

高校物理プリント（過去問類似）

原子・現代物理 No.5

名前

得点

/11

問1 光電管に光を照射した際、光電流がゼロになる阻止電圧の絶対値を V_0 、電子の質量を m 、電気素量を e とする。このとき、放出される光電子の最大速度 v を表す式として正しいものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. $v = \sqrt{e \cdot V_0 / (2 \cdot m)}$ 2. $v = \sqrt{2 \cdot e \cdot V_0 / m}$ 3. $v = \sqrt{m \cdot V_0 / (2 \cdot e)}$ 4. $v = \sqrt{2 \cdot m \cdot V_0 / e}$

問2 放射線が人体に与える影響を評価する単位として用いられるものはどれか。（2017年 全国公立入試 類似）

1. グレイ 2. ベクレル 3. シーベルト 4. アンペア

問3 光電効果において、金属表面に照射される光の振動数を ν 、プランク定数を h としたとき、光子1個が持つエネルギーを表す式として正しいものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. $h + \nu$ 2. $h \div \nu$ 3. $\nu \div h$ 4. $h \times \nu$

問4 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。

問5 ある放射性同位体が崩壊し、元の原子核の個数が全体の8分の1になるまでに37.2時間を要した。この放射性同位体の半減期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. 6.2時間 2. 12.4時間 3. 24.8時間 4. 49.6時間

問6 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7 アナログ情報をデジタル情報に変換する際、元の連続的な信号を一定の時間間隔で区切り、それぞれの値を数値として記録する処理を行う。この処理に関する説明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. アナログ情報はデジタル情報よりもノイズの影響を受けにくい
2. アナログ情報はデジタル情報よりも記録容量を小さくできる
3. デジタル化することで情報の複製や編集が容易になる
4. デジタル情報は連続的な値をそのまま保持するため精度が無限である

問8 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

問9 放射線に関する記述として、誤っているものを選び。（2019年 全国公立入試 類似）

1. X線は電磁波の一種であり、横波として伝わる。
2. 放射線の透過力や電離作用は、放射線の種類によって異なる。
3. 原子の種類は、原子核に含まれる中性子の数によって決まる。
4. 原子力発電では、核分裂の連鎖反応を制御してエネルギーを取り出している。

問10 ボーアのモデルにおいて、水素原子内の電子がとるエネルギー準位 E_n は、量子数 n を用いてどのように表されるか。ただし、 m は電子の質量、 e は電気素量、 h はプランク定数、 ϵ_0 は真空の誘電率とする。（2022年 全国公立入試 類似）

1. $E_n = -me^2 / (8\epsilon_0^2 h n^2)$ 2. $E_n = -me^4 / (8\epsilon_0^2 h^2 n^2)$ 3. $E_n = -m^2 e^4 / (4\epsilon_0 h^2 n^2)$ 4. $E_n = -me^4 / (4\epsilon_0 h n^2)$

問11 金属に光を照射した際に電子が放出される光電効果において、電子の最大運動エネルギー K 、光の振動数 ν 、プランク定数 h 、仕事関数 W の関係を示す式として正しいものはどれか。（2023年 全国公立入試 類似）

1. $K = h\nu / W$ 2. $K = h\nu + W$ 3. $K = W - h\nu$ 4. $K = h\nu - W$

答え合わせ・解説 No.5

問1	答え 2 $v = \sqrt{2 * e * V0 / m}$	光電管において、放出された電子の最大運動エネルギーKは、阻止電圧V0を用いて $K = e * V0$ と表される。運動エネルギーの定義式 $K = (1/2) * m * v^2$ に代入すると、 $e * V0 = (1/2) * m * v^2$ となる。これを速度vについて解くと、 $v^2 = 2 * e * V0 / m$ となり、 $v = \sqrt{2 * e * V0 / m}$ が得られる。阻止電圧は電子の最大運動エネルギーを電場によって打ち消すために必要なエネルギーに対応している。
問2	答え 3 シーベルト	シーベルトは、放射線が人体に与える生物学的な影響の大きさを表す単位である。ベクレルは放射性物質が放射線を出す能力（放射能）の強さを表し、グレイは物質が吸収した放射線のエネルギー量（吸収線量）を表す。放射線の人体への影響は、放射線の種類や被曝した部位によって異なるため、吸収線量に放射線の種類ごとの係数を乗じてシーベルトが算出される。
問3	答え 4 $h \times v$	光子のエネルギーEは、プランク定数hと光の振動数vの積（ $E = hv$ ）で定義されます。光電効果では、金属中の電子がこのエネルギーを光子から吸収し、仕事関数を越えた場合に電子が放出されます。この関係は量子力学の基礎であり、光が粒子としての性質を持つことを示す重要な指標です。
問4	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。
問5	答え 2 12.4時間	放射性同位体の個数が半分になる時間が半減期である。個数が8分の1になるということは、半減期を3回経過したことを意味する（ $1/2$ の3乗＝ $1/8$ ）。したがって、経過した37.2時間を3で割ることで、1回あたりの半減期である12.4時間が導かれる。崩壊は確率的な現象であり、個体数が多いほどこの統計的な法則が正確に適用される。
問6	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vの積hvで表されるため、 $hv = E - E'$ という関係が成り立ちます。したがって、振動数v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7	答え 4 デジタル情報は連続的な値をそのまま保持するため精度が無限である	デジタル化の最大の利点は、情報の劣化を抑えて複製や編集ができる点にあります。アナログ情報は記録や伝送の過程でノイズが混入すると元の信号を完全に復元することが困難ですが、デジタル情報は0と1の数値として処理されるため、一定の閾値を超えれば元の情報を正確に再生可能です。ただし、デジタル化にはサンプリング間隔による情報の欠落という制約が伴います。
問8	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。
問9	答え 3 原子の種類は、原子核に含まれる中性子の数によって決まる。	原子の種類（元素）は、原子核に含まれる陽子の数（原子番号）によって決定される。中性子の数が異なれば同位体となるが、元素の種類自体は変わらない。他の選択肢について、X線は電磁波であるため横波であり、放射線の性質は種類により異なり、原子力発電は核分裂の連鎖反応を利用しているため、これらはすべて正しい記述である。
問10	答え 2 $E_n = -me^4 / (8\epsilon_0^2 h^2 n^2)$	ボーアの量子条件 $mvr = nh/2\pi$ と、電子に働くクーロン力が向心力となる運動方程式を連立させることで、電子の軌道半径とエネルギーが導出されます。水素原子のエネルギー準位は、量子数nの二乗に反比例し、負の値をとります。この式は、電子が原子核の束縛から解放される状態をエネルギー0として、それよりも低い安定な状態にあることを示しています。
問11	答え 4 $K = hv - W$	アインシュタインの光量子仮説によれば、光はエネルギーhvを持つ光子として振る舞う。金属表面の電子が光子を吸収し、金属外へ飛び出すために必要な最小エネルギーが仕事関数Wである。したがって、電子が持つ最大運動エネルギーKは、吸収した光子のエネルギーから仕事関数を差し引いた値、すなわち $K = hv - W$ となる。