

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：15:30～17:20（1時間50分）

2 問題数：

五肢択一式 30問（30点）、多肢択一式 2問（30点）（60点満点）（16ページ）

3 注意事項：

- ① 机の上に出してよいものは、受験票、本人確認書類（原本）、鉛筆又はシャープペンシル、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。また、アラーム機能の付いた時計は、設定を解除しておいてください。
- 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、すべての課目の解答を無効とし、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、すべての課目の解答を無効とします。

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。

次の問 1 から問 30 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 31、問 32 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、相対論的立場から正しいものの組合せはどれか。

- A 光子の波長は、エネルギーに逆比例する。
- B 光子の運動量は、エネルギーに比例する。
- C 質量をもつ粒子の速度は、運動量に比例する。
- D 質量をもつ粒子の運動量は、ドブロイ波長に逆比例する。
- E 質量をもつ粒子のエネルギーは、運動量に比例する。

1 ABDのみ 2 ABEのみ 3 ACDのみ 4 BCEのみ 5 CDEのみ

問 2 電子が $2.86 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ の速度をもつとき、運動エネルギー [J] として最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 1.85×10^{-14}
- 2 3.70×10^{-14}
- 3 9.50×10^{-14}
- 4 1.90×10^{-13}
- 5 2.72×10^{-13}

問 3 次の粒子のうち、運動エネルギーの最も高いものはどれか。ただし、電子、中性子、ヘリウム原子核の質量を、それぞれ $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ 、 $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 、 $6.64 \times 10^{-27} \text{ kg}$ とする。

- 1 50 keV の X 線で生ずる光電子
- 2 速度 $2200 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ の中性子
- 3 速度 $1550 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ の α 粒子
- 4 50 kV の電圧で加速された電子
- 5 30 kV の電圧で加速されたヘリウムの原子核

問4 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 原子の角運動量は不連続な値をとる。
- B 原子の電子軌道のうち、最も内側の軌道はK軌道である。
- C 水素原子の電子の結合エネルギーは13.6 keVである。
- D 特性X線の振動数と原子番号とが直線関係にある。

- 1 ABCのみ 2 ABのみ 3 ADのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問5 ^{59}Co 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の大きさに当たるかについて、最も近い値は次のうちどれか。

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

問6 放射線と原子の相互作用でK殻電子軌道に空孔が生じたのち、L殻軌道電子がK殻へ遷移するのに伴って発生する特性X線のエネルギー、あるいはL殻の軌道電子がオージェ効果で放出される場合のオージェ電子のエネルギーを示す正しい組合せは次のうちどれか。ただし、K殻軌道電子及びL殻軌道電子の結合エネルギーをそれぞれ E_K 、 E_L とする。

	特性X線のエネルギー	オージェ電子のエネルギー
1	$E_K + E_L$	$E_K - E_L$
2	$E_K + E_L$	$E_K - 2E_L$
3	$E_K - E_L$	$E_K - E_L$
4	$E_K - E_L$	$E_K - 2E_L$
5	$E_K - 2E_L$	$E_K - E_L$

問7 次の原子に関する記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 4つの量子数で決まる一つの電子状態の軌道には1個の電子しか入ることができない。
- B 軌道電子と原子核の結合エネルギーは電子の属する電子軌道によって決まり、原子番号に関係しない。
- C 元素を原子番号順に並べると類似した化学的性質が周期的に現れる。
- D 主量子数が1から3までの殻に収容可能な電子の総数は24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 ^{90}Sr (半減期29年) 2.0 mgと放射平衡にある ^{90}Y (半減期64時間)の質量[mg]として最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 2.8×10^{-5} 2 5.0×10^{-4} 3 1.0×10^{-2} 4 6.4×10^{-2} 5 2.0

問9 ニュートリノに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- 1 内部転換では、ニュートリノが放出される。
- 2 軌道電子捕獲では、ニュートリノが放出される。
- 3 β^+ 壊変では、ニュートリノは放出されない。
- 4 特性X線が発生するとニュートリノも同時に放出される。
- 5 オージェ電子が発生するとニュートリノも同時に放出される。

