

兵庫県立大学理学部
令和5年度学校推薦型選抜試験
小論文課題 解答例

I. 金属において、電気抵抗の大きさを決める要因とその温度変化について 400 字以内で説明せよ。

(解答例)

金属では、規則的に並んだ金属イオンの周りを動き回る自由電子が電流を運ぶはたらきをするが、金属イオンが不規則な熱運動をするため、自由電子と衝突してその電流を運ぶ運動を妨げる。この熱運動の激しさが電気抵抗の大きさを決める要因の一つである。また、電流を運ぶ電子が通過する断面において、単位面積当たりを通過する電子数が多いほどたくさんの電流が流れるので、金属中の単位体積あたりの自由電子数も電気抵抗の大きさを決める要因である。電気抵抗の大きさは金属の形状にも依存し、電流が流れる方向の長さに比例し、その断面積に反比例する。金属の温度を上げると金属イオンの熱運動が激しくなり、より自由電子の動きを妨げるようになるので、電気抵抗は大きくなる。金属の抵抗率 ρ の温度 T に対する変化は、 0°C での抵抗率を ρ_0 、抵抗率の温度係数を α として、 $\rho = \rho_0(1 + \alpha T)$ と近似でき、温度の一次関数に近い変化を示す。

(391 文字)

II. 単振り子の運動の観測から重力加速度をできるだけ精度よく求める手法について 400 字以内で説明せよ

(解答例)

単振り子の周期 T は、重力加速度を g 、振り子の固定点からおもりの重心までの長さを L として $T = 2\pi\sqrt{L/g}$ で与えられる。従って、重力加速度は単振り子の周期を測定し、 $g = 4\pi^2L/T^2$ の式から求めることができる。重力加速度の測定精度を上げるためには、これらの式は、単振り子の振れの角度が十分に小さいときに成り立つ近似式であるので、振れの角度を小さくして測定を行う必要がある。また、周期が長い方が周期の測定精度が高まるので、糸の長さを適度に長くする。さらに、単振り子が複数回往復するのにかかる時間を測定し、その時間を往復回数で割って平均をとることで周期の測定精度を上げることができる。一方、単振り子の糸やおもりにはたらく空気抵抗をできるだけ小さくするために、細い糸と小さなおもりを用い、空気抵抗や糸の重さに対して十分大きな重力がはたらくよう質量の大きなおもりを用いる。

(379 文字)

III. コロイドについて具体的に 400 字以内で説明せよ。

(解答例)

水酸化鉄(III)の水溶液のように、一般に直径約 10^{-9} ~ 10^{-6} m の大きさをもつ微粒子が媒質(水)に分散した状態または物質はコロイドとよばれる。コロイド粒子を含む溶液には流動性があり、コロイド溶液またはゾルとよばれる。一方、冷えたゼラチンや寒天のように流動性がなく固まった状態はゲルである。ゲルを乾燥させたものはキセロゲルである。分子量の大きなデンプンやタンパク質は、一つの分子でコロイド粒子の大きさをもち、分子コロイドといわれる。セッケンなどの界面活性剤を水に溶かすと、ある濃度以上では疎水基を内側に、親水基を外側に向けて集合化する。このようなコロイド粒子はミセルである。コロイド溶液に強い光線をあてると、コロイド粒子は光を散乱し光路が一様に輝くチンダル現象が観察される。また、コロイド粒子は熱運動により分散媒分子と絶えず衝突を繰り返し不規則な動きを示す。これはブラウン運動として知られる。(397字)

IV. 電気陰性度とイオン化傾向について具体的に 400 字以内で説明せよ。

(解答例)

異なる種類の原子が結合するとき、各原子の陽子の数や電子配置が異なるため、価電子をそれぞれの原子が引き寄せる強さに違いが生じる。この強さの尺度を電気陰性度という。一般に電気陰性度は、希ガスを除き、周期表で右上側の元素ほど大きく、フッ素が最大である。電気陰性度に差のある異種の原子間の共有結合には極性が生じる。単体の金属が、水溶液中で電子を失い陽イオンになろうとする性質は金属のイオン化傾向とよばれる。イオン化傾向の大きな金属ほど、様々な物質と反応して陽イオンになりやすい。金属と水や酸、空気との反応性はイオン化傾向と関係する。イオン化傾向の大きなアルカリ金属やアルカリ土類金属は空気中で速やかに酸化されるが、イオン化傾向の小さな銀や金は空気中では酸化されない。イオン化傾向の差を利用したダニエル電池では、イオン化傾向の大きな亜鉛で酸化反応が、イオン化傾向の小さな銅で還元反応が起こり、電流が発生する。(399字)

V. 生命機能に関わる核酸の特徴、役割について 400 字以内で説明せよ。

(解答例)

核酸には DNA と RNA がある。両者とも、糖、リン酸、塩基からなるヌクレオチドが結合した鎖状の分子である。DNA を構成する塩基はアデニン A、グアニン G、チミン T 及びシトシン C で糖はデオキシリボースなので、デオキシリボ核酸 DNA と呼ばれる。DNA は、2 本のヌクレオチド鎖が A と T、G と C が塩基対を作って結合し二重らせん構造をとる。遺伝子の本体で、DNA の塩基配列が遺伝情報となる。細胞増殖において、DNA 分子は複製されて 2 分子となり、2 個の細胞に分配され遺伝情報が受け継がれる。RNA は、チミンの代わりにウラシル U、糖はリボースからなるリボ核酸 RNA である。1 本鎖で遺伝子の発現において働く。まず、遺伝子の塩基配列の情報が mRNA に転写される。次にリボソームにて 3 塩基の配列 (コドン) が指定するアミノ酸を tRNA が順に連れてきて連結しタンパク質を合成することで、遺伝情報が翻訳されて遺伝子が発現する。(398 字)

VI. 細胞骨格および細胞骨格と関連して機能するモータータンパク質の特徴、役割について 400 字以内で説明せよ。

(解答例)

細胞骨格は、細胞質基質に存在するタンパク質でできた繊維状の構造体で細胞の形や細胞内の構造を支えており、3 種類存在する。アクチンフィラメントは、アクチンという球状タンパク質が鎖状につながってできており、筋収縮、細胞運動や細胞分裂時のくびれなどに関わる。微小管は、 α チューブリンと β チューブリン二量体が鎖状につながったもので、細胞小器官の移動、細胞分裂時の染色体の移動、鞭毛運動などに関わる。さらに、細胞膜や核膜の内側に存在してそれらの形を保つ中間系フィラメントがある。モータータンパク質は ATP の分解の際に得られるエネルギーを使ってこれらの繊維上を移動し、物質の輸送を行う。キネシンおよびダイニンは、細胞小器官、小胞や染色体と結合して微小管上を移動してこれらの輸送に、また鞭毛運動などにも関わる。ミオシンはアクチン繊維上を動き、原形質流動で見られる細胞小器官等の移動や細胞分裂や筋収縮などに関わる。(398 文字)