入試問題研究 第130回 2004年 徳島大学 ④ 総合　※ 一部改作

次の文章において、下線部分に間違っている箇所があれば、例にならって誤りを正し、なければ○を記せ。

（例）原子核は陽子と電子から構成されている。　（電子　→　中性子）

(1) 正に帯電したはく検電器の上によく磨いた亜鉛板をのせ、これに殺菌灯の紫外線を当てるとはくは開いたままである。

(2) 夜空の星はきらめいて見える。これは、星の内部で起こっている核融合反応の激しさが変化しているためである。

(3) 電子顕微鏡を用いると、結晶の細かい構造が見える。これは、電子がX線程度の短い波長を持つ波としての性質を持つ ためである。

(4) よく磨いた金属板に光を当てると、金属板から電子が飛び出す。この現象は、光の波長がある値より長いときに起こる。

(5) X線を物質に当てると、散乱されたX線には入射X線より波長が長いものが含まれる。この現象は X線が波動性を持つ ことで説明できる。

(6) 星空を見上げると、瞬時に遠い星を見ることができる。これは、眼で光の波動性による光電効果が起きているからである。

(7) 乾燥した冬の日にセーターなどを脱ぐとき、静電気が発生する。これは摩擦により原子中にあるの陽子がはぎ取られて正の電荷が少なくなり帯電するためである。

(8) 原子中の電子のエネルギーはとびとびの値をもち、エネルギーの低い状態から高い状態に移るときに光が放出される。このため、原子から光は線スペクトルを示す。

(9) 原子核中の陽子どうしは電気的な強い斥力で反発し合うが、それにまさる強い引力である万有引力により原子核は結合し安定する。

(10) 原子核の核子1個あたりの結合エネルギーは鉄付近の同位体で最小値を持ち、原子核が最も安定となる。

入試問題研究 第130回 2004年 徳島大学 ④ 総合 解答･解説

次の文章において、下線部分に間違っている箇所があれば誤りを正し、なければ○を記きなさい。

（例）原子核は陽子と電子から構成されている。　　（電子　→　中性子）

(1) 正に帯電したはく検電器の上によく磨いた亜鉛板をのせ、これに 殺菌灯の紫外線を当てるとはくは開いたままである。

［答え］　○

［解説］　亜鉛板に紫外線を**当てる**と光電効果により電子（光電子といいます）が飛び出すことは、物理を学習している人は誰でも知っている。では、飛び出した光電子はその後どうなるのでしょうか。はく検電器が正に帯電しているので、飛び出した負の電荷を持つ光電子は引き戻されます。そのため、はく検電器に帯電している電気量は変わらないのです。はくは同じ状態（開いたまま）を保つことになります。

なお、はく検電器が負に帯電している場合は、飛び出した光電子ははく検電器と同符号だから反発力となり戻ってこない。よって、はく検電器の負電荷は減少する。そのため、はくは閉じるのです。

(2) 夜空の星はきらめいて見える。これは、星の内部での核融合反応が変化するため放射される光の量が変化する ためである。

［答え］　**星の内部での核融合反応が変化するため放射される光の量が変化する　→　地球大気の揺らぎのために地表に到達する光が変化する**

［解説］　地球を取り巻く大気は一様ではなく、大気には温度分布（密度分布）にばらつきがある。このため、星から来た光が屈折などにより変化して地表で観測するとき、星がきらめくのです。なお、地球大気圏から脱出して宇宙に出ると星はきらめかないようになります。

(3) 電子顕微鏡を用いると、結晶の細かい構造が見える。これは、電子がX線程度の短い波長を持つ波としての性質を持つ ためである。

［答え］　○

［解説］　加速電圧　V [V] の電子顕微鏡の場合、電子の速度を　v [m/s] とすると、$eV=\frac{1}{2}mv^2$ である。これより、電子の速度は $v=\sqrt{\frac{2eV}{m}}$ であることがわかる。ド・ブロイの物質波理論によると、電子の波長は $\lambda=\frac{h}{mv}$ になるから $\lambda=\frac{h}{\sqrt{2emV}}$ になる。電子顕微鏡の標準的な加速電圧は 100 ~1000 kV 程度であるので具体的な数値を代入してみればよい。原子間距離程度（ 10^{-10}[m] ）の大きさとなる（X線の場合と同じである）。

