A ~ D の解答群 >

- | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1 $\frac{1}{2}mv$ | 2 $\frac{1}{2}mc$ | 3 $\frac{1}{2}mv^2$ | 4 $\frac{1}{2}mc^2$ | 5 mv |
| 6 mc | 7 mv^2 | 8 mc^2 | 9 $\sqrt{1+\beta}$ | 10 $\sqrt{1-\beta}$ |
| 11 $\sqrt{1+\beta^2}$ | 12 $\sqrt{1-\beta^2}$ | | | |

< ア ~ ウ の解答群 >

- | | | | | |
|----------|----------|--------|--------|-----------------|
| 1 相対論 | 2 量子論 | 3 解析力学 | 4 電磁気学 | 5 熱 |
| 6 重力 | 7 静止 | 8 クーロン | 9 pc | 10 $\sqrt{2}pc$ |
| 11 $2pc$ | 12 $4pc$ | | | |

II ^{252}Cf の自発核分裂で生じた $T=4.7\text{ MeV}$ の $\boxed{\text{エ}}$ について、その速度 $v[\text{m}\cdot\text{s}^{-1}]$ を概算する。ただし、この粒子の $\boxed{\text{イ}}$ エネルギーを 940 MeV とし、 $\beta^2 \ll 1$ を仮定できるものとする。

まず、この粒子の質量を m とすると、

$$mc^2 = 940\text{ MeV} \quad (7)$$

である。次に、求める速度 v について、

$$\frac{1}{2}mv^2 = 4.7\text{ MeV} \quad (8)$$

である。ここで、

$$\frac{(8)\text{ 式の左辺}}{(7)\text{ 式の左辺}} = \frac{(8)\text{ 式の右辺}}{(7)\text{ 式の右辺}}$$

を計算して m を消去すると、

$$\left(\frac{v}{c}\right)^2 = \frac{1}{\boxed{\text{E}}} \quad (9)$$

より、

$$v = \frac{c}{\sqrt{\boxed{\text{E}}}} = \boxed{\text{F}}\text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \quad (10)$$

と求まる。ただし、光速度 c は $3.0 \times 10^8\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ とする。

<エの解答群>

- | | | | |
|----------|-------|---------------|-------|
| 1 ニュートリノ | 2 中性子 | 3 α 粒子 | 4 陽電子 |
|----------|-------|---------------|-------|

<E、Fの解答群>

- | | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 1 50 | 2 100 | 3 200 | 4 400 | 5 800 |
| 6 1×10^6 | 7 3×10^6 | 8 1×10^7 | 9 3×10^7 | 10 1×10^8 |

第 2 種

令和 2 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 ある線源の放射能は、製造から 20 日間経過時に 800 kBq、60 日間経過時に 200 kBq であった。100 日間経過時の放射能[kBq]として、最も近い値は次のうちどれか。

- 1 25 2 50 3 75 4 100 5 125

問 2 炭酸カリウム (K_2CO_3) が 28 g あるとき、その放射能[MBq]に最も近い値は、次のうちどれか。ただし、カリウム (K) は質量数 40 とし、 ^{40}K の半減期を 4.0×10^{16} s、アボガドロ定数を $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ とする。また、 K_2CO_3 の式量を 140 とし、 $\ln 2 = 0.693$ とする。

- 1 0.5 2 1 3 2 4 4 5 8

問 3 元素の周期表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 一番上の行 (第1周期) の元素では、L殻が最外殻である。
- B 下の行ほど (周期が増えるに従って)、電子の占める電子殻の数は増える。
- C 一番左の列 (第1族) の元素では、最外殻の電子数は1である。
- D 性質の類似した元素が同じ列 (族) に並んでいる。

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

問4 水中で放射線によって生成する活性種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 $\cdot\text{H}$ が水分子の解離によって生成する。
- B $\cdot\text{OH}$ は還元剤として働く。
- C 水和電子は還元剤として働く。
- D 活性種の収率は pH に依存しない。
- E 活性種の収率は LET に依存する。

- 1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACEのみ 4 BDEのみ 5 CDEのみ

問5 中性子線源 ^{241}Am -Beで利用されている主な核反応として正しいものは、次のうちどれか。

- 1 ${}^9\text{Be}(\gamma, 2n){}^7\text{Be}$
- 2 ${}^9\text{Be}(\gamma, n){}^8\text{Be}$
- 3 ${}^9\text{Be}(\alpha, 2n){}^{12}\text{C}$
- 4 ${}^9\text{Be}(\alpha, n){}^{12}\text{B}$
- 5 ${}^9\text{Be}(\alpha, n){}^{12}\text{C}$

