

平成26年度 放射線取扱主任者試験

正 誤 表

試験日 試験区分	平成26年8月20日(水)
	2時限目 (13:30~14:45)
	第1種
課 目	物理学
板書事項	3 ページ 問 8 (誤) A … <u>2.4</u> MeVの… ↓ (正) A … <u>2.8</u> MeVの…

## 物 理 学

## 物理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：13:30～14:45（1 時間 15 分）

2 問題数：30 題（9 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いただいて結構です。
- ⑦ 不正行為を行った者は、受験を中止させ、退場を命じます。

## 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、記入欄以外の余白及び裏面には、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。

次の各問について、1から5までの5つの選択肢のうち、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** 4.0 pgの質量に相当するエネルギー[J]として最も近い値は、次のうちどれか。

- 1  $1.5 \times 10^1$       2  $3.6 \times 10^1$       3  $1.5 \times 10^2$       4  $3.6 \times 10^2$       5  $1.5 \times 10^3$

**問2** 次の現象のうち、ニュートリノが放出されるものの組合せはどれか。

- A  $\alpha$  壊変  
B  $\beta^+$  壊変  
C 電子捕獲壊変  
D 内部転換

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

**問3** 次の現象のうち、軌道電子が関係しないものはどれか。

- 1 ラザフォード散乱  
2 電子捕獲壊変  
3 内部転換  
4 オージェ効果  
5 光電効果

**問4** KX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 K殻の内部転換がKX線の放出原因となり得る。  
B KX線の放出はLX線の放出に関係しない。  
C KX線のエネルギーは原子番号が大きいほど高くなる。  
D 同じ原子番号の場合、KX線のエネルギーはLX線のエネルギーより高い。

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

問5  $^{56}\text{Fe}$  原子核の核子 1 個当たりの結合エネルギーは、水素原子における電子の結合エネルギーの何倍か。次のうち、最も近い値はどれか。

- 1  $10^2$       2  $10^4$       3  $10^6$       4  $10^8$       5  $10^{12}$

問6 質量  $m$ 、電荷  $q$  の重荷電粒子が、磁束密度  $B$  の一様な磁場中を速度  $v$  で磁場に垂直な面内を円運動している。このとき粒子が円軌道を一周するのに要する時間は、次のうちどれか。

- 1  $\frac{2\pi m}{qB}$       2  $\frac{2\pi B}{qm}$       3  $\frac{2\pi mB}{q}$       4  $\frac{2\pi qm}{B}$       5  $\frac{2\pi mB}{qv}$

問7 次の加速器のうち、電子並びにイオンのいずれの加速にも適用できるものの組合せはどれか。

- A コッククロフト・ワルトン型加速装置
- B ファン・デ・グラーフ型加速装置
- C サイクロトロン
- D ベータトロン
- E シンクロトロン

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

問 8 中性子を発生させる手法として、正しいものの組合せはどれか。

- A Be に 2.4 MeV の  $\gamma$  線を照射する。
- B Be に 5.3 MeV の  $\alpha$  線を照射する。
- C  $^3\text{H}$  ターゲットに 200 keV の  $^2\text{H}$  ビームを照射する。
- D  $^2\text{H}$  ターゲットに 2 MeV の  $^2\text{H}$  ビームを照射する。

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

問 9  $^{235}\text{U}$  が熱中性子を吸収して、 $^{95}\text{Sr}$ 、 $^{139}\text{Xe}$  及び中性子に分裂する反応において、1.0 g の  $^{235}\text{U}$  がすべてこの反応を起こすと、この反応により発生するエネルギー[kWh]はいくらか。最も近いものを選べ。ただし、 $^{95}\text{Sr}$ 、 $^{139}\text{Xe}$ 、 $^{235}\text{U}$  の各原子核 1 個の質量[kg]を、それぞれ、 $157.61 \times 10^{-27}$ 、 $230.67 \times 10^{-27}$ 、 $390.29 \times 10^{-27}$  とする。また、中性子 1 個の質量[kg]は  $1.67 \times 10^{-27}$  とする。

- 1  $2.2 \times 10^4$     2  $4.2 \times 10^4$     3  $6.4 \times 10^4$     4  $9.2 \times 10^4$     5  $1.2 \times 10^5$

