

高校物理プリント（過去問類似）

原子・現代物理 No.6

名前

得点

/11

問1 半導体ダイオードの整流作用に関する記述として最も適当なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 順方向電圧を印加すると電流が流れ、逆方向電圧を印加するとほとんど電流が流れない。
2. 順方向電圧を印加すると、電圧の大きさに比例して抵抗値が一定のまま電流が流れる。
3. 逆方向電圧を印加すると、順方向電圧のときよりも大きな電流が流れる。
4. 電圧の極性に関わらず、印加された電圧の絶対値が大きくなるほど電流は増大する。

問2 論理回路におけるAND回路の論理演算の定義として正しいものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 少なくとも一つの入力が真である場合に真を出力する
2. すべての入力が真である場合にのみ真を出力する
3. 入力異なる値である場合にのみ真を出力する
4. すべての入力が偽である場合にのみ真を出力する

問3 偶数パリティチェックの仕組みに関する記述として、最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. データ内の1の個数が奇数の場合にパリティビットを0にする手法である。
2. 伝送中に2ビット以上の反転が発生した場合でも、エラーを確実に検出できる。
3. 受信側で1の個数が偶数であることを確認できれば、データに誤りがないと断定できる。
4. 5ビット全体に含まれる1の個数が常に偶数になるように制御する手法である。

問4 あるデジタルデータにおいて、16進数で2桁を用いて表現される情報量は、2進数で何ビットに相当するか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 4ビット
2. 16ビット
3. 8ビット
4. 32ビット

問5 X線スペクトルに関する記述として最も適切なものはどれか。（2019年 全国公立入試 類似）

1. 特性X線の波長は、陽極金属の種類によって決まり、加速電圧を変えても変化しない。
2. 最短波長は、陽極金属の種類を変えることで変化させることができる。
3. 連続スペクトルの強度は、加速電圧を上げてても変化しない。
4. 特性X線のピーク位置は、加速電圧を高くするほど長波長側に移動する。

問6 質量 m の粒子が速度 v で運動しているとき、この粒子が持つド・ブロイ波長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. mv / h
2. $h / (mv)$
3. $h^2 / (mv)$
4. mv^2 / h

問7 二進数を用いた情報の符号化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. 二進数変換は物理的な信号の伝送とは無関係な、純粋な数学的処理である。
2. 二進数への変換は、文字の種類に関わらず常に1ビットのデータ量で表現される。
3. 符号化を行うと、元の文字列に含まれる情報の総量は必ず減少する。
4. 文字と二進数の対応表を用いることで、任意の文字列を数値列として表現できる。

問8 光電効果の実験において、金属板に照射する光の波長を一定に保ったまま、単位時間あたりに入射する光子の数を半分にした場合、光電管の飽和電流値はどのようなになるか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 元の飽和電流値と変わらない
2. 元の飽和電流値の2倍になる
3. 元の飽和電流値の半分になる
4. 元の飽和電流値の4倍になる

問9 核エネルギーが放出される物理的根拠として最も適切なものはどれか。（2024年 全国公立入試 類似）

1. 反応前後の質量差がエネルギーに変換されるため
2. 反応後の原子核の質量が反応前より大きくなるため
3. 放射性物質の半減期が温度によって変化するため
4. 原子核内の陽子数が反応前後で変化しないため

問10 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. $(Z*m_p + (A-Z)*m_n + M) * c^2$
2. $(Z*m_p + A*m_n - M) * c^2$
3. $(A*m_p + Z*m_n - M) * c^2$
4. $(Z*m_p + (A-Z)*m_n - M) * c^2$

問11 デジタル情報の表現において、2進数の1桁で表される情報量を1ビットと定義する場合、16進数の1桁で表される情報量は何ビットになるか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 2ビット
2. 8ビット
3. 4ビット
4. 16ビット