問6 放射性同位元素装置機器に利用される核種について、放出される β 線の最大エネルギーが低い方から順に並べられたものは、次のうちどれか。

- 1 ${}^{63}\text{Ni} < {}^{147}\text{Pm} < {}^{90}\text{Y}$
- 2 ${}^{85}\text{Kr} < {}^{90}\text{Sr} < {}^{63}\text{Ni}$
- 3 ${}^{90}\text{Y} < {}^{85}\text{Kr} < {}^{90}\text{Sr}$
- 4 ${}^{147}\text{Pm} < {}^{63}\text{Ni} < {}^{85}\text{Kr}$
- 5 ${}^{90}\text{Sr} < {}^{90}\text{Y} < {}^{147}\text{Pm}$

問7 β 線と γ 線の両方を放出する線源として正しいものの組合せは次のうちどれか。

- A ^{60}Co
- B ^{90}Sr
- C ^{131}I
- D ^{192}Ir

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

問8 ウラン系列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 ^{234}U から始まる。
- B ^{226}Ra を含む。
- C ^{210}Po を含む。
- D ^{208}Pb で終わる。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問9 放射性物質に対して用いられる次の除染剤の化学的性質に関する記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 水は極性溶媒である。
- B 除染剤を用いるときは化学的活性度の高い薬剤から順に試す。
- C 中性洗剤は界面活性剤を含む。
- D EDTA-2ナトリウム水溶液はキレート形成を利用した除染剤である。

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

問10 内部被ばくによる被ばく線量を低減化するために有効な薬剤として、適切なものの組合せは次のうちどれか。

- A ヨウ化カリウム
- B フェロシアン化第二鉄 (プルシアンブルー)
- C アセチルサリチル酸 (アスピリン)
- D ミソニダゾール

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 C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えを 1 つだけ選べ。

I すべての物質は原子により構成されている。原子の大きさは [ア] m 程度であり、原子の中心には、さらにその数万分の 1 の大きさの正の電荷をもった原子核があり、その周りに [A] が分布している。原子核を構成する陽子と中性子の質量はほぼ等しく、[A] の質量の約 1,840 倍であり、原子核内の陽子と中性子の数の和を [B] という。1 モルの原子の質量は、原子核内の陽子と中性子の数の和である [B] にグラムをつけた値に近く、[A] の質量はほとんど無視できる。原子は [A] を出しあって形成する共有結合などによって、分子をつくる。このようにしてつくられた分子がどのような化学的性質を持つかは、[A] の分子内分布で決まるともいえる。

同一の [C] を持つ原子は共通の化学的性質を持ち、それぞれの元素を構成する。[A] の数は、中性原子では陽子の数に等しく、陽子の数が元素を決め、各元素に対応する [C] になっている。同じ元素、すなわち、同じ [C] でありながら、中性子の数が異なる、すなわち、[B] が異なる原子は互いに [D] と呼ばれる。元素の原子量とは、元素の原子の質量を一定の基準で定めたものであり、現在、用いられている基準は、[B] 12 の炭素原子の質量を 12 としている。なお、複数の [D] からなる元素の原子量は、存在度の重みを付けて平均をとることで得られる。

<アの解答群>

- | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 10^{-6} | 2 10^{-8} | 3 10^{-10} | 4 10^{-12} | 5 10^{-14} |
| 6 10^{-16} | 7 10^{-18} | 8 10^{-20} | | |

<Aの解答群>

- | | | | |
|----------|-------|------|-------|
| 1 ニュートリノ | 2 中間子 | 3 電子 | 4 陽電子 |
|----------|-------|------|-------|

<Bの解答群>

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| 1 分子量 | 2 分子数 | 3 電子数 | 4 質量数 |
|-------|-------|-------|-------|

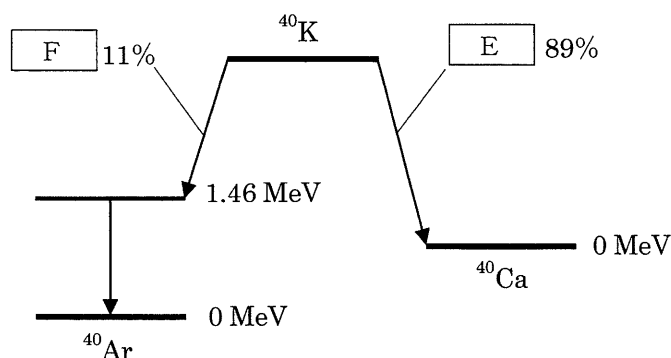
<Cの解答群>

- | | | | |
|--------|-----------|-------|--------|
| 1 原子番号 | 2 原子スペクトル | 3 電荷数 | 4 電子密度 |
|--------|-----------|-------|--------|