(4) よく磨いた金属板に光を当てると、金属板から電子が飛び出す。この現象は、光の波長がある値より長い ときに起こる。

［答え］　**光の波長は短い　→　光の波長は短い**

［解説］　**光の波長は短い金属板に光を当てると電子が飛び出すのは「光電効果」という現象です。光子の１粒のエネルギーは $E=h\nu=\frac{hc}{\lambda}$ です。光子のエネルギーが大きくなるほど光電効果を起こしやすくなりますから、光の波長は短い方がよい。**

(5) X線を物質に当てると、散乱されたX線には入射X線より波長が長いものが含まれる。この現象は X線が波動性を持つ ことで説明できる。

［答え］　**X線が波動性を持つ　→　X線が粒子性を持つ**

［解説］　この現象はコンプトン効果と呼ばれるもので、X線（光子）が電子と衝突するために起こる現象なのです

(6) 星空を見上げると、瞬時に遠い星を見ることができる。これは、眼で 光の波動性による光電効果が起きている からである。

［答え］　光の波動性による　→　光の粒子性による

［解説］　星の光のよう弱い光でも、光子１個のエネルギーで光電効果が起こるので、瞬時に目に見えることになる。

(7) 乾燥した冬の日にセーターなどを脱ぐとき、静電気が発生する。これは 摩擦により原子中にあるの陽子がはぎ取られて正の電荷が少なくなり帯電する ためである。

［答え］　陽子がはぎ取られて正の電荷が少なくなり帯電する　→　電子がはぎ取られて負の電荷が少なくなり帯電する

［解説］　摩擦で剥ぎ取られるのは原子の外側を回る電子のほう。剥ぎ取られたほうが正に帯電し、剥ぎ取ったほうが負に帯電する。

(8) 原子中の電子のエネルギーはとびとびの値をもち、エネルギーの低い状態から高い状態に移る ときに光が放出される。このため、原子から光は線スペクトルを示す。

［答え］　**低い状態から高い状態に移る　→　高い状態から低い状態に移る**

［解説］　アインシュタインの光量子説によると、軌道を回る電子のエネルギー準位の差のエネルギーを持つ光（光子）放出される。よって、エネルギーの高い状態から、低い状態に移動しないと、光子のエネルギーを生み出せない。

(9) 原子核中の陽子どうしは電気的な強い斥力で反発し合うが、それにまさる強い引力である万有引力により 原子核は結合し安定する。

［答え］　**万有引力　→　核力（強い力）**

［解説］　力は４つの種類が存在するといわれている。

万有引力（重力）：　４つの力の中でもっとも弱い力に属する。「質量の積に比例し、距離の２乗に反比例」する性質をもつが、宇宙に存在する物質の質量はすべて正なので、宇宙全体まで考えるとこの力の影響は大きい。次に強い力に電気力がある。「電荷の積に比例し、距離の２乗に反比例」する性質をもつが、宇宙全体では、正、負の電荷がほぼ等しいので宇宙全体としては影響は重力に負ける。残りの２つは、原子核内などの近距離だけに影響する力である。影響する範囲は狭いが、力の大きさは格段に大きい。原子核を形作るための力は、この力である。

(10) 原子核の核子 **1** 個あたりの結合エネルギーは 鉄付近の同位体で最小値を持ち、原子核が最も安定となる。

［答え］　**最小値を持ち　→　最大値を持ち**

［解説］　原子核を形作るための力は、核力ですが、この核力により核子（陽子、中性子）が結合する。結合が強いほど、結合エネルギーが大きいはずだ。よって、安定な鉄付近の同位体では結合エネルギーが「最大値」を持たなければならない。