答え合わせ・解説 No.6

問1	答え 1 順方向電圧を印加すると電流が流れ、逆方向電圧を印加するとほとんど電流が流れない。	半導体ダイオードは、p型半導体とn型半導体を接合した構造を持ち、電流を一方方向にのみ流す整流作用を持つ。順方向電圧が印加されると空乏層が狭まり電流が流れるが、逆方向電圧が印加されると空乏層が広がり、電流をほとんど阻止する特性がある。これはオームの法則に従う抵抗器とは異なり、非線形な電流・電圧特性を示す。
問2	答え 2 すべての入力が真である場合にのみ真を出力する	AND回路は論理積を扱う回路であり、入力されるすべての信号が真（1）であるときのみ、出力が真（1）となる。これに対し、少なくとも一つの入力が真であれば真を出力するのはOR回路の定義である。論理回路はコンピュータの演算処理の基礎となる重要な構成要素である。
問3	答え 4 5ビット全体に含まれる1の個数が常に偶数になるように制御する手法である。	偶数パリティチェックは、データに1ビットを付加して合計の1の個数を偶数に保つ手法です。1ビットの反転は検出可能ですが、2ビットの反転が発生すると1の個数の偶奇が変わらないため、エラーを検出できません。また、受信側で1の個数が偶数であっても、偶数個のビット反転が起きていればエラーを見逃す可能性があるため、誤りがないと断定はできません。
問4	答え 3 8ビット	16進数の1桁は2進数の4ビットに相当します。したがって、16進数で2桁を表現する場合、4ビット×2桁となり、合計で8ビットの情報量となります。これはコンピュータにおけるデータの最小単位である1バイト（8ビット）と同じ情報量です。
問5	答え 1 特性X線の波長は、陽極金属の種類によって決まり、加速電圧を変えても変化しない。	X線スペクトルには、電子の減速によって生じる連続スペクトルと、原子の内殻電子の遷移によって生じる特性X線がある。特性X線の波長は、陽極金属の原子番号によって決まる固有の値であり、加速電圧には依存しない。一方、最短波長は加速電圧のみに依存し、陽極金属の種類には依存しないため、他の選択肢は誤りである。
問6	答え 2 $h / (mv)$	ド・ブロイ波長は、粒子が波動としての性質を持つ際の波長であり、プランク定数 h を粒子の運動量 p で割った値として定義される。運動量 p は質量 m と速度 v の積（ $p=mv$ ）で表されるため、ド・ブロイ波長は $h / (mv)$ となる。これは物質波の基本的な性質を示しており、粒子の運動量が大きいほど波長は短くなることを意味する。
問7	答え 4 文字と二進数の対応表を用いることで、任意の文字列を数値列として表現できる。	符号化とは、特定の規則（対応表）に従って情報を別の形式に置き換える操作を指す。コンピュータは内部で二進数を用いて情報を処理するため、文字を二進数に変換することは情報処理において不可欠である。ビット数は文字の種類数に応じて決定され、情報の総量は変換前後で保持される。また、この変換は物理的な電圧の有無や光の点滅といった信号伝送と密接に結びついている。
問8	答え 3 元の飽和電流値の半分になる	光電効果において、金属表面から放出される光電子の数は、入射する光子の数に比例します。光電管の飽和電流は、単位時間あたりに放出される光電子の総数によって決まるため、入射する光子の数が半分になれば、放出される光電子の数も半分となり、飽和電流値も元の値の半分となります。光の強さと光子数は比例関係にあるため、この性質は光電管の基本的な特性として重要です。
問9	答え 1 反応前後の質量差がエネルギーに変換されるため	核反応においてエネルギーが放出されるのは、反応前の全質量よりも反応後の全質量がわずかに小さくなるためである。この失われた質量（質量欠損）がエネルギーとして外部へ放出される。これは物質とエネルギーの等価性を示す物理学の基本原則である。
問10	答え 4 $(Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - M) \cdot c^2$	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11	答え 3 4ビット	2進数は0と1の2種類の数字を用いるため、1桁で2の1乗の情報を表現でき、これを1ビットと呼びます。一方、16進数は0から9までの数字とAからFまでの文字を合わせた16種類の記号を用います。16は2の4乗であるため、16進数の1桁は2進数の4桁分に相当し、情報量は4ビットとなります。

高校物理プリント（過去問類似）

原子・現代物理 No.7

名前

得点

/10

問1 原子核の結合エネルギーに関する記述として最も適切なものはどれか。（2020年 全国公立入試 類似）

1. 結合エネルギーは、原子核を構成する陽子と中性子を分離するのに必要なエネルギーである。
2. 結合エネルギーが大きいほど、その原子核は安定である。
3. 質量欠損が負の値をとるとき、その原子核は自発的に核分裂を起こす。
4. 結合エネルギーは、原子核内の陽子同士の静電的な反発力のみによって生じる。

