

令和7年度 学校推薦型選抜 入学試験問題

## 小論文 B

工学部

(物質科学工学科)

## 解答例

1

問 1.  $2x - 1 < -3$  または  $2x - 1 > 3$  より, 求める解は

$$\underline{x < -1 \text{ または } x > 2}$$

問 2.  $p(x) = x^3 + 4x^2 - 11x - 30$  とおく。  $p(-2) = -8 + 16 + 22 - 30 = 0$  であるので, 因数定理から  $p(x)$  は  $x + 2$  で割り切れる。このとき,

$$p(x) = (x + 2)(x^2 + 2x - 15) = (x + 2)(x - 3)(x + 5)$$

となる。従って,  $x^3 + 4x^2 - 11x - 30 = (x + 2)(x - 3)(x + 5) = 0$  の解は,

$$\underline{x = -5, -2, 3}$$

問 3. 命題「 $p \implies q$ 」は偽である。  $a = 2, b = 0$  のとき,  $a^2 + b^2 = 2^2 + 0^2 = 4 < 5$  となり, 条件  $p$  を満たすが,  $|a| = 2 > 1$  であるから, 条件  $q$  を満たさない。よって,  $a = 2, b = 0$  はこの命題の反例である。

問 4.  $X \asymp Y$  かつ  $X \asymp Z$  となる確率を求めればよい。そのような条件を満たす出る目  $(X, Y, Z)$  の場合の総数は,  $6 \cdot 5 \cdot 5$  通りである。従って, 求める確率は以下となる。

$$\frac{6 \cdot 5 \cdot 5}{6^3} = \underline{\frac{25}{36}}$$

問 5. 公差  $\frac{1}{2}$  であるので, 任意の自然数  $n$  について,  $a_n - a_{n+2} = -1$  である。従って,

$$\sum_{n=1}^{50} (a_n - a_{n+2}) = \sum_{n=1}^{50} (-1) = \underline{-50}$$

2

問 1.  $\left| \frac{1+3i}{2-i} \right| = \frac{|1+3i|}{|2-i|} = \frac{\sqrt{1^2+3^2}}{\sqrt{2^2+(-1)^2}} = \frac{\sqrt{10}}{\sqrt{5}} = \underline{\sqrt{2}}$

問 2.  $\lim_{x \rightarrow 2} (x-2) = 0$  より、極限值が存在するためには  $\lim_{x \rightarrow 2} (x^2 + ax + 8) = 0$  でなくてはならない。  
よって、 $4 + 2a + 8 = 0$  から  $\underline{a = -6}$

$$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 - 6x + 8}{x - 2} = \lim_{x \rightarrow 2} \frac{(x-2)(x-4)}{x-2} = \lim_{x \rightarrow 2} (x-4) = \underline{-2}$$

問 3. (i) 合成関数の微分法より、 $f'(x) = \frac{1}{2}(x^4 + 1)^{-\frac{1}{2}} \cdot (x^4 + 1)' = 4x^3 \cdot \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{x^4 + 1}} = \underline{\frac{2x^3}{\sqrt{x^4 + 1}}}$   
(ii) 積の微分法より、

$$\begin{aligned} g'(x) &= (x+2)' \sin 3x + (x+2)(\sin 3x)' \\ &= \underline{\sin 3x + 3(x+2) \cos 3x} \end{aligned}$$

問 4.  $x-2 = t$  とおくと、 $x = 2+t$  であり、 $\frac{dx}{dt} = 1$  より  $dt = dx$  である。さらに、 $x$  が 2 から 3 まで変化すると、 $t$  は 0 から 1 まで変化するから、

$$\begin{aligned} \int_2^3 x(x-2)^2 dx &= \int_0^1 (2+t)t^2 dt = \int_0^1 (2t^2 + t^3) dt \\ &= \left[ \frac{2}{3}t^3 + \frac{1}{4}t^4 \right]_0^1 = \frac{2}{3} + \frac{1}{4} = \underline{\frac{11}{12}} \end{aligned}$$

3

問1. 点 A での力学的エネルギーは重力による位置エネルギーのみであり、点 B を高さの基準とすることから、 $mgL(1 - \cos \theta_1)$  で表される。そして点 B では重力による位置エネルギーは 0 になる。点 AB 間で力学的エネルギー保存則より、

$$mgL(1 - \cos \theta_1) + 0 = 0 + \frac{1}{2}mv_B^2$$

が成り立つ。これより点 B を通過する速さ  $v_B$  は  $v_B = \sqrt{2gL(1 - \cos \theta_1)}$  と表せる。

問2.  $\theta_2$  まで振れたとすると点 B を基準とした点 C までの高さは  $L(1 - \cos \theta_2)$  となる。おもりの点 B での運動エネルギーが、角度  $\theta_2$  では重力による位置エネルギーと運動エネルギーに変化するので、点 BC 間で力学的エネルギー保存則より、

$$0 + \frac{1}{2}mv_B^2 = mgL(1 - \cos \theta_2) + \frac{1}{2}mv_C^2$$

が成り立つ。この式に問1で求めた  $v_B$  を代入すると、

$$0 + \frac{1}{2}m\{2gL(1 - \cos \theta_1)\} = mgL(1 - \cos \theta_2) + \frac{1}{2}mv_C^2$$