問10 核異性体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 半減期が1日を超えるものもある。
- B β^- 壊変するものもある。
- C EC壊変するものもある。
- D 遷移の結果生じた核種はすべて安定である。

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

問11 次の加速器のうち、荷電粒子の加速に伴う粒子軌道の変化が小さい加速方式のものとして正しいものの組合せはどれか。

- A サイクロトロン
- B シンクロトロン
- C ベータトロン
- D マイクロトロン

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 BCのみ 4 Dのみ 5 ABCDすべて

問12 次の加速器のうち、重荷電粒子の加速に利用されていないものの組合せはどれか。

- A コッククロフト・ワルトン型加速器
- B マイクロトロン
- C ベータトロン
- D サイクロトロン
- E シンクロトロン

1 AとD 2 AとE 3 BとC 4 BとE 5 CとD

問13 ^{252}Cf 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 壊変により中性子を放出する。
- B 自発核分裂の分岐比が90%以上を占める。
- C 人工的に生成される。
- D ^{252}Cf 線源は、 $^{241}\text{Am-Be}$ 線源より半減期が短い。
- E ^{252}Cf 線源が放出する中性子は、 $^{241}\text{Am-Be}$ 線源と比較して平均エネルギーが高い。

1 AとD 2 AとE 3 BとC 4 BとE 5 CとD

問14 ^{235}U が熱中性子を吸収して ^{94}Sr 、 ^{139}Xe 及び中性子に分裂するとき、この反応により発生するエネルギー[MeV]として、最も近いのは次のうちどれか。ただし、 ^{94}Sr 、 ^{139}Xe 、 ^{235}U の各中性原子の質量を、それぞれ、 $155.95 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 、 $230.68 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 、 $390.29 \times 10^{-27} \text{ kg}$ とする。また、中性子の質量は $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ とする。

- 1 150 2 180 3 210 4 240 5 1100

問15 1.2 MeVの電子がタンゲステンターゲットに当たった場合に生じる制動放射線の最短波長[pm]として最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 0.10 2 1.0 3 10 4 60 5 6.0×10^2

問16 水中でチェレンコフ光を発生しない核種の組合せは次のうちどれか。ただし、水の屈折率を1.33とする。

- 1 ^{40}K と ^{59}Fe
 2 ^{32}P と ^{90}Sr
 3 ^{60}Co と ^{24}Na
 4 ^{14}C と ^{241}Am
 5 ^{86}Rb と ^{137}Cs

問17 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 光子と物質との相互作用において、光子のエネルギーとともに単調に増加する反応断面積は電子対生成断面積だけである。
 B 電子対生成によって特性X線が発生する。
 C 5.0 MeVの光子に対するある物質の電子対生成の原子断面積が既知の場合、その光子に対する他の物質の電子対生成の原子断面積を算出できる。
 D 2.0 MeVの光子が生成する電子と陽電子は、おのおの0.49 MeVの運動エネルギーをもつ。
 E 物質中で電子対生成が発生する場合は、エネルギー吸収スペクトルに0.511 MeV間隔で3本のピークを得ることがある。

- 1 ABCのみ 2 ACEのみ 3 ADEのみ 4 BCDのみ 5 BDEのみ

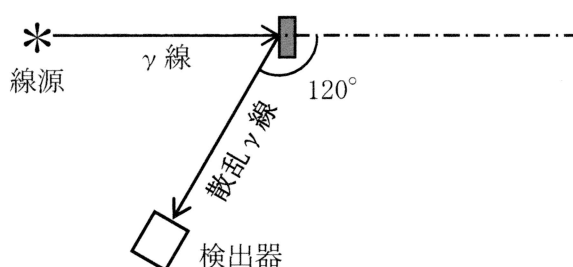
問18 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 衝突カーマはカーマから制動放射による寄与を差し引いた値である。
- B 荷電粒子平衡が成立しているとき、カーマは吸収線量よりも小さい。
- C シーマは二次電子以外の荷電粒子に対してのみ適用できる。
- D カーマはすべての物質に対して適用できる。