問2 デジタル画像表現におけるビットマップ方式の定義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. 画像を幾何学的な図形として数式で記述する手法
2. 画像を画素に区切り、各画素の状態を数値で表現する手法
3. 画像を色の三原色の強度のみで定義し、画素を用いない手法
4. 画像を圧縮アルゴリズムを用いてデータ量を削減して保存する手法

問3 自然界に存在する音や光などの連続的な量を、コンピュータで処理可能な形式に変換する手法として、一定の間隔で区切って数値化する方式を何と呼ぶか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 連続的信号
2. アナログ情報
3. 量子化情報
4. デジタル情報

問4 ボーアの原子模型に関する記述として最も適切なものはどれか。（2015年 全国公立入試 類似）

1. 電子は遷移の際に電子の質量を変化させることでエネルギーを放出する。
2. 電子は定常状態にあるとき、電磁波を放射してエネルギーを失う。
3. 電子が定常状態間を遷移する際、そのエネルギー差に等しいエネルギーを持つ光子が放出または吸収される。
4. 電子が定常状態間を遷移する際、必ず光電子が放出される。

問5 ある金属板に光を照射して光電効果を観測したところ、阻止電圧の絶対値が V_0 であった。入射する光の振動数を変えずに、光の強度のみを2倍にした場合、阻止電圧の絶対値はどうなるか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 2倍の $2V_0$ になる
2. V_0 のまま変化しない
3. 4倍の $4V_0$ になる
4. $1/2$ 倍の $0.5V_0$ になる

問6 光電効果の実験において、金属板に照射する光の波長を一定に保ったまま、単位時間あたりに入射する光子の数を半分にした場合、光電管の飽和電流値はどのようになるか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 元の飽和電流値の半分にになる
2. 元の飽和電流値の2倍になる
3. 元の飽和電流値と変わらない
4. 元の飽和電流値の4倍になる

問7 放射線が人体に与える影響を評価する単位であるシーベルト（Sv）の説明として、最も適切なものはどれか。（2026年 全国公立入試 類似）

1. 電離作用によって発生したイオンの総数のみで決定される
2. 放射性物質から放出される電子の数を直接計測して算出する
3. 放射能の強さを物質の質量で割ることで算出する
4. 吸収したエネルギーに放射線の種類ごとの影響係数を乗じて算出する

問8 湯川秀樹が提唱した中間子理論が説明しようとした物理現象として、最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 超新星爆発に伴うニュートリノの放出
2. 金属中の電子のトンネル効果による電流制御
3. 原子核内部の核力による陽子と中性子の結合
4. 導電性高分子における電気伝導のメカニズム

問9 19世紀初頭、物質を構成する最小単位の粒子であり、化学反応によってそれ以上分割したり生成したりすることはないという原子説を提唱した科学者は誰か。（2004年 全国公立入試 類似）

1. デモクリトス
2. ドルトン
3. ラザフォード
4. ボーア

問10 4ビットのデータに1ビットのパリティビットを付加して5ビットとする偶数パリティチェックにおいて、データ「1011」を送信する場合、付加されるパリティビットの値として正しいものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 1
2. 0
3. 2
4. 3

