

高校物理プリント（過去問類似）

原子・現代物理 No.3

名前

得点

/10

問1 原子力発電の仕組みと特徴に関する記述として最も適当なものはどれか。（2015年 全国公立入試 類似）

- 核燃料の核分裂反応で生じる熱エネルギーを蒸気の発生に利用する。
- 核融合反応を利用して膨大な熱エネルギーを取り出し発電する。
- 燃料としてナトリウムを用いることで高い発電効率を実現している。
- 発電過程で窒素酸化物を大量に排出するため環境対策が必要である。

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 eV
- 2.1 eV
- 3.1 eV
- 4.1 eV

問3 光の波動説において、波の重ね合わせの原理が重要となる現象として、最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

- 光の直進性による影の形成
- 光の干渉や回折による強め合いや弱め合い
- 光が原子に衝突して電子を放出する現象
- 光が微粒子として空間を高速で移動する性質

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）

- 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。
- 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。
- 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。
- 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 放射性同位体の半減期に関する説明として最も適当なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

- 放射性同位体が崩壊によって元の量の半分になるまでの時間のことである。
- 放射性同位体が崩壊し尽くして完全に消失するまでの時間のことである。
- 放射性同位体が外部からの放射線を受けて元の量の半分になるまでの時間のことである。
- 放射性同位体の原子核が分裂して安定な原子に変化するまでの時間のことである。

問6 放射線の産業・医療利用の具体例として誤っているものはどれか。（2025年 全国公立入試 類似）

- 中性子線はベータ線に比べて透過力が弱いので、厚い金属板の内部検査には適さない。
- 工業分野において、放射線を用いた非破壊検査により製品内部の欠陥を調べることができる。
- 医療分野において、放射線を用いた滅菌処理により医療器具の安全性を確保している。
- 農業分野において、放射線を照射して突然変異を誘発させ、品種改良に役立っている。

問7 ボーアの量子条件において、原子核の周りを回る電子が安定した円軌道をとるための条件として正しいものはどれか。（2015年 全国公立入試 類似）

- 円軌道の円周の長さが、電子の物質波の波長の整数倍である。
- 円軌道の円周の長さが、電子の物質波の波長の半分である。
- 円軌道の半径が、電子の物質波の波長の整数倍である。
- 円軌道の半径が、電子の物質波の波長の半分である。

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）

- 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。
- 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。
- 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。
- 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 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。
- 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。
- 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。
- 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10 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）

- ドルトン
- デモクリトス
- ラザフォード
- ボーア

答え合わせ・解説 No.3

問1	答え 1 核燃料の核分裂反応で生じる熱エネルギーを蒸気の発生に利用する。	原子力発電は、ウランやプルトニウムなどの核燃料が核分裂を起こす際に放出される熱エネルギーを利用して水を沸騰させ、その蒸気でタービンを回す発電方式です。核融合は太陽などの反応であり、現在の原子力発電とは異なります。また、火力発電と異なり二酸化炭素や窒素酸化物は排出しませんが、放射性廃棄物が生じる点が大きな課題です。
問2	答え 2 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 2 光の干渉や回折による強め合いや弱め合い	波動説の根幹である重ね合わせの原理は、複数の波が重なったときに振幅が合成される現象を指します。光が波であるならば、異なる経路を通った光が重なり合うことで、強め合ったり弱め合ったりする干渉や、障害物の背後に回り込む回折といった現象が説明可能です。これらは粒子説では説明が困難な現象であり、波動説の正当性を裏付ける重要な根拠となりました。
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 1 放射性同位体が崩壊によって元の量の半分になるまでの時間のことである。	半減期とは、放射性同位体が放射壊変によって、その原子数が初期の半分に減少するまでに要する時間を指す。この期間は放射性同位体の種類ごとに固有の値であり、温度や圧力などの外部環境の影響をほとんど受けないという性質がある。放射壊変は確率的な現象であり、個々の原子核がいつ崩壊するかは予測できないが、大量の原子集団で見ると一定の割合で減少していく。
問6	答え 1 中性子線はベータ線に比べて透過力が弱い ため、厚い金属板の内部検査には適さない。	中性子線は電荷を持たないため物質を透過する能力が非常に高く、ベータ線と比較しても金属などの厚い物質を透過する力が強い。そのため、中性子線を用いた非破壊検査は、厚い金属部品の内部構造を調べる際に非常に有効である。その他の選択肢である工業的な非破壊検査、医療器具の滅菌、農業における品種改良は、いずれも放射線の特性を活かした適切な利用例である。
問7	答え 1 円軌道の円周の長さが、電子の物質波の波長の整数倍である。	ボーアの量子条件は、電子を波として捉えた際に、円軌道上で定常波が形成される条件を指します。軌道上で波が打ち消し合わずに重なり合うためには、円周の長さが波長の整数倍である必要があります。この条件により、電子の軌道半径やエネルギーが不連続な値をとる量子化という現象が導かれます。
問8	答え 1 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 3 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10	答え 1 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。