

高校物理プリント（過去問類似）

原子・現代物理 No.4

名前

得点

/10

問1 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）

- 10進数の15を16進数で表すと15となる。
- 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。
- 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。
- 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2 コンピュータの動作原理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）

- コンピュータは記述された命令の順番に従って逐次処理を行うことで目的の計算を実現する。
- コンピュータはハードウェアそのものが自律的に判断して複雑なデータ処理を行う。
- シミュレーションはコンピュータが命令なしで自発的に計算を行う手法である。
- ナビゲーション機能はコンピュータの物理的な回路構成のみによって完全に決定される。

問3 水素原子の電子のエネルギー準位が量子数 n の二乗に反比例し、負の値をとることの物理的な意味として最も適切なものはどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

- 電子が原子核の周囲を古典力学的に自由に運動していることを示す。
- 電子が原子核から無限遠方に離脱した状態にあることを示す。
- 電子が原子核の束縛を受けている状態にあることを示す。
- 電子の質量が量子数 n に応じて変化していることを示す。

問4 結晶面の間隔が d である結晶に、入射角 θ で電子線を入射させたとき、反射波が強め合うブラッグの条件として正しいものはどれか。ただし、電子のド・ブロイ波長を λ 、 n を自然数とする。（2025年 全国公立入試 類似）

- $d \sin \theta = n\lambda$
- $2d \sin \theta = n\lambda$
- $2d \cos \theta = n\lambda$
- $d \cos \theta = n\lambda$

問5 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）

- 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
- 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
- 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
- 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6 二進数で表されたデータに対して、鍵コードを用いた暗号化を行う際、鍵コードのビットが1である箇所に対して行われる操作として最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

- ビットの値を隣の桁と入れ替える
- ビットの値を0に固定する
- ビットの値を1に固定する
- ビットの値を反転させる

問7 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）

- 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。
- 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。
- 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。
- 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。

問8 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。（2017年 全国公立入試 類似）

- 原子核を構成する陽子と中性子の質量の和と、原子核の質量の差である質量欠損を光速の二乗で割った値である。
- 原子核を構成する陽子と中性子の質量の和と、原子核の質量の差である質量欠損に光速を掛けた値である。
- 原子核を構成する陽子と中性子の質量の和と、原子核の質量の差である質量欠損に光速の二乗を掛けた値である。
- 原子核を構成する陽子と中性子の質量の和と、原子核の質量の差である質量欠損を光速で割った値である。

問9 19世紀末、J.J.トムソンが陰極線の実験を通じて発見した、原子の内部に含まれる負の電荷を持つ粒子は何か。（2004年 全国公立入試 類似）

- 電子
- 陽子
- 中性子
- 原子核

問10 単位面積あたりの太陽エネルギー強度が 1.0 kW/m^2 である環境において、消費電力が 50 W の機器を稼働させるために必要な太陽電池パネルの最小面積として正しいものはどれか。ただし、太陽電池の変換効率は10%とする。（2006年 全国公立入試 類似）

- 0.25 m^2
- 5.0 m^2
- 1.0 m^2
- 0.5 m^2

答え合わせ・解説 No.4

問1	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2	答え 1 コンピュータは記述された命令の手順に従って逐次処理を行うことで目的の計算を実現する。	コンピュータの基本的な動作は、メモリに格納されたプログラム（命令の集合）をCPUが順次取り出し、実行することにあります。この手順が論理的に記述されていることで、複雑な計算やデータ処理が可能となります。ハードウェアはあくまで計算を実行するための物理的な基盤であり、それ自体が命令なしに目的を持った処理を行うことはありません。シミュレーションやナビゲーションは、プログラムによって制御された結果として現れる機能です。
問3	答え 3 電子が原子核の束縛を受けている状態にあることを示す。	エネルギー準位が負であることは、電子が原子核の引力によって束縛されていることを意味します。エネルギーを供給して負の値を0に近づけることで、電子は原子核から離れることができます。nが大きくなるほどエネルギーは0に近づき、束縛が弱くなります。nが無限大のときエネルギーは0となり、電子は原子から離脱します。
問4	答え 2 $2d \sin \theta = n\lambda$	結晶面で反射する電子線が強め合うためには、隣り合う結晶面からの反射波の経路差が波長の整数倍である必要がある。図形的に経路差を求めると $2d \sin \theta$ となり、これが $n\lambda$ と等しくなる条件がブラッグの条件である。この現象は電子が物質波として振る舞う証拠となる。
問5	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 $K = h\nu - W$ 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6	答え 4 ビットの値を反転させる	鍵コードを用いた暗号化において、鍵コードのビットが1である箇所は、元のデータのビットを反転（0を1に、1を0に）させる操作が行われます。これは排他的論理和（XOR）演算と同じ原理であり、鍵コードのビットが0である箇所は元のデータがそのまま保持されます。ビットの置換や加算処理とは異なる手法です。
問7	答え 2 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8	答え 3 原子核を構成する陽子と中性子の質量の和と、原子核の質量の差である質量欠損に光速の二乗を掛けた値である。	アインシュタインの質量とエネルギーの等価性原理（ $E=mc^2$ ）に基づき、原子核が形成される際に減少した質量（質量欠損）はエネルギーとして放出される。このエネルギーが結合エネルギーであり、質量欠損に光速の二乗を乗じることで算出される。このエネルギーが大きいほど、原子核は安定して存在できる。
問9	答え 1 電子	トムソンは、真空放電管を用いた陰極線の実験により、陰極線が負の電荷を帯びた粒子の流れであることを突き止めました。これにより、原子はそれ以上分割できない最小単位ではなく、内部に電子という粒子を含む構造体であることが明らかになりました。陽子や中性子は後に発見された原子核を構成する粒子であり、この発見が原子構造論の転換点となりました。
問10	答え 4 0.5 m^2	太陽電池の発電電力は、面積×太陽エネルギー強度×変換効率で求められます。まず、 1 m^2 あたりの発電電力は、 $1.0 \text{ kW/m}^2 \times 0.10 = 0.1 \text{ kW/m}^2 = 100 \text{ W/m}^2$ となります。必要な電力が50 Wであるため、必要な面積は $50 \text{ W} \div 100 \text{ W/m}^2 = 0.5 \text{ m}^2$ と算出されます。