答え合わせ・解説 No.7

問1	答え 1 結合エネルギーは、原子核を構成する陽子と中性子を分離するのに必要なエネルギーである。	結合エネルギーは、核子をバラバラの状態から原子核を形成する際に放出されるエネルギーであり、逆に原子核を構成する核子をすべて分離させるために外部から与えるべきエネルギーと定義される。この値が大きいほど核子同士の結びつきが強く、一般に安定した原子核であることを示すが、核子あたりの結合エネルギーで比較するのが一般的である。
問2	答え 2 画像を画素に区切り、各画素の状態を数値で表現する手法	ビットマップ画像は、画像を格子状の画素（ピクセル）に分割し、それぞれの画素に対して色や明暗の情報を数値として割り当てる手法である。これに対し、図形を数式で記述する手法はベクタ画像と呼ばれる。ビットマップ方式は画素単位で情報を保持するため、拡大すると画素の境界が目立つという特徴がある。
問3	答え 4 デジタル情報	自然界の事象は時間的にも強度的にも連続的な値をとるアナログ量です。コンピュータは内部で0と1の組み合わせによる離散的な数値としてデータを扱うため、アナログ量を一定の間隔でサンプリングし、数値を割り当てることでデジタル情報に変換します。この変換プロセスにより、情報の複製や加工、長距離伝送におけるノイズの影響を抑えた処理が可能となります。
問4	答え 3 電子が定常状態間を遷移する際、そのエネルギー差に等しいエネルギーを持つ光子が放出または吸収される。	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は電磁波を放射せずに運動を続けます。電子が異なるエネルギー準位間を遷移する際には、そのエネルギー差に等しいエネルギーを持つ光子が放出または吸収されます。このモデルは、古典物理学では説明できなかった原子の安定性とスペクトルの離散性を説明するために提唱されました。
問5	答え 2 V_0 のまま変化しない	光電効果において、放出される電子の最大運動エネルギーは、光の強度（光子の数）ではなく、光の振動数によって決定される。光の強度を大きくすることは、単位時間あたりに放出される光電子の数が増えることを意味し、飽和電流値は増加するが、個々の電子の最大運動エネルギーには影響を与えない。したがって、電子を停止させるために必要な阻止電圧の絶対値は、光の強度を変化させても一定である。
問6	答え 1 元の飽和電流値の半分になる	光電効果において、金属表面から放出される光電子の数は、入射する光子の数に比例します。光電管の飽和電流は、単位時間あたりに放出される光電子の総数によって決まるため、入射する光子の数が半分になれば、放出される光電子の数も半分となり、飽和電流値も元の値の半分となります。光の強さと光子数は比例関係にあるため、この性質は光電管の基本的な特性として重要です。
問7	答え 4 吸収したエネルギーに放射線の種類ごとの影響係数を乗じて算出する	シーベルトは、放射線が人体などの生物に与える影響を評価するための単位である。単に吸収したエネルギー量（グレイ）だけでなく、放射線の種類（アルファ線、ベータ線、ガンマ線など）によって人体への影響度が異なるため、その違いを考慮した係数を乗じて算出される。
問8	答え 3 原子核内部の核力による陽子と中性子の結合	原子核は正の電荷を持つ陽子と電荷を持たない中性子で構成されていますが、陽子同士の電気的な斥力を打ち勝って核を安定させるためには、非常に強力な引力が必要です。湯川秀樹は、この核力を媒介する未知の粒子として中間子を理論的に導き出しました。他の選択肢は、それぞれ江崎玲於奈、小柴昌俊、白川英樹らの研究業績に関連する事象です。
問9	答え 2 ドルトン	ジョン・ドルトンは、1803年に原子説を提唱し、元素が固有の質量を持つ原子から構成されると考えました。これは古代ギリシャのデモクリトスによる「アトモス（分割できないもの）」という概念を、近代的な化学の法則である倍数比例の法則などを説明するために再定義したものです。後の物理学における原子核や電子の発見とは異なり、この段階では原子は内部構造を持たない最小単位として定義されました。
問10	答え 1 1	偶数パリティチェックでは、送信するデータに含まれる1の個数が偶数になるようにパリティビットを決定します。データ「1011」には1が3個含まれており、奇数個です。全体で1の個数を偶数にするためには、パリティビットとして1を付加する必要があります。これにより、5ビット全体での1の個数は4個となり、偶数という条件を満たします。

高校物理プリント（過去問類似）

原子・現代物理 No.8

名前

得点

/9

問1 ある金属に光を照射し、電子の最大運動エネルギーと光の振動数の関係を調べたところ、振動数が ν_0 のときに最大運動エネルギーがゼロとなった。このとき、プランク定数 h を仕事関数 W と振動数 ν_0 を用いて表すとどうなるか。（2023年 全国公立入試 類似）

1. $h = W / \nu_0$ 2. $h = W \times \nu_0$ 3. $h = \nu_0 / W$ 4. $h = W - \nu_0$

問2 鉛容器から放出されたアルファ線、ベータ線、ガンマ線を、水平方向の電場中を通過させたとき、その軌道の変化に関する記述として最も適当なものを一つ選べ。（2020年 全国公立入試 類似）

1. アルファ線は負の電荷を持つため電場の向きと逆に曲がり、ベータ線は正の電荷を持つため電場の向きに曲がり、ガンマ線は電荷を持たないため直進する。
2. アルファ線は正の電荷を持つため電場の向きに曲がり、ベータ線は負の電荷を持つため電場の向きと逆に曲がり、ガンマ線は電荷を持たないため直進する。
3. アルファ線とベータ線はともに電荷を持つため電場により曲がるが、ガンマ線も電磁波としての性質により電場の向きにわずかに曲がる。
4. アルファ線、ベータ線、ガンマ線はすべて放射線であるため、電場を通過してもいずれも軌道が曲がることはなく直進する。