<Dの解答群>

- | | | | |
|--------|-------|---------|-------|
| 1 核異性体 | 2 同位体 | 3 同中性子体 | 4 同重体 |
|--------|-------|---------|-------|

II 地殻中に存在し、動植物にとって必須元素であるカリウムは、天然同位体存在度が ^{39}K : 93.26%、 ^{40}K : 0.0117%、 ^{41}K : 6.73% であり、カリウムの原子量は 39.10 となる。このうち、 ^{40}K は半減期 12.5 億年の放射性核種であり、46 億年前に地球が誕生したとすると誕生時における ^{40}K の存在量は現在の 倍に近い値であったと推定される。



上図に示したように、 ^{40}K の放射壊変において、89%が して ^{40}Ca になり、11%が を起こし 1.46 MeV の光子を放出して ^{40}Ar になる。

地球大気中に約 1%含まれている気体アルゴンの 99.6%は ^{40}Ar であり、これは主に ^{40}K から生成したと考えられる。他に ^{36}Ar が 0.34%、 ^{38}Ar が 0.06%存在し、アルゴンの原子量は 39.95 となる。その結果、アルゴンとカリウムでは原子番号順で原子量の逆転が起きている。

カリウムは、 などとともにアルカリ金属と呼ばれ、1 価の陽イオンになりやすい。カルシウムは、 などとともにアルカリ土類金属と呼ばれ、2 価の陽イオンになりやすい。一方、アルゴンは希ガス（貴ガス）の一種で、化学的に安定で反応しない。

<イの解答群>

- 1 4 2 8 3 13 4 17

<E、Fの解答群>

- 1 α 壊変 2 β^- 壊変 3 β^+ 壊変 4 EC壊変
5 核異性体転移 6 内部転換 7 自発核分裂

<G、Hの解答群>

- 1 C 2 Cd 3 Co 4 Cr 5 Cs
6 Cu 7 S 8 Sb 9 Si 10 Sr

第 2 種

令和 2 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 次の文章の A B C に入る語句として、最も適切なものの組合せはどれか。

細胞内の染色体 A のもっている遺伝情報が B に伝えられ、その情報を基に C がつくられるという流れが生命維持の基本になっている。したがって、 A の放射線損傷は、照射効果を推定するうえで重要である。

	<input type="text"/> A	<input type="text"/> B	<input type="text"/> C
1	DNA	RNA	タンパク質
2	DNA	タンパク質	RNA
3	RNA	DNA	タンパク質
4	RNA	タンパク質	DNA
5	タンパク質	RNA	DNA

問 2 疫学調査で放射線被ばくと発がんとの関連性が示されているものとして正しいものの組合せは次のうちどれか。

- | | | | |
|---|-------------|---|----------|
| A | ウラン鉱山鉱夫 | — | 肺がん |
| B | 時計文字盤塗装工 | — | 膵臓がん |
| C | チェルノブイリ原発事故 | — | 小児の甲状腺がん |
| D | トロトラス投与患者 | — | 肝臓がん |

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

問3 次の放射線障害のうち、晩発性障害として正しいものの組合せはどれか。

- A 脱毛
- B 白内障
- C 不妊
- D 白血病
- E 固形がん

- 1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACEのみ 4 BDEのみ 5 CDEのみ

問4 次のA～Dの全身γ線被ばくによる確定的影響について、罹病の1%発生率におけるしきい線量（ICRP2007年勧告）が低い方から順に並んでいるものは、次のうちどれか。

- A 骨髄の造血機能低下
- B 卵巣被ばくによる永久不妊
- C 皮膚の放射線火傷
- D 睾丸被ばくによる一時的な不妊

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

問5 環境放射線による被ばくに関する次の記述のうち、適切なものの組合せはどれか。

- A 公衆の自然放射線被ばくは、世界平均で1年におおよそ2.4 mSvと報告されている。
- B 食物の摂取による被ばくには、土壌由来の天然放射性核種が寄与する。
- C 天然放射性核種の吸入による被ばくには、ラドンとその子孫核種が寄与する。
- D 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。

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

問6 放射線によって細胞内で生成した DNA 2 本鎖切断に対する修復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 相同組換え修復は細胞の照射後 1 時間以内に完了する。
- B 非相同末端結合による修復は相同組換え修復よりも誤りが多い。
- C 非相同末端結合による修復は細胞周期のどの時期でも行われる。
- D 相同組換え修復は細胞周期の M 期において行われる。