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

問19 図のように線源から放出された γ 線を物質に入射させ、 120° 方向にある検出器でコンプトン散乱された散乱 γ 線のエネルギーを測定したところ、 242 keV であった。次の核種のうち、線源に用いられているものとして最も適切なものはどれか。

- 1 ^{51}Cr 2 ^{54}Mn 3 ^{60}Co 4 ^{137}Cs 5 ^{241}Am



図

問20 粒子の運動によるドップラー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 粒子が放出した光子のエネルギーは、粒子の運動方向に対する光子の放出角度に依存して増減する。
- B 電子・陽電子対の消滅により生じる光子は、電子運動を反映してわずかながらエネルギーの広がりを示す。
- C $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$ 核反応で生成した ^7Li の励起核から放出される γ 線エネルギーは広がりがあある。
- D メスバウアー分光法に利用されている。

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

問21 次の放射線のうち、水中に入射すると0.50 MeV以上のエネルギーの光子が生じるものの正しい組合せはどれか。

- A 熱中性子
- B 0.20 MeVの陽電子
- C 0.70 MeVの電子
- D 1.0 MeVのX線

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

問22 量と単位の関係を示した次の並びに対して、正しいものの組合せはどれか。

- | | | |
|---------------|---|---|
| A W値 | — | $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ |
| B カーマ | — | $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$ |
| C 質量阻止能 | — | $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}$ |
| D 線エネルギー付与 | — | $\text{J} \cdot \text{m}^{-1}$ |
| E 質量エネルギー吸収係数 | — | $\text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ |

1 ABCのみ 2 ACEのみ 3 ADEのみ 4 BCDのみ 5 BDEのみ

問23 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A エネルギーフルエンスは、粒子フルエンスを粒子エネルギーで除した値である。
- B 質量減弱係数は、線減弱係数を物質の密度で除した値である。
- C 吸収線量は、物質に吸収されたエネルギーを物質の質量で除した値である。
- D 線量当量は、吸収線量を線質係数で除した値である。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 BCのみ 4 Dのみ 5 ABCDすべて

問24 比例計数管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 プラトー領域の中央付近では、計数率は印加電圧にほとんど依存しない。
- B 細い金属製の陽極周辺の高い電場で電子なだれが起こり、パルス波高が増幅される。
- C パルス波高には、入射した放射線のエネルギーに関する情報が含まれない。
- D α 線や低エネルギー β 線を放出する核種の放射能測定には利用されない。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問25 NaI(Tl)、CsI(Tl)、Bi₄Ge₃O₁₂ (BGOと略す)、LaBr₃(Ce)の4つのシンチレータ結晶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 比重はNaI(Tl)が最も小さく、NaI(Tl) < CsI(Tl) < BGO < LaBr₃(Ce)の順に大きくなる。
- B 最大発光波長がもっとも長いのはCsI(Tl)である。
- C 潮解性があるのはNaI(Tl)のみである。
- D 発光効率 (1 MeVあたりの発生光子数) がもっとも小さいのはBGOである。
- E 発光の減衰時間 (減衰定数) がもっとも短いのはLaBr₃(Ce)である。

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

問26 ゲルマニウム半導体検出器のエネルギー分解能は、全吸収ピークをガウス分布としたときにその半値幅で与えられる。入射γ線のエネルギーを E 、ゲルマニウムの W 値 (ϵ 値) を W 、ファノ因子を F とすると、エネルギー分解能を表す式は次のうちどれか。ただし、分解能は電荷キャリアの統計的変動のみで決定されるものとする。

- 1 $2\sqrt{2\ln 2} \times \sqrt{F \cdot \frac{E}{W}}$ 2 $2\sqrt{2\ln 2} \times \sqrt{F \cdot W \cdot E}$ 3 $2\sqrt{2\ln 2} \times \sqrt{F \cdot \frac{W}{E}}$
 4 $4\sqrt{2\ln 2} \times \sqrt{F \cdot \frac{E}{W}}$ 5 $4\sqrt{2\ln 2} \times \sqrt{F \cdot W \cdot E}$

