

高校物理プリント（過去問類似）

原子・現代物理 No.9

名前

得点

/10

問1 電子の運動エネルギーを大きくしたとき、結晶による回折現象において回折角がどのように変化するか、その理由として最も適切なものはどれか。（2025年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1. 運動量が小さくなるため、回折角は小さくなる | 2. ド・ブロイ波長が長くなるため、回折角は大きくなる | 3. ド・ブロイ波長が短くなるため、回折角は小さくなる | 4. プランク定数が増えるため、回折角は大きくなる |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|

問2 16進数表記に関する記述として最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------------------|--|--------------------------------|--|
| 1. 10進数の15を16進数で表すと15となる。 | 2. 16進数の各桁は0から15までの値をアルファベットのAからFを用いて表現する。 | 3. 16進数の1桁は2進数の2ビット分の情報を保持できる。 | 4. 16進数のFの次は10進数で16となり、16進数では10と表記される。 |
|---------------------------|--|--------------------------------|--|

問3 ウラン235が放射性崩壊を繰り返し、最終的に安定な鉛207になる過程において、アルファ崩壊とベータ崩壊がそれぞれ何回ずつ起こるか。ただし、アルファ崩壊は質量数を4、原子番号を2減少させ、ベータ崩壊は質量数を変えずに原子番号を1増加させるものとする。（2005年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1. アルファ崩壊7回、ベータ崩壊4回 | 2. アルファ崩壊8回、ベータ崩壊6回 | 3. アルファ崩壊7回、ベータ崩壊5回 | 4. アルファ崩壊6回、ベータ崩壊4回 |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|

問4 17世紀から18世紀にかけて、光の性質を説明するために提唱された二つの主要な理論に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-----------------------------------|--|--------------------------------------|---|
| 1. ニュートンは光を波の重ね合わせとして捉える波動説を提唱した。 | 2. ニュートンは光を微粒子と解釈し、ホイヘンスは光を波の重ね合わせとして説明した。 | 3. ホイヘンスは光を光源から放出される微粒子とみなす粒子説を提唱した。 | 4. 粒子説と波動説は、光が原子や電子から構成されることを証明するために発展した。 |
|-----------------------------------|--|--------------------------------------|---|

問5 原子核を構成する粒子に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| 1. 陽子は正の電荷を持ち、原子核の構成要素の一つである。 | 2. 電子は原子核の内部に存在し、正の電荷を帯びている。 | 3. 中性子は負の電荷を持ち、原子核の周囲を回転している。 | 4. 水素原子の原子核は、陽子と中性子が結合して構成されている。 |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|

問6 原子番号Z、質量数Aの原子核の質量をM、陽子の質量を m_p 、中性子の質量を m_n 、光速をcとしたとき、この原子核の結合エネルギーを表す式として正しいものはどれか。（2017年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|--|--|--|
| 1. $(A \cdot m_p + Z \cdot m_n - M) \cdot c^2$ | 2. $(Z \cdot m_p + A \cdot m_n - M) \cdot c^2$ | 3. $(Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - M) \cdot c^2$ | 4. $(Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n + M) \cdot c^2$ |
|--|--|--|--|

問7 ある文字に対応する二進数データ「101110」を、鍵コードを用いて変換したところ「111011」となった。この変換に用いられた鍵コードとして正しいものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1. 110101 | 2. 101110 | 3. 010111 | 4. 010101 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|

問8 1911年にラザフォードが行ったアルファ線散乱実験の結果から導き出された、原子の構造に関する記述として最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| 1. 原子の質量は、原子全体に均一に分布しており、電子がその中で自由に運動している。 | 2. 原子の質量の大部分は、中心にある正の電荷を持つ原子核に集中している。 | 3. 原子核は負の電荷を持ち、その周囲を正の電荷を持つ陽子が回転している。 | 4. 原子の質量は主に電子によって構成されており、原子核は質量をほとんど持たない。 |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---|

問9 コンピュータの文字コードにおいて、16進数でaが61、jが6Aと表されるとき、アルファベットの26番目の文字であるzを16進数で表すとどうなるか。（2006年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| 1. 6Z | 2. 7Z | 3. 7A | 4. 8A |
|-------|-------|-------|-------|

問10 特性X線の波長と陽極に使用する金属の原子番号の関係について、正しい説明はどれか。（2019年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|------------------------------------|--|---|--|
| 1. 原子番号と特性X線の波長の間には一定の相関関係は認められない。 | 2. 原子番号が大きい金属ほど、電子遷移に伴うエネルギー差が小さくなり、波長は長くなる。 | 3. 特性X線の波長は金属の種類には依存せず、加速電圧のみによって決定される。 | 4. 原子番号が大きい金属ほど、電子遷移に伴うエネルギー差が大きくなり、波長は短くなる。 |
|------------------------------------|--|---|--|