問 10 制動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 荷電粒子と軌道電子との弾性散乱に起因する。
- B オージェ電子と競合して放出される。
- C エネルギー分布は線スペクトルとなる。
- D 制動放射線の強度は標的物質の原子番号が大きいほど高い。

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

問 11 電子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 線衝突阻止能は入射した物質の原子番号に比例して大きくなる。
- B 強度は、透過する物質の厚さに関して指数関数的に減弱する。
- C 同じエネルギーの陽子線に比べて制動放射によるエネルギー損失が大きい。
- D 同じエネルギーの陽子線に比べて後方散乱の割合が大きい。

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

問 12  $\alpha$ 粒子と重陽子が同じ速度の場合に、 $\alpha$ 粒子の阻止能( $S_\alpha$ )と重陽子の阻止能( $S_d$ )の比( $S_\alpha/S_d$ )として最も近い値は、次のうちどれか。

1 1                    2 2                    3 4                    4 8                    5 16

問 13 W値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 入射放射線のエネルギーにほとんど依存しない。
- B 気体の電離エネルギーの2倍程度である。
- C ヘリウムと、ヘリウム-アルゴン (0.13%) 混合気体のW値を比較すると、ヘリウムの方が大きい。
- D アルゴンと空気のW値を比較すると、アルゴンの方が大きい。
- E 二次電子によって生じたイオン対は含めない。

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

問 14 光電効果に関連する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 光電子のエネルギーは入射光子のエネルギーに比例する。
- B 光電効果に伴って必ず特性 X 線が放出される。
- C 光電効果の起こる確率 (断面積) は入射光子のエネルギーとともに単調に変化する。
- D 蛍光収率は物質の原子番号によって決まる。

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

問 15 コンプトン効果に関連する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 入射光子の波長と 90 度方向に散乱された光子の波長との差は、入射光子エネルギーや散乱物質によらず一定である。
- B 物質の単位体積あたりに起こる確率は物質の電子密度に比例する。
- C 入射光子エネルギーが高いほど後方散乱の割合が多くなる。
- D コンプトン効果は軌道電子に対しては起こらない。

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

問 16 コンプトン散乱において、散乱角 90 度における散乱光子の波長が入射光子の波長の 2 倍となる場合の入射光子のエネルギー[MeV]として最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 0.26            2 0.51            3 0.76            4 1.01            5 1.51

問 17 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 0.1 MeV の光子による鉛の吸収線量においては、光電効果が最も大きく寄与する。
- B  $^{137}\text{Cs}$   $\gamma$  線による鉄の吸収線量においては、光電効果が最も大きく寄与する。
- C  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  線による水の吸収線量においては、コンプトン効果が最も大きく寄与する。
- D 3 MeV の光子による鉄の吸収線量においては、電子対生成が最も大きく寄与する。

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

問 18 3.2 g の  $^{32}\text{S}$  がフルエンス率  $200 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  の速中性子に照射されている。誘導される  $^{32}\text{P}$  の飽和放射能[Bq]として、最も近い値は、次のうちどれか。ただし  $^{32}\text{S}(n,p)^{32}\text{P}$  反応の断面積が 0.07 b (バーン) とする。

- 1 0.42                  2 0.70                  3 0.84                  4 0.98                  5 1.3

問 19 次の核種のうち、自発核分裂による中性子源として用いられるのはどれか。

- 1  $^{226}\text{Ra}$                   2  $^{238}\text{U}$                   3  $^{239}\text{Pu}$                   4  $^{241}\text{Am}$                   5  $^{252}\text{Cf}$

問 20 10 MeV の中性子が三重水素原子核 ( $^3\text{H}$ ) との弾性衝突によって 0.1 MeV 以下のエネルギーになるための最少の衝突回数として、正しい値は次のうちどれか。

- 1 2                  2 3                  3 4                  4 5                  5 6



問 21 吸収線量の単位を SI 基本単位で表記した場合、正しいものは次のうちどれか。

- 1  $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1}$     2  $\text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1}$     3  $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$     4  $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$     5  $\text{A} \cdot \text{s} \cdot \text{kg}^{-1}$

問 22 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 放射能は単位時間当たりに放出される放射線の数をいう。
- B 吸収線量は任意の電離放射線に用いられる。
- C カーマは任意の電離放射線に用いられる。
- D 照射線量は空気に対してのみ定義される。