問27 表面障壁型Si半導体検出器 (Si検出器)、高純度Ge半導体検出器 (Ge検出器)、およびCdTe半導体検出器 (CdTe検出器) の3つの半導体検出器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 禁止帯の幅 (バンドギャップ) が最も大きいのはGe検出器である。
- B 1組の電子・正孔対を作るのに必要なエネルギーが最も小さいのはSi検出器である。
- C 電子と正孔のそれぞれの移動度が最も大きいのはCdTe検出器である。
- D 室温で使用できるのはSi検出器とCdTe検出器である。
- E 電子と正孔のそれぞれのキャリアの寿命がもっとも短いのはCdTe検出器である。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとD 4 CとE 5 DとE

問28 有機液体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 α 線と β 線の弁別が可能である。
- B BGOシンチレータと比べ、シンチレーション光の減衰時間は短い。
- C 10 MeVの陽子による発光量は同じエネルギーの電子による発光量より大きい。
- D 高速中性子のエネルギー測定に使用される。

1 ABDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問29 あるシンクロトロン加速器において、加速された粒子は1秒ごとに20ミリ秒の時間幅で照射室に取り出される。10マイクロ秒の分解時間をもつ測定器で照射室内の放射線を計数したところ毎秒1000カウントであった。計数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。ただし、照射室に粒子が取り出されていない間、測定器では計数はなかった。

1 0.50 2 1.0 3 10 4 20 5 50

問30 放射性試料をシンチレーション検出器で T_1 秒間測定し、 N_1 カウントが得られた。計数値が十分得られなかったので、次は条件を変えずに T_1 より長い T_2 秒間測定し、 N_2 カウントを得た。この放射性試料に関する計数率として最も確からしい計算式は、次のうちどれか。

- 1 $\frac{N_2}{T_2}$
- 2 $\frac{1}{2} \left(\frac{N_1}{T_1} + \frac{N_2}{T_2} \right)$
- 3 $\frac{N_1 + N_2}{T_1 + T_2}$
- 4 $\frac{N_2 - N_1}{T_2 - T_1}$
- 5 $\sqrt{\left(\frac{N_1}{T_1} \right)^2 + \left(\frac{N_2}{T_2} \right)^2}$

問31 次のⅠ～Ⅲ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 ^1H を除く原子核内では、中性子と陽子が□A力により強く結び付けられており、質量数を A とするとその半径はおおよそ A の□Bに比例する。原子核内の中性子と陽子の質量の合計と原子核の質量には差があり、この差に相当するエネルギーは原子核の□Cエネルギーと呼ばれ、核子1個当たりの□Cエネルギーの値が大きいほど原子核は□Dことが知られている。

統一原子質量単位[u]で表した電子、陽子、中性子、 ^4He の中性原子及び ^7Li の中性原子の質量をそれぞれ0.00055 u、1.00728 u、1.00866 u、4.00260 u及び7.01600 uとすると、分母を ^7Li の原子核、分子を ^4He の原子核としたときの核子1個当たりの□Cエネルギーの比は約□アとなる。

< Aの解答群 >

- | | | | |
|--------|---------|-----|------|
| 1 クーロン | 2 ローレンツ | 3 重 | 4 摩擦 |
| 5 核 | 6 分子間 | 7 浮 | 8 圧 |

< Bの解答群 >

- | | | | |
|----------|-------|-------|----------|
| 1 逆2乗 | 2 逆数 | 3 1乗 | 4 2乗 |
| 5 3乗 | 6 平方根 | 7 立方根 | 8 平方根の逆数 |
| 9 立方根の逆数 | | | |

< C、Dの解答群 >

- | | | |
|-------|---------|----------|
| 1 静止 | 2 運動 | 3 位置 |
| 4 結合 | 5 熱 | 6 大きい |
| 7 小さい | 8 安定である | 9 不安定である |

< アの解答群 >

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| 1 0.30 | 2 0.50 | 3 0.70 | 4 0.90 |
| 5 1.1 | 6 1.3 | 7 1.5 | 8 1.7 |
| 9 2.0 | 10 2.5 | | |

