

高校物理プリント（過去問類似）

原子・現代物理 No.2

名前

得点

/10

問1 仕事関数が3.0 eVの金属表面に、エネルギーが4.5 eVの光子を照射したとき、放出される光電子の最大運動エネルギーは何eVか。 (2016年 全国公立入試 類似)

1. 1.5 eV 2. 3.0 eV 3. 4.5 eV 4. 7.5 eV

問2 コンピュータの構成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. ソフトウェアは、物理的な回路や機械装置そのものを指す。 2. レジスタは、ソフトウェアを構成する論理的な情報群の一つである。 3. プロセッサは、ソフトウェアを記述するための言語の総称である。 4. プログラムは、ハードウェアを動作させるための命令手順である。

問3 ある放射性同位体の半減期が6000年であるとき、この放射性同位体が元の量の4分の1まで減少するのに必要な期間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. 3000年 2. 6000年 3. 12000年 4. 24000年

問4 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。 3. 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。 4. 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。

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

問6 コンピュータを動作させるためのプログラムや、その記述に用いられるプログラミング言語など、物理的な実体を持たない論理的な情報群を総称して何と呼ぶか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. レジスタ 2. ハードウェア 3. プロセッサ 4. ソフトウェア

問7 ウラン238が安定な鉛206へと変化する放射性崩壊の過程において、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。正しい組み合わせを選べ。 (2018年 全国公立入試 類似)

1. アルファ崩壊6回、ベータ崩壊8回 2. アルファ崩壊8回、ベータ崩壊6回 3. アルファ崩壊32回、ベータ崩壊6回 4. アルファ崩壊8回、ベータ崩壊10回

問8 原子力発電が他の発電方式と比較して持つ特徴として、正しい説明はどれか。 (2015年 全国公立入試 類似)

1. 核融合反応を制御することで、放射性廃棄物を一切出さずに発電できる。 2. 核分裂反応を利用するため、発電過程で窒素酸化物が発生する。 3. 発電時に二酸化炭素を排出しないが、放射性廃棄物の管理が不可欠である。 4. 燃料にナトリウムを用いることで、核分裂を連鎖させずに安定発電できる。

問9 ある光電管に特定の振動数の光を照射したところ、阻止電圧の絶対値が0.50 Vであった。このとき放出される光電子の最大速度として最も近い値はどれか。ただし、電子の質量を 9.1×10^{-31} kg、電気素量を 1.6×10^{-19} Cとし、 $\sqrt{1.76} \approx 1.33$ とする。 (2016年 全国公立入試 類似)

1. 3.3×10^5 m/s 2. 7.4×10^5 m/s 3. 5.6×10^5 m/s 4. 4.2×10^5 m/s

問10 水素原子における電子と陽子の間に働く力について、静電気力と万有引力の大きさの比（静電気力／万有引力）として最も適切なものはどれか。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. 約10の40乗倍 2. 約10の20乗倍 3. 約10の10乗倍 4. 約10の60乗倍

答え合わせ・解説 No.2

問1	答え 1 1.5 eV	光電効果において、放出される光電子の最大運動エネルギーは、入射した光子のエネルギーから金属の仕事関数を差し引いた値に等しくなります。本問では、入射光子のエネルギーが4.5 eV、金属の仕事関数が3.0 eVであるため、最大運動エネルギーは $4.5 \text{ eV} - 3.0 \text{ eV} = 1.5 \text{ eV}$ と算出されます。
問2	答え 4 プログラムは、ハードウェアを動作させるための命令手順である。	プログラムとは、コンピュータに対して特定の処理を行わせるための命令手順を記述したものである。ソフトウェアはプログラムや言語などの論理的な情報の総称であり、物理的な回路や機械装置そのものはハードウェアと呼ばれる。プロセッサは演算処理を行うハードウェアの一部であり、レジスタはプロセッサ内部の高速な記憶領域を指すため、いずれもソフトウェアではない。
問3	答え 3 12000年	半減期が6000年である場合、6000年経過するごとに放射性同位体の量は半分になる。元の量を1とすると、6000年後には1/2になり、さらに6000年後（合計12000年後）にはその半分である1/4になる。したがって、元の量の4分の1になるには、半減期の2倍の期間である12000年が必要となる。
問4	答え 2 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5	答え 1 V0 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 4 ソフトウェア	コンピュータシステムは、物理的な装置であるハードウェアと、それらを制御する論理的な命令群であるソフトウェアの二つで構成される。プログラムやプログラミング言語は、ハードウェアを動かすための指示書としての役割を果たす情報であり、これらは物理的な実体を持たないためソフトウェアに分類される。プロセッサやレジスタはハードウェアを構成する物理的な部品である。
問7	答え 2 アルファ崩壊8回、ベータ崩壊6回	ウラン238から鉛206への変化では、質量数が238から206へ32減少する。アルファ崩壊は1回につき質量数を4減少させるため、 $32 \div 4 = 8$ 回起こる必要がある。この8回のアルファ崩壊で原子番号は16減少するが、ウランの原子番号92から鉛の82までは10の減少である。したがって、ベータ崩壊によって原子番号を6増加させる必要があり、ベータ崩壊は6回起こることになる。
問8	答え 3 発電時に二酸化炭素を排出しないが、放射性廃棄物の管理が不可欠である。	原子力発電は、核分裂反応を利用して熱を得るため、化石燃料を燃焼させる火力発電とは異なり、二酸化炭素を排出しません。しかし、使用済み核燃料などの放射性廃棄物が発生するため、これらを長期にわたり厳重に管理する必要があります。核融合やナトリウム利用といった選択肢は、現在の一般的な原子力発電の定義とは異なります。
問9	答え 4 $4.2 \times 10^5 \text{ m/s}$	最大速度 v は $v = \sqrt{2 \cdot e \cdot V_0 / m}$ で求められる。数値を与式に代入すると、 $v = \sqrt{2 \cdot 1.6 \times 10^{-19} \cdot 0.50 / (9.1 \times 10^{-31})} = \sqrt{1.6 \times 10^{-19} / (9.1 \times 10^{-31})} = \sqrt{0.176 \times 10^{12}} = \sqrt{17.6 \times 10^{10}} = \sqrt{17.6} \times 10^5 \text{ m/s}$ となる。 $\sqrt{17.6} \approx 1.33$ より、 $\sqrt{17.6} \approx 4.20$ となり、約 $4.2 \times 10^5 \text{ m/s}$ が得られる。
問10	答え 1 約10の40乗倍	水素原子内の電子と陽子には、クーロンの法則に従う静電気力と、ニュートンの万有引力の法則に従う引力が同時に働いている。それぞれの力の式に電子と陽子の質量や電荷の値を代入して比較すると、静電気力の方が万有引力よりも圧倒的に大きい。その比率は約10の40乗倍という極めて大きな値となるため、原子スケールの現象を扱う際には、万有引力を無視して静電気力のみを考慮すれば十分である。