問3 原子力発電の原理に関する記述として最も適切なものはどれか。（2015年 全国公立入試 類似）

1. ナトリウムを燃料として使用し、核分裂反応を制御することで発電を行う。
2. 軽い原子核同士が合体する核融合反応により、直接的に電気エネルギーを取り出す。
3. ウランの核分裂で生じる膨大な熱エネルギーを利用して蒸気を発生させ、タービンを回す。
4. 原子核が分裂する際に放出される電子の移動を直接電流として取り出す。

問4 偶数パリティチェックの仕組みに関する記述として、最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. データ内の1の個数が奇数の場合にパリティビットを0にする手法である。
2. 伝送中に2ビット以上の反転が発生した場合でも、エラーを確実に検出できる。
3. 受信側で1の個数が偶数であることを確認できれば、データに誤りがないと断定できる。
4. 5ビット全体に含まれる1の個数が常に偶数になるように制御する手法である。

問5 光電効果の実験において、金属板に照射する光の波長を一定に保ったまま、単位時間あたりに入射する光子の数を半分にした場合、光電管の飽和電流値はどのようになるか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 元の飽和電流値と変わらない 2. 元の飽和電流値の2倍になる 3. 元の飽和電流値の半分になる 4. 元の飽和電流値の4倍になる

問6 論理回路におけるAND回路の論理演算の定義として正しいものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. すべての入力が真である場合にのみ真を出力する 2. 少なくとも一つの入力が真である場合に真を出力する 3. 入力が異なる値である場合にのみ真を出力する 4. すべての入力が偽である場合にのみ真を出力する

問7 コンプトン散乱において、入射X線が電子と衝突する際、エネルギー保存則と運動量保存則が成り立つ。この現象の物理的背景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. 光子は質量を持たないため、電子との衝突において運動量の受け渡しは行われない。
2. 光子は波としての性質のみを持つため、電子との衝突はエネルギーのやり取りを伴わない。
3. 電子は衝突によってエネルギーを得るが、光子の波長は衝突の角度に関わらず一定である。
4. 光子はエネルギーと運動量を持つ粒子として電子と衝突し、散乱角に応じてエネルギーを分配する。

問8 ボーアの原子模型に関する記述として最も適切なものはどれか。（2015年 全国公立入試 類似）

1. 電子は遷移の際に電子の質量を変化させることでエネルギーを放出する。
2. 電子が定常状態間を遷移する際、そのエネルギー差に等しいエネルギーを持つ光子が放出または吸収される。
3. 電子は定常状態にあるとき、電磁波を放射してエネルギーを失う。
4. 電子が定常状態間を遷移する際、必ず光電子が放出される。

問9 半導体ダイオードの物理的性質として、電子と正孔の挙動に関する記述として正しいものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. p型半導体中の正孔は、電流の向きと逆方向に移動することで電流を担う。
2. n型半導体中の電子は、電流の向きと逆方向に移動することで電流を担う。
3. ダイオードに順方向電圧をかけると、電子と正孔は接合面から離れる方向に移動する。
4. ダイオードの整流作用は、電子と正孔が接合面で結合しないことで生じる。