答え合わせ・解説 No.9

問1	答え 3 ド・ブROI波長が短くなるため、回折角は小さくなる	電子の運動エネルギーを大きくすると、運動量 mv が増加する。ド・ブROI波長 $\lambda = h / (mv)$ の関係から、運動量の増加は波長の短縮を意味する。ブラッグの条件 $2d \sin \theta = n\lambda$ において、結晶面間隔 d が一定であれば、波長 λ が短くなるにつれて $\sin \theta$ の値も小さくなる必要がある。したがって、回折角 θ は小さくなる方向に変化する。
問2	答え 4 16進数のFの次は10進数で16となり、16進数では10と表記される。	16進数は基数が16であるため、0から9までの数字とAからFまでのアルファベットを用いて各桁を表現する。16進数のFは10進数の15に対応し、それに1を加えた値は10進数の16となる。16進数では桁上がりが発生し、10と表記される。なお、16進数の1桁は2進数の4ビット分（2の4乗＝16）の情報を保持できるため、他の選択肢は誤りである。
問3	答え 1 アルファ崩壊7回、ベータ崩壊4回	ウラン235（質量数235、原子番号92）から鉛207（質量数207、原子番号82）への変化を考える。質量数の減少分は $235 - 207 = 28$ であり、アルファ崩壊1回につき質量数が4減るため、 $28 / 4 = 7$ 回アルファ崩壊が起こる。このとき原子番号は $7 \times 2 = 14$ 減少し、 $92 - 14 = 78$ となる。最終的な原子番号は82であるため、ベータ崩壊によって $82 - 78 = 4$ 回原子番号を増やす必要がある。
問4	答え 2 ニュートンは光を微粒子と解釈し、ホイヘンスは光を波の重ね合わせとして説明した。	光の性質を巡る議論において、ニュートンは光を光源から放出される微粒子と考える粒子説を提唱しました。一方、ホイヘンスは光を波として捉え、素元波の重ね合わせによって光の進み方や回折現象を説明する波動説を提唱しました。これらは物理学の歴史において長らく対立し、後に光の二重性という概念へと統合されていきました。選択肢にある原子や電子の構成要素という記述は、光の性質そのものの議論とは異なります。
問5	答え 1 陽子は正の電荷を持ち、原子核の構成要素の一つである。	原子は中心にある原子核と、その周囲を回る電子から構成される。原子核は正の電荷を持つ陽子と、電荷を持たない中性子から成り立っている。水素原子の原子核は陽子1個のみで構成されており、中性子は含まれない。電子は負の電荷を持ち、原子核の外側に存在するため、選択肢の内容を正確に理解することが重要である。
問6	答え 3 $(Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - M) \cdot c^2$	原子核は Z 個の陽子と $(A - Z)$ 個の中性子から構成される。構成粒子の質量の総和は $Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n$ となる。ここから実際の原子核の質量 M を引いたものが質量欠損であり、これに c^2 を掛けることで結合エネルギーが求められる。
問7	答え 4 010101	変換前のデータ「101110」と変換後のデータ「111011」を各桁で比較すると、第2桁目（左から2番目）と第4桁目、第6桁目が反転しています。鍵コードはビットが反転した箇所が1、変化しなかった箇所が0となるため、反転した桁を1、変化なしを0とすると「010101」となります。
問8	答え 2 原子の質量の大部分は、中心にある正の電荷を持つ原子核に集中している。	ラザフォードは、金箔にアルファ線を照射する実験を行い、ごく一部のアルファ線が大きく跳ね返される現象を観測しました。この結果から、原子の正電荷と質量の大部分が中心の極めて小さな領域に集中している「原子核」の存在を提唱しました。これは、当時の主流であったトムソンのプドウバンモデルを否定し、現代の原子モデルの基礎となりました。
問9	答え 3 7A	16進数は0から9の後にAからF（10から15）を並べる記数法である。aが61、jが6Aであることから、アルファベット順に16進数の値が1ずつ増加していることがわかる。aからjまでは9文字分進んでおり、61から6A（10進数で61から106）まで値が増加している。zはjからさらに16文字進んだ位置にあるため、6Aに16を加えると7Aとなる。したがって、zは16進数で7Aと表記される。
問10	答え 4 原子番号が大きい金属ほど、電子遷移に伴うエネルギー差が大きくなり、波長は短くなる。	特性X線のエネルギーは、原子内の電子軌道間のエネルギー差に依存する。原子番号が大きいほど原子核の正電荷が大きくなり、電子に対する束縛力が強まるため、内殻と外殻のエネルギー準位の差は大きくなる。光子のエネルギー E は波長 λ に対して $E = hc / \lambda$ （ h はプランク定数、 c は光速）の関係にあるため、エネルギー差が大きいほど波長は短くなる。