となる。これより点 C を通過する速さ  $v_C$  は  $v_C = \sqrt{2gL(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)}$  と表せる。

問3. 時刻  $t$  での鉛直方向の速さは  $v_C \sin \theta_2 - gt$  となる。放物運動の最高点ではこれが 0 に等しいので、 $t$  は次の式で表せる。

$$t = \frac{v_C \sin \theta_2}{g} = \frac{\sqrt{2gL(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)} \sin \theta_2}{g}$$

問4. 点 B を基準とした放物運動の高さは次の式で表すことができる。

$$y = L(1 - \cos \theta_2) + v_C \sin \theta_2 t - \frac{1}{2}gt^2$$

これに問3で求めた時間  $t$  を代入したものが最高点  $h_{max}$  となる。

$$h_{max} = L(1 - \cos \theta_2) + v_C \sin \theta_2 (v_C \sin \theta_2 / g) - \frac{1}{2}g(v_C \sin \theta_2 / g)^2$$

この式を整理すると

$$h_{max} = L(1 - \cos \theta_2) + \frac{1}{2}(v_C \sin \theta_2)^2 / g$$

となり問2で求めた点 C を通過する速さ  $v_C$  を代入して整理すると最高点  $h_{max}$  は

$$\begin{aligned} h_{max} &= L(1 - \cos \theta_2) + \{L(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)\}(\sin \theta_2)^2 \\ &= L\{(1 - \cos \theta_2) + (\cos \theta_2 - \cos \theta_1)(\sin \theta_2)^2\} \end{aligned}$$

と表せる。

(なお、 $h_{max}$  を力学的エネルギー保存則から求めてもよい。)

- 問 1. (1)  $0.2 \times 0.05 = 1 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$   
(2)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$   
(3) 酢酸ナトリウム ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) の水溶液には、酢酸イオン ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) とナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ ) が存在する。酢酸イオンは水素イオン ( $\text{H}^+$ ) と結びつきやすく水の電離により生じたわずかな水素イオン ( $\text{H}^+$ ) と結合して酢酸 ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) を生じるようになる。減少した水素イオン ( $\text{H}^+$ ) は水の電離反応 ( $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ ) が右に進み補給されると同時に水酸化物イオン ( $\text{OH}^-$ ) 濃度が増加するため。  
(4)  $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaCl}$
- 問 2. (1) (ア) 原子から電子 1 個を取り去って、1 価の陽イオンにするために必要なエネルギー  
(イ) 共有結合を形成している原子間で、原子が共有電子対を引き寄せる度合いを数値で表したもの  
(2) Li  
(3) F
- 問 3. カルシウム原子の価電子の数は 2 であり、電子を 2 個失ってアルゴンと同じ電子配置のイオンの価数が + 2 の陽イオンになる。塩素原子の価電子の数は 7 であり、電子を 1 個受け取ってアルゴンと同じ電子配置のイオンの価数が - 1 の陰イオンになる。よって、陽イオンと陰イオンが電氣的に中性なイオン化合物  $\text{CaCl}_2$  を形成する。
- 問 4. ネオンは最外殻電子が 8 個で対電子を持たず安定な電子配置であり、他の原子と反応しにくく、1 個の原子で存在する。窒素原子は 3 個の対電子を持ち、対電子を出し合って 3 組の共有電子対が共有されて生じる共有結合を形成し、安定に存在する窒素分子となるため。

## 6 解答例

### 問1

ホルモンは、内分泌腺とよばれる器官の細胞でつくられ、直接血液中中に分泌されて全身に運ばれ、標的器官の標的細胞に作用する。標的細胞には特定のホルモンを受け取る受容体が存在する。ホルモンがこの受容体に結合することによって、細胞の活動に変化が起きる。

### 問2

後天性免疫不全症候群（AIDS）は HIV というウイルスによって発症する。HIV は ヘルパーT細胞 に感染し、免疫 の機能を極端に低下させる。そのため、健康なときには感染しないような病原体に感染しやすくなる。

### 問3

植物や藻類などの生産者は、水や二酸化炭素などの無機物を取りこんで有機物を合成する。生産者が合成した有機物を直接または間接的に利用する生物を消費者という。また、生産者が生産した有機物を、最終的に無機物にまで分解する過程にかかわる生物を分解者という。

### 問4

光合成では、光エネルギー を使って ATP が合成される。次に合成された ATP のもつ化学エネルギーを利用して、二酸化炭素 などから（← 二酸化炭素から、二酸化炭素と水から、でも正解）デンプンなどの有機物 が合成される。