II 図のとおり、真空中でプラズマから陽イオンを電圧 V で引き出し、S点にあるスリットを通して磁束密度 B の磁場がかけられた灰色の偏向部に入射させ円軌道を半周した後、K点にある検出器で粒子数を計数する場合を考える。陽イオンの質量と電荷をそれぞれ m 、 ze とすると、S点での陽イオンの速度 v は次式で表される。

$$v = \boxed{\text{イ}}$$

ここで v は非相対論的な速度で、イオン源から加速部に引き出された時の初速度は $v=0$ とする。

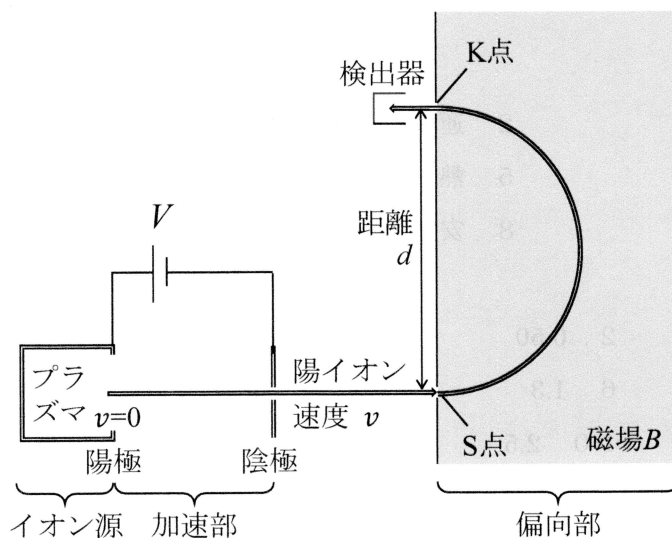
偏向部の磁場中で陽イオンは、大きさが $\boxed{\text{ウ}}$ の $\boxed{\text{E}}$ 力を向心力とする半径 r の等速円運動をする。陽イオンが図の円運動となるためには、紙面に向かって $\boxed{\text{F}}$ の方向に磁場をかける必要がある。この等速円運動の運動方程式は次式となる。

$$m \frac{v^2}{r} = \boxed{\text{ウ}}$$

これより、S点とK点の間の距離 d は次式で計算できる。

$$d = \boxed{\text{エ}}$$

つまり、 d を求めることにより陽イオンの質量を分析することができる。



図

<イの解答群>

- | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1 $mzeV$ | 2 $2mzeV$ | 3 $\frac{zeV}{m}$ | 4 $\frac{2zeV}{m}$ |
| 5 $\frac{m}{2zeV}$ | 6 $\frac{zeV}{\sqrt{m}}$ | 7 $\frac{2zeV}{\sqrt{m}}$ | 8 $\frac{\sqrt{m}}{2zeV}$ |
| 9 $\sqrt{\frac{m}{zeV}}$ | 10 $\sqrt{\frac{m}{2zeV}}$ | 11 $\sqrt{\frac{zeV}{m}}$ | 12 $\sqrt{\frac{2zeV}{m}}$ |
| 13 $\sqrt{\frac{zeV}{2m}}$ | 14 $\sqrt{mzeV}$ | 15 $\sqrt{2mzeV}$ | |

<ウの解答群>

- | | | | |
|--------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|
| 1 zeB | 2 $2zeB$ | 3 $zevB$ | 4 zev^2B |
| 5 $\frac{zev}{2B}$ | 6 $\frac{zev}{B}$ | 7 $\frac{2zev}{B}$ | 8 $\frac{B}{zev}$ |
| 9 $\frac{B}{2zev}$ | 10 $\frac{rB}{zev}$ | 11 $\frac{zevB}{r^2}$ | 12 $\frac{zeB}{r^2}$ |

<Eの解答群>

- | | | | |
|--------|---------|-----|------|
| 1 クーロン | 2 ローレンツ | 3 重 | 4 摩擦 |
| 5 核 | 6 分子間 | 7 浮 | 8 圧 |

