

問1 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. 010101 2. 101110 3. 010111 4. 110101

問2 ある金属の仕事関数が 2.0 eV であるとき、振動数 1.0×10^{15} Hz の光を照射した際に放出される電子の最大運動エネルギーとして、最も近い値はどれか。ただし、プランク定数を 4.1×10^{-15} eV・s とする。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 1.1 eV 2. 2.1 eV 3. 3.1 eV 4. 4.1 eV

問3 ある文字列を3桁の二進数で符号化する際、対応表の定義が重要となる理由として、最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 受信側と送信側で同一の対応表を共有しなければ、元の情報を正しく復元できないから。 2. 二進数の桁数を増やすことで、通信速度を物理的に速くすることができるから。 3. 対応表を用いることで、通信中のノイズによるビット反転を自動的に修復できるから。 4. 二進数への変換は、物理的なエネルギー消費を最小限に抑えるための唯一の手段だから。

問4 原子内の電子が高いエネルギー準位Eから低いエネルギー準位E'へ遷移する際、放出される光子の振動数 ν を表す式として正しいものはどれか。ただし、プランク定数をhとする。（2022年 全国公立入試 類似）

1. $(E - E') / h$ 2. $(E' - E) / h$ 3. $h / (E - E')$ 4. $h / (E' - E)$

問5 コンプトン散乱において、入射X線が静止している電子と衝突し、散乱X線として放出される現象に関する記述として最も適切なものはどれか。（2026年 全国公立入試 類似）

1. 光子と電子の衝突前後で、光子のエネルギーは保存される。 2. 散乱後のX線の波長は、入射X線の波長よりも長くなる。 3. 散乱後のX線の波長は、入射X線の波長よりも短くなる。 4. 光子と電子の衝突前後で、光子の波長は変化しない。

問6 光電効果において、照射する光の振動数を大きくしたとき、放出される電子の最大運動エネルギーがどのように変化するかについての記述として最も適切なものはどれか。（2023年 全国公立入試 類似）

1. 振動数の増加に比例して最大運動エネルギーは増加する 2. 振動数の増加にかかわらず最大運動エネルギーは一定である 3. 振動数の増加に反比例して最大運動エネルギーは減少する 4. 振動数が仕事関数を超えない限り最大運動エネルギーは増加し続ける

問7 電子の物質波の波長を λ 、円軌道の半径をr、量子数をn ($n=1, 2, 3, \dots$) としたとき、ボーアの量子条件を表す式として適切なものはどれか。（2015年 全国公立入試 類似）

1. $2\pi r = n\lambda$ 2. $\pi r^2 = n\lambda$ 3. $2\pi r = n/\lambda$ 4. $r = n\lambda$

問8 核反応において、反応前の原子核の質量の総和と反応後の原子核の質量の総和を比較したとき、反応後に質量が減少する現象を何と呼ぶか。（2024年 全国公立入試 類似）

1. 質量欠損 2. 核融合 3. 放射性崩壊 4. 半減期

問9 質量m、速度vで運動する粒子が持つド・ブロイ波長 λ を表す式として正しいものはどれか。ただし、プランク定数をhとする。（2025年 全国公立入試 類似）

1. $\lambda = h / (mv)$ 2. $\lambda = hmv$ 3. $\lambda = mv / h$ 4. $\lambda = h^2 / (mv)$

問10 ボーアの原子模型において、電子がエネルギー準位E2の定常状態からエネルギー準位E1 ($E2 > E1$) の定常状態へ遷移する際に放出される光子のエネルギーはどのように表されるか。（2015年 全国公立入試 類似）

1. $E2 + E1$ 2. $E2 - E1$ 3. $E2 / E1$ 4. $E1 - E2$

問11 ドルトンの原子説に基づいた物質の構成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. 化学反応において、原子は別の種類の原子に変化することはない。 2. 原子はさらに陽子や中性子といったより小さな粒子に分割できる。 3. 同一元素の原子であっても、質量が異なるものが存在しうる。 4. 物質は連続的な広がりを持つものであり、粒子状ではない。