答え合わせ・解説 No.8

問1	答え 1 $h = W / \nu_0$	光電効果の式 $K = h\nu - W$ において、最大運動エネルギー K がゼロとなる振動数 ν_0 を限界振動数と呼ぶ。 $K = 0$ を代入すると、 $0 = h\nu_0 - W$ という関係式が成り立つ。これをプランク定数 h について整理すると、 $h = W / \nu_0$ となる。この式は、グラフの切片から仕事関数を、傾きからプランク定数を求める実験的根拠となっている。
問2	答え 2 アルファ線は正の電荷を持つため電場の向きに曲がり、ベータ線は負の電荷を持つため電場の向きと逆に曲がり、ガンマ線は電荷を持たないため直進する。	放射線が電場を通過する際、電荷を持つ粒子はローレンツ力（静電気力）を受けて軌道が曲がります。アルファ線はヘリウムの原子核であり正の電荷を持つため電場の向きに、ベータ線は電子であり負の電荷を持つため電場の向きと逆方向に力を受けます。一方、ガンマ線は波長が極めて短い電磁波であり、電荷を持たないため電場による影響を受けず、軌道は曲がらずに直進します。
問3	答え 3 ウランの核分裂で生じる膨大な熱エネルギーを利用して蒸気を発生させ、タービンを回す。	原子力発電所では、ウランの核分裂反応によって発生した熱エネルギーを用いて水を加熱し、高温高圧の蒸気を作ります。この蒸気のカでタービンを回転させ、発電機を動かすことで電気を得ています。核融合は太陽などのエネルギー源ですが、地上での発電利用は研究段階です。また、ナトリウムは一部の高速増殖炉で冷却材として検討されますが、燃料そのものではありません。
問4	答え 4 5ビット全体に含まれる1の個数が常に偶数になるように制御する手法である。	偶数パリティチェックは、データに1ビットを付加して合計の1の個数を偶数に保つ手法です。1ビットの反転は検出可能ですが、2ビットの反転が発生すると1の個数の偶奇が変わらないため、エラーを検出できません。また、受信側で1の個数が偶数であっても、偶数個のビット反転が起きていればエラーを見逃す可能性があるため、誤りがないと断定はできません。
問5	答え 3 元の飽和電流値の半分になる	光電効果において、金属表面から放出される光電子の数は、入射する光子の数に比例します。光電管の飽和電流は、単位時間あたりに放出される光電子の総数によって決まるため、入射する光子の数が半分になれば、放出される光電子の数も半分となり、飽和電流値も元の値の半分となります。光の強さと光子数は比例関係にあるため、この性質は光電管の基本的な特性として重要です。
問6	答え 1 すべての入力が真である場合にのみ真を出力する	AND回路は論理積を扱う回路であり、入力されるすべての信号が真（1）であるときのみ、出力が真（1）となる。これに対し、少なくとも一つの入力が高レベルであれば真を出力するのはOR回路の定義である。論理回路はコンピュータの演算処理の基礎となる重要な構成要素である。
問7	答え 4 光子はエネルギーと運動量を持つ粒子として電子と衝突し、散乱角に応じてエネルギーを分配する。	コンプトン散乱は、光を波としてだけでなく、エネルギーと運動量を持つ粒子（光子）として扱うことで理解できる。光子が電子に衝突する際、エネルギー保存則と運動量保存則を適用すると、散乱後の光子の波長は散乱角に依存して変化することが導かれる。この散乱角が大きいほど、電子に与えられるエネルギーが大きくなり、光子の波長変化も大きくなる。
問8	答え 2 電子が定常状態間を遷移する際、そのエネルギー差に等しいエネルギーを持つ光子が放出または吸収される。	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は電磁波を放射せず運動を続けます。電子が異なるエネルギー準位間を遷移する際には、そのエネルギー差に等しいエネルギーを持つ光子が放出または吸収されます。このモデルは、古典物理学では説明できなかった原子の安定性とスペクトルの離散性を説明するために提唱されました。
問9	答え 2 n型半導体中の電子は、電流の向きと逆方向に移動することで電流を担う。	電流の定義は正電荷の移動する向きであり、負電荷である電子は電流の向きと逆方向に移動する。p型半導体では正孔が、n型半導体では電子が電流の担い手となる。順方向電圧をかけると、電子と正孔は接合面に向かって移動し、接合面で再結合することで電流が流れる。この一方向への流れやすさが整流作用の原理である。

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. プランク定数が変化するため、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。

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. 4.1 eV 3. 3.1 eV 4. 2.1 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. 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。
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. 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。
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. 散乱後のX線の波長は、入射X線の波長よりも長くなる。
2. 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。
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. 振動数の増加にかかわらず最大運動エネルギーは一定である
2. 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
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. $r = n\lambda$ 2. $n r^2 = n\lambda$ 3. $2\pi r = n\lambda$ 4. $2\pi r = n\lambda$

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. 放射性崩壊 2. 核融合 3. 質量欠損 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. $E1 - E2$ 3. $E2 / E1$ 4. $E2 - E1$

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. 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。
2. 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。
3. 同一元素の原子であっても、質量が異なるものが存在する。
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 4 2.1 eV	光電効果の式 $K = h\nu - W$ を用いる。ここで $h\nu$ 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 3 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 2 $(E - E') / h$	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vの積hν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 1 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 2 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 $K = h\nu - W$ 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 4 $2\pi r = n\lambda$	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 3 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 4 $E2 - E1$	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 2 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。