<Fの解答群>

- | | | | |
|----------|-----------|----------|----------|
| 1 上から下 | 2 下から上 | 3 左から右 | 4 右から左 |
| 5 奥から手前 | 6 手前から奥 | 7 左上から右下 | 8 右下から左上 |
| 9 右上から左下 | 10 左下から右上 | | |

<エの解答群>

- | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 $\frac{mV}{zeB}$ | 2 $\frac{2mV}{zeB}$ | 3 $\frac{4mV}{zeB}$ | 4 $\frac{zeB}{2mV}$ |
| 5 $B\sqrt{\frac{ze}{mV}}$ | 6 $\frac{B}{2}\sqrt{\frac{ze}{mV}}$ | 7 $\frac{B}{2}\sqrt{\frac{ze}{2mV}}$ | 8 $\frac{1}{B}\sqrt{\frac{mV}{ze}}$ |
| 9 $\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mV}{ze}}$ | 10 $\frac{2}{B}\sqrt{\frac{2mV}{ze}}$ | 11 $\frac{1}{B}\sqrt{\frac{zeV}{m}}$ | 12 $\frac{1}{B}\sqrt{\frac{zeV}{2m}}$ |
| 13 $\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2zeV}{m}}$ | 14 $\frac{1}{B}\sqrt{\frac{m}{2zeV}}$ | 15 $\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2m}{zeV}}$ | |

Ⅲ ^{129}I は 1.57×10^7 年の半減期で β^- 壊変する放射性同位体で、半減期が長いことから通常の放射線の計測による方法ではなく、加速器質量分析法などで定量されることが多い。 ^{129}I の β^- 壊変では、 β^- 線と が同時に放出され、続けて0.0396 MeVの γ 線が放出されて安定核種の が生成される。このときの β^- 線エネルギースペクトルは となり、その最大値は約 MeVとなる。

ここで、 ^{129}I の原子核及び の原子核の質量をそれぞれ128.875913 u及び128.875157 uとする。

加速器質量分析法により、 ^{129}I 原子の個数が 5.0×10^{12} 個であると定量された。この時の ^{129}I の放射能は約 Bqとなる。

< G、Hの解答群 >

- | | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1 α 線 | 2 β^+ 線 | 3 ミュー粒子 | 4 タウ粒子 |
| 5 ニュートリノ | 6 反ニュートリノ | 7 ^{128}Sb | 8 ^{129}Sb |
| 9 ^{128}Te | 10 ^{129}Te | 11 ^{128}I | 12 ^{128}Xe |
| 13 ^{129}Xe | 14 ^{128}Cs | 15 ^{129}Cs | |

< Iの解答群 >

- | | | | |
|------------|--------|--------|-----------|
| 1 連続分布 | 2 離散分布 | 3 単色 | 4 ボルツマン分布 |
| 5 マクスウェル分布 | 6 一様分布 | 7 矩形分布 | |

< オの解答群 >

- | | | | | |
|---------|--------|--------|--------|---------|
| 1 0.13 | 2 0.15 | 3 0.17 | 4 0.19 | 5 0.33 |
| 6 0.40 | 7 0.50 | 8 0.66 | 9 0.71 | 10 0.75 |
| 11 0.80 | 12 1.0 | 13 1.2 | 14 1.5 | 15 2.2 |

< カの解答群 >

- | | | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 1.0×10^{-5} | 2 3.0×10^{-5} | 3 7.0×10^{-5} | 4 1.0×10^{-3} | 5 3.0×10^{-3} |
| 6 7.0×10^{-3} | 7 1.0×10^{-1} | 8 3.0×10^{-1} | 9 7.0×10^{-1} | 10 1.0×10^1 |
| 11 3.0×10^1 | 12 7.0×10^1 | 13 1.0×10^3 | 14 3.0×10^3 | 15 7.0×10^3 |

問32 次のⅠ～Ⅲ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 重荷電粒子は主に物質を構成する原子の軌道電子との□A□によりエネルギーを失い、その飛跡は直線的である。重荷電粒子が単位距離あたりに失うエネルギーを衝突阻止能といい、以下では簡単のため阻止能という。単体の物質における阻止能は、その物質の□B□の□C□する。また、まれに大きく後方に偏向した飛跡となることがあるが、これは原子核との□D□によるもので、その断面積は粒子と原子核の電荷の積の□E□する。