答え合わせ・解説 No.10

問1	答え 1 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2	答え 2 2.1 eV	光電効果の式 $K = hv - W$ を用いる。ここで hv は光子のエネルギー、 W は仕事関数である。与えられた値から、光子のエネルギーは $4.1 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s} \times 1.0 \times 10^{15} \text{ Hz} = 4.1 \text{ eV}$ となる。これより、放出される電子の最大運動エネルギー $K = 4.1 \text{ eV} - 2.0 \text{ eV} = 2.1 \text{ eV}$ と計算される。この現象は光が粒子として振る舞い、光子1個のエネルギーが電子に受け渡されることで説明される。
問3	答え 1 受信側と送信側で同一の対応表を共有しなければ、元の情報を正しく復元できないから。	符号化は、送信側と受信側が同じルール（対応表）を共有していることを前提に成立する。もし対応表が異なれば、同じ二進数でも異なる文字として解釈されてしまい、情報の正確な伝達が不可能となる。ビット反転の修復には誤り訂正符号などの別の技術が必要であり、単なる二進数変換自体にはその機能はない。
問4	答え 1 $(E - E') / h$	原子内の電子がエネルギー準位 E からより低いエネルギー準位 E' へ遷移するとき、エネルギー保存則により、その差分 $(E - E')$ が光子として放出されます。光子のエネルギーはプランク定数 h と振動数 ν の積 $h\nu$ で表されるため、 $h\nu = E - E'$ という関係が成り立ちます。したがって、振動数 ν はエネルギー差をプランク定数で割った値、すなわち $(E - E') / h$ となります。
問5	答え 2 散乱後のX線の波長は、入射X線の波長よりも長くなる。	コンプトン散乱は、X線光子が自由電子と衝突し、エネルギーの一部を電子に与える現象である。エネルギー保存則により、光子が電子にエネルギーを渡すと、光子の振動数は減少し、波長は長くなる。これは光子が粒子として振る舞うことを示す重要な証拠であり、古典的な電磁波の理論では説明できない現象である。
問6	答え 1 振動数の増加に比例して最大運動エネルギーは増加する	光電効果の式 $K = hv - W$ において、プランク定数 h と仕事関数 W は金属固有の定数である。したがって、最大運動エネルギー K は振動数 ν の一次関数として表され、振動数を大きくすると K は線形に増加する。この現象は、光を波として捉える古典論では説明できず、光を粒子（光子）として捉える量子論の妥当性を示す重要な証拠である。
問7	答え 1 $2\pi r = n\lambda$	電子の円軌道の円周は $2\pi r$ で表されます。ボーアの量子条件では、この円周の長さが物質波の波長 λ の整数倍 $(n\lambda)$ と等しくなることが求められます。この関係式を満たすとき、電子は軌道上で定常波を形成し、特定のエネルギー状態を維持することが可能となります。
問8	答え 1 質量欠損	核反応において、反応前後の質量差はアインシュタインの式 $E=mc^2$ に基づき、莫大な核エネルギーとして放出される。この反応前後の質量の減少分を質量欠損と呼ぶ。核融合や核分裂では、この質量欠損に伴うエネルギーが熱や光として外部に放出される。
問9	答え 1 $\lambda = h / (mv)$	ド・ブロイ波長は、粒子が持つ波動性を示す指標であり、プランク定数 h を粒子の運動量 p ($p=mv$) で割った値として定義される。この関係式は、電子などの微小な粒子が干渉や回折といった波動特有の性質を示すことを理論的に裏付ける基礎的な式である。
問10	答え 2 $E2 - E1$	ボーアの原子模型では、電子は特定のエネルギーを持つ定常状態でのみ存在し、その間を遷移する際にエネルギー差に相当する光子を放出または吸収します。放出される光子のエネルギーは、遷移前後のエネルギー準位の差である $E2 - E1$ に等しくなります。この原理により、原子が放出する光のスペクトルが離散的な値をとることが説明されます。
問11	答え 1 化学反応において、原子は別の種類の原子に変化することはない。	ドルトンの原子説では、化学反応は原子の組み換えによって起こるとされ、原子自体が消滅したり、他の元素の原子に変化したりすることはないとされました。選択肢にある「陽子や中性子への分割」は20世紀以降の原子物理学の成果であり、ドルトンの時代には想定されていませんでした。また、同位体の存在はドルトンの原子説の枠組みを超えた後の発見です。