

物 理 学

試験が始まる前にこのページに書いてあることをよく読んでください。裏面以降は試験問題になっているので、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（6ページ）

3 注意事項：

- ① 机の上に出してよい物は、受験票、鉛筆（HB又はB）、鉛筆削り、プラスチック消しゴム、時計に限ります。電卓機能・通信機能・辞書機能等の付いた時計を机の上に出すことはできません。
- ② 電卓（電子式卓上計算機）及び計算尺の使用はできません。
- ③ 試験中に携帯電話等の通信機器並びに通信機能のある時計等は使用できません。（電源を切ってください。）
- ④ 問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び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。ただし、試験問題の内容に関する質問にはお答えできません。
- ⑤ 試験中に気分の悪くなった場合などは、手を挙げ試験監督員の指示に従ってください。
- ⑥ 試験終了の合図があったら、すぐ筆記用具を置いて、解答をやめてください。
試験監督員が解答用紙を集め終わるまでは、席を離れることはできません。
なお、問題用紙は持ち帰っていただいて結構です。
- ⑦ 不正行為をした場合は、受験資格を失います。

4 解答用紙の扱いについて

- ① 解答用紙は機械で読み取りを行いますので、解答用紙の注意事項に従い丁寧に記入してください。また折り曲げたり汚したりしないでください。
- ② 筆記用具は、HB又はBの鉛筆を使用し、記入を訂正する場合にはプラスチック消しゴムできれいに消してください。また、消しくずは残さないようにしてください。
- ③ 解答用紙の所定の欄に受験番号・氏名・試験地を必ず記入してください。特に受験番号は受験票と照合して正しくマークしてください。
- ④ 試験は択一方式で、解答は1つの間につき1つだけ選択してください。2つ以上選択（マーク）した場合は、零点になります。
- ⑤ 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。
- ⑥ 以上の記入方法の指示に従わない場合、必要とされる記入事項が正しく記入されていない場合には採点されません。

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 同じ磁束密度の平行磁場内へ磁力線に対し垂直に入射した場合、回転半径が最も小さくなる粒子は、次のうちどれか。

- 1 運動エネルギーが 0.5MeV の三重水素の原子核
- 2 運動エネルギーが 1MeV の α 粒子
- 3 運動エネルギーが 1MeV の重水素の原子核
- 4 運動エネルギーが 1MeV の中性子
- 5 運動エネルギーが 2MeV の陽子

問2 1mg の物質の等価エネルギー(J)として最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 3.0×10^{10} 2 9.0×10^{10} 3 3.0×10^{12} 4 3.0×10^{13} 5 9.0×10^{13}

問3 オ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Lオージェ電子の放出は生じない。
B Kオ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オージェ電子のエネルギーはLオ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

問4 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つ減少する。
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 ACDのみ 2 ABのみ 3 BCのみ 4 Dのみ 5 ABCDすべて

問5 核異性体に相当するものは、次の記述のうちどれか。

- 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

問6 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すべて

問7 特性X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 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

問8 β 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 β^+ 壊変の場合、親核種の質量と娘核種の質量は変わらない。
- B β^- 壊変する核種は、安定な同位体に対して中性子が過剰である。
- C β^- 壊変と軌道電子捕獲は競合過程である。
- D 軌道電子捕獲では、ニュートリノが放出される。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問9 次の核種のうち、その核種自体もしくはその子孫の核種が α 線を放出するものの組合せはどれか。

A ^{147}Sm B ^{154}Eu C ^{207}Bi D ^{210}Pb

1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問10 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- 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

問11 ^{241}Am 単体から 5.49 MeV の α 線が放出される際、その反跳核のエネルギー (keV) に最も近い値は、次のうちどれか。

1 45.6 2 46.4 3 91.1 4 92.7 5 371

問12 次の加速器のうち、高周波加速によらないものはどれか。

- 1 サイクロトロン 2 シンクロサイクロトロン 3 シンクロトロン
4 線形加速器 5 ファン・デ・グラーフ型加速器

問13 ある気体を封入した電離箱内に5.3MeV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3.2pAであった。この気体のW値(eV)に最も近いものは、次のうちどれか。ただし、再結合による影響はないものとする。

- 1 26 2 28 3 30 4 32 5 34

問14 荷電粒子の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 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

問15 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^- 線の物質中の減衰を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

問16 外界から熱的に絶縁された一辺の長さ1cmのアルミニウム立方体の中心に 1.0×10^{10} 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($^{\circ}\text{C}$)上昇するか。次のうち最も近いものを選び。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0.70MeVとする。

- 1 0.00083 2 0.0046 3 0.13 4 0.28 5 4.7

問17 光子と物質との相互作用に直接関係のないものは、次のうちどれか。

- 1 光電効果 2 コンプトン散乱 3 レイリー散乱
4 ラザフォード散乱 5 電子対生成

問 18 100keV の光子と鉛と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。ただし、鉛の K 吸収端及び L 吸収端のエネルギーはそれぞれ 88 keV、13 keV とする。

- A 主な相互作用は光電効果である。
- B 電子は全ての方向に均等に放出される。
- C この相互作用において 12 keV の電子が放出される。
- D この相互作用の直後に 75 keV の光子が放出される。

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

問 19 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 線減弱(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

問 20 次の核反応のうち、熱中性子の検出に適したものの組合せはどれか。

- A $^{197}\text{Au}(n, \gamma)^{198}\text{Au}$ B $^3\text{He}(n, p)^3\text{H}$ C $^{32}\text{S}(n, p)^{32}\text{P}$
- D $^{64}\text{Zn}(n, 2n)^{63}\text{Zn}$ E $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$

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

問 21 中性子が水素原子核(^1H)に衝突して失うエネルギーの最大値(ΔE_{H})とヘリウム原子核(^4He)に衝突して失うエネルギーの最大値(ΔE_{He})との比($\Delta E_{\text{H}}/\Delta E_{\text{He}}$)として最も近い値は、次のうちどれか。

1 0.6 2 1.6 3 2.0 4 2.4 5 4.0

問 22 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

問 23 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 931MeV のエネルギーに相当する。
- D 1mg 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

問 24 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

問 25 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 — レーザー光源
- 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

問 26 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、1440カウントであった。この試料の正味計数率(cpm)及びその標準偏差(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

問 27 無機シンチレータ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 BGO は、温度を上げると発光量が減少する。
- B BGO は、潮解性がない。
- C 単位吸収エネルギー当たりの発光光子数は、BGOの方がCsI(Tl)より多い。
- D CsI(Tl)、NaI(Tl)、BaF₂のうち、常温で最も短い時間の発光減衰成分をもつのはCsI(Tl)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 28 分解時間が200 μ 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30000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。

- 1 2 2 6 3 10 4 20 5 60

問 29 次のシンチレータのうち、発光の減衰時間が最も短いものはどれか。

- 1 ZnS(Ag) 2 BGO 3 NaI(Tl) 4 CsI(Tl) 5 プラスチックシンチレータ

問 30 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ものの組合せはどれか。

- 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