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

問 23 次の検出器のうち、 $\alpha$ 線の測定に用いられないものの組合せはどれか。

- A ガスフロー式  $2\pi$  比例計数管
- B NaI(Tl)シンチレーション検出器
- C Ge 半導体検出器
- D プラスチックシンチレーション検出器
- E 表面障壁型 Si 半導体検出器

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

問 24 容積 1 L、圧力 5 気圧の空気充填電離箱に 10 kBq のトリチウムガス ( $\beta$  線平均エネルギー : 5.7 keV) を注入したとき、得られる飽和電流 [pA] として、最も近い値は次のうちどれか。ただし、 $\beta$  線に対する空気の W 値は 34 eV で、この値はトリチウムガスの注入により変わらないとする。また、壁効果は無視する。

- 1 0.13    2 0.27    3 0.52    4 2.6    5 5.7

問 25 ダイノード 10 段の光電子増倍管の利得が  $1.0 \times 10^6$  である場合、各ダイノードの平均の電子増倍率はいくらか。次のうちから最も近いものを選び。

- 1 3.0                      2 3.5                      3 4.0                      4 4.5                      5 5.0

問 26 目的とする量  $P$  は、それぞれ独立の測定値  $X$ ,  $Y$  により、 $P = \frac{X}{Y}$  の関係で与えられる。 $X$ ,  $Y$

の標準偏差をそれぞれ  $\sigma_X$ ,  $\sigma_Y$  とすると、 $P$  の標準偏差として正しいものは、次のうちどれか。

1  $\sqrt{\left(\frac{1}{Y}\right)^2 \sigma_X^2 + \left(\frac{X}{Y^2}\right)^2 \sigma_Y^2}$

2  $\sqrt{(X^4 Y^2) \sigma_X^2 + (X^2 Y^4) \sigma_Y^2}$

3  $\sqrt{\left(\frac{X}{Y}\right)^2 \sigma_X^2 + \left(\frac{X}{Y}\right)^2 \sigma_Y^2}$

4  $\sqrt{(X^2 Y^4) \sigma_X^2 + (X^4 Y^2) \sigma_Y^2}$

5  $\sqrt{\left(\frac{X}{Y^2}\right)^2 \sigma_X^2 + \left(\frac{1}{Y}\right)^2 \sigma_Y^2}$

問 27  $\gamma$  線スペクトロメトリによる放射能測定において、次の光子の対のうち、サム効果を考慮する必要があるものの正しい組合せはどれか。

A  $^{24}\text{Na}$  線源からの 1.369 MeV の  $\gamma$  線と 2.754 MeV の  $\gamma$  線

B  $^{57}\text{Co}$  線源からの 0.122 MeV の  $\gamma$  線と 0.136 MeV の  $\gamma$  線

C  $^{60}\text{Co}$  線源からの 1.173 MeV の  $\gamma$  線と 1.333 MeV の  $\gamma$  線

D  $^{134}\text{Cs}$  線源からの 0.605 MeV の  $\gamma$  線と 0.796 MeV の  $\gamma$  線

E  $^{137}\text{Cs}$  線源からの 0.662 MeV の  $\gamma$  線と 0.032 MeV の KX(Ba)線

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

問 28 放射線源を用いて得た比例計数管の出力パルス信号を分解時間  $50 \mu\text{s}$  の電気回路を通して計数したところ、計数率は  $60 \text{ kcpm}$  であった。次に、この回路の分解時間を  $150 \mu\text{s}$  に変えたとき、計数率[kcpm]として最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 45                      2 48                      3 50                      4 55                      5 58

問 29 GM 計数管の計数値の相対標準偏差が 5% になる計数に最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 200                      2 400                      3 600                      4 800                      5 1,000

問 30  $1 \text{ mg}$  の  $^{137}\text{Cs}$  を含む点状線源がある。この点状線源から  $2 \text{ m}$  離れた位置における  $1 \text{ cm}$  線量当量率 [ $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ] として最も近い値は、次のうちどれか。ただし、 $^{137}\text{Cs}$  線源に対する  $1 \text{ cm}$  線量当量率定数を  $0.093 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  とする。

- 1 11                      2 23                      3 64                      4 74                      5 83