1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問7 5 Gy の γ 線急性全身被ばくによる血液細胞への影響に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- 1 好中球は被ばく直後に一過性に増加することがある。
- 2 リンパ球の減少は観察されない。
- 3 血小板の減少は観察されない。
- 4 好中球の減少は胸腺が被ばくしたことにより起こる。
- 5 赤血球の減少は観察されない。

問8 細胞の放射線感受性と細胞周期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 M 期は放射線抵抗性である。
- B 細胞周期の進行を遅らせて生存率を高める機構がある。
- C 高 LET 放射線では、X 線に比べて、致死感受性の細胞周期依存性が大きい。
- D 放射線による間期死では次の M 期に入らずに細胞死が起きる。

1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問9 次の胎内被ばくに関する記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 着床前期（受精後8日目まで）の被ばくでは胚（受精卵）の死亡が起こる。
- B 器官形成期の被ばくでは精神発達遅滞の発生が最も高くなる。
- C 胎児期の被ばくでは奇形の発生率が高くなる。
- D 全期間を通して将来における発がんのリスクが高まる。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問10 細胞致死作用を指標としたRBE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 LETによって異なる。
- B 照射時の酸素分圧によらず一定である。
- C 線量率によって異なる。
- D 線質係数と同じものである。

- 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えを 1 つだけ選べ。

I ヒトの消化管は、口腔から肛門までを食道—胃—小腸—大腸の順に結ぶ一本の管腔臓器で、摂取された食物を消化し、蠕動運動により肛門側に向かって送り出している。消化管の大半を占める腸は食物の分解や吸収において重要な役割を担っている。

腸の内腔を覆う A には無数の絨毛があり、その表面は単層円柱状の上皮細胞で覆われ、栄養素や水分の吸収機能を担うとともに、共生する腸内細菌等の侵入を防ぐバリアとなっている。絨毛間には、 B と呼ばれる窪みがあり、ここにある腸管上皮の C は分裂し、分化・成熟する。成熟した腸管上皮細胞は、絨毛先端部に向かって押し上げられて移動し、最後は寿命が尽きて先端部で腸の内腔に脱落して行く。この細胞分裂から絨毛先端部での脱落までの期間は ア 日程度で、分裂と脱落の平衡が保たれて腸の機能が維持されている。

< A の解答群 >

- | | | | |
|------|------|------|------|
| 1 漿膜 | 2 粘膜 | 3 被膜 | 4 外膜 |
|------|------|------|------|

< B、C の解答群 >

- | | | | | |
|--------|--------|--------|-------|---------|
| 1 プラーク | 2 シスト | 3 クリプト | 4 ニッチ | 5 原始胚細胞 |
| 6 幹細胞 | 7 子孫細胞 | 8 娘細胞 | | |

< ア の解答群 >

- | | | |
|-------|---------|---------|
| 1 3～5 | 2 12～15 | 3 20～30 |
|-------|---------|---------|

II 高線量被ばくによるヒトの消化管の放射線感受性は、小腸、とくに十二指腸で高く、Dの順に低くなる。

放射線に被ばく後、小腸ではBにある腸管上皮のCは分裂を停止し、絨毛先端部への成熟上皮細胞の供給が断たれるため、絨毛の長さ（丈）は短くなり、上皮の萎縮・剥離はくが起き、重度になるとEが生じる。その結果、絨毛上皮のバリア機能が喪失し、腸内細菌等の絨毛内への侵入を招く。

急性被ばくを受けると、嘔吐おう、下痢、下血等の前駆症状に続いて、脱水や電解質の喪失が起こり、侵入した腸内細菌等による感染を併発する。これらが原因で5 Gy から 15 Gy 被ばく後、治療を施さない場合、腸死によりFで死亡する。一般に、腸死の起こる線量域は骨髓死Gとされている。

一方、消化管の放射線発がんについては原爆被爆生存者の疫学調査があり、胃や結腸等におけるがんのリスクの増加が報告されている。個々の臓器・組織における放射線発がん及び生殖腺における遺伝性（的）影響の起こりやすさを考慮に入れたHは、ICRP2007年勧告で胃及び結腸に対してそれぞれイが与えられている。

<Dの解答群>

- 1 食道—胃—大腸 2 胃—大腸—食道 3 大腸—胃—食道 4 大腸—食道—胃

<Eの解答群>

- 1 潰瘍 2 膿疱 3 落屑せつ 4 紅斑

<Fの解答群>

- 1 1～3時間 2 7～20日 3 1～2月 4 3～6月

<Gの解答群>

- 1 とほぼ同じ 2 よりも高い 3 よりも低い

<Hの解答群>

- 1 放射線加重係数 2 線量・線量率効果係数 3 組織加重係数
4 線質係数

<イの解答群>

- 1 0.12 2 0.20 3 0.30 4 0.72