< A～Eの解答群 >

- | | | | |
|-----------|-----------|------------|-----------|
| 1 弾性衝突 | 2 非弾性衝突 | 3 制動放射 | 4 レイリー散乱 |
| 5 コンプトン散乱 | 6 電離密度 | 7 電子密度 | 8 質量 |
| 9 体積 | 10 電荷 | 11 1乗に比例 | 12 1乗に反比例 |
| 13 2乗に比例 | 14 2乗に反比例 | 15 3.5乗に比例 | |

II 5.3 MeVの運動エネルギーの α 粒子の速度は $\boxed{\text{ア}}$ $\times 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ である。ただし、 α 粒子の質量は $6.64 \times 10^{-27} \text{ kg}$ である。この α 粒子と等速の陽子の運動エネルギーは $\boxed{\text{イ}}$ MeVである。ある物質における上記の α 粒子及び陽子の阻止能をそれぞれ S_a 、 S_p とすると、阻止能の比 S_a/S_p は $\boxed{\text{ウ}}$ である。また、この物質における上記の α 粒子及び陽子の飛程をそれぞれ R_a 、 R_p とすると、飛程の比 R_a/R_p は $\boxed{\text{エ}}$ である。

同一物質において α 粒子及び陽子の速度をそれぞれ v_a 及び v_p とすると、2粒子の阻止能が等しくなる速度の比 v_a/v_p は $\boxed{\text{オ}}$ である。

<ア、イの解答群>

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 0.7 | 2 1.0 | 3 1.3 | 4 1.6 | 5 2.0 |
| 6 2.3 | 7 2.6 | 8 2.9 | 9 3.3 | 10 3.7 |
| 11 4.0 | 12 4.3 | 13 4.7 | 14 5.0 | 15 5.4 |

<ウ～オの解答群>

- | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 $\frac{1}{8}$ | 2 $\frac{1}{4}$ | 3 $\frac{1}{2}$ | 4 1 | 5 $\frac{3}{2}$ |
| 6 2 | 7 $\frac{5}{2}$ | 8 3 | 9 $\frac{7}{2}$ | 10 4 |
| 11 5 | 12 6 | 13 7 | 14 8 | 15 16 |

Ⅲ 密度 $1.3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ の空気中における 5.3 MeV の α 粒子の飛程が 3.8 cm であるとき、その水中における飛程は $\boxed{\text{カ}} \times 10^{-5} \text{ m}$ である。また、この α 粒子1個が空気中で完全にエネルギーを失うと、平均として $\boxed{\text{キ}} \times 10^{-14} \text{ C}$ の電荷量が発生する。単位飛跡長さあたりに発生するイオン対数を $\boxed{\text{F}}$ といい、飛跡に沿って $\boxed{\text{F}}$ の変化の様子を示したものが $\boxed{\text{G}}$ である。 α 粒子のエネルギーが一定でも飛程にはばらつきが生じ、これを $\boxed{\text{H}}$ とよぶ。

<カ、キの解答群>

- | | | | | |
|--------|--------|-------|-------|--------|
| 1 1.0 | 2 1.4 | 3 2.0 | 4 2.4 | 5 3.0 |
| 6 3.5 | 7 4.0 | 8 4.9 | 9 5.5 | 10 6.3 |
| 11 7.1 | 12 7.8 | | | |

<F～Hの解答群>

- | | | |
|------------------|-------------|------------|
| 1 W値 | 2 G値 | 3 比電離 |
| 4 電離密度 | 5 電子密度 | 6 吸収曲線 |
| 7 線エネルギー付与 (LET) | 8 ブラッグ曲線 | 9 電離電荷分布 |
| 10 損失曲線 | 11 外挿飛程 | 12 ストラグリング |
| 13 フラクチュエーション | 14 ダイバージェンス | 15 スキャタリング |