

解答は別紙解答用紙(2枚)を使用すること

3 ページ中の 1 ページ目

【I】 以下の問 1~10 から 8 問を選択し、別紙 解答用紙に解答しなさい。

- 問1.  $5^a = 2$ 、 $5^b = 3$  とするとき、 $\log_5 72$  および  $\log_5 1.35$  を  $a$ 、 $b$  で表しなさい。
- 問2. 関数  $f(x) = x^3 - 6x^2 + 9x + 1$  について、次の(1)および(2)の間に答えなさい。  
(1)  $f'(x)$  を求めなさい。  
(2) 関数  $f(x)$  の増減表を作成し、グラフの概形を描きなさい。
- 問3. 10 人の選手(A, B, C, D, E, F, G, H, I, J)から 3 人を選んでチームを作るとき、次の(1)~(3)の間に答えなさい。  
(1) 3 人の選び方は何通りあるか答えなさい。  
(2) A が必ず選ばれる場合の選び方は何通りあるか答えなさい。  
(3) A が選ばれず、B が必ず選ばれる場合の選び方は何通りあるか答えなさい。
- 問4. ある地点から、初速度 20 m/s で水平面に対して角度  $\theta = 30^\circ$  の方向にボールを投げた。重力加速度の大きさを  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  とし、空気抵抗は無視できるものとする。また、ボールは投げた地点と同じ高さの水平面上に落下するものとする。このとき、次の(1)および(2)の間に答えなさい。ただし、 $\sqrt{3} = 1.73$  とする。  
(1) ボールの最高点の高さ  $H$  を求めなさい。  
(2) 水平到達距離  $R$  を求めなさい。
- 問5.  $20^\circ\text{C}$ 、400 g の水の中に、 $60^\circ\text{C}$ 、1.6 kg の鉄球を入れた場合、最終的に水と鉄球の温度は何 $^\circ\text{C}$ になるか求めなさい。また、水と鉄球からなる系全体の熱容量を求めなさい。ただし、水の比熱を  $4.2 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ 、鉄の比熱を  $0.45 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$  とし、この系全体と周囲(容器および空気)との間で熱のやりとりはないものとする。
- 問6. 水 100 g に、非電解質であるグルコース ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) を 1.80 g 溶かしたところ、大気圧下における沸点が 0.0515 K 上昇した。水 200 g に、塩化ナトリウム ( $\text{NaCl}$ ) を 1.17 g 溶かしたとき、同じ大気圧下における沸点は何 K 上昇するか。ただし、原子量は  $\text{H} = 1$ 、 $\text{C} = 12$ 、 $\text{O} = 16$ 、 $\text{Na} = 23$ 、 $\text{Cl} = 35.5$  とし、塩化ナトリウムは水溶液中で完全に電離しているものとする。

両面印刷

- 問7.  $C_4H_8O$  の分子式をもつ鎖式化合物 A を 1.0 g とり、酸化銅(II)と混ぜ、乾燥した酸素を過剰に送り込んで完全燃焼させた。発生した気体をすべてまず①塩化カルシウム管、次に②ソーダ石灰管に順に通して吸収させたところ、それぞれの管の質量増加はいくらになるか求めなさい。原子量は  $H = 1$ ,  $C = 12$ ,  $O = 16$  とする。必要に応じて小数点以下第 2 位を四捨五入し、小数点以下第 1 位まで答えなさい。
- 問8. 0.10 mol/L の酢酸 ( $CH_3COOH$ ) 水溶液の電離平衡を考える。酢酸の電離定数を  $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$  とするとき、次の(1)~(2)の間に答えなさい。ただし、水の電離は無視できるものとする。酢酸は弱酸であり、 $1 - \alpha \approx 1$  と近似してよい。また、 $\sqrt{1.8} = 1.34$  とする。
- (1) 酢酸の電離反応式を書きなさい。
  - (2) 酢酸の電離度  $\alpha$  を求めなさい。ただし、計算の過程も記載すること。
- 問9. ポリメラーゼ連鎖反応法 (PCR 法) を用いて、ある人のゲノム DNA から特定の DNA 領域 (長さ 1,000 塩基対) を DNA プライマーで挟んで増幅する。増幅させたい DNA 領域と同じ配列と長さをもつ 2 本鎖 DNA 断片が初めて得られるのは、何サイクル目か答えなさい。1 サイクルとは「変性 → アニール → 伸長」の一連の反応を 1 回とする。なお、プライマーは非特異的な結合をせず、使用する耐熱性 DNA ポリメラーゼは、1,000 塩基以上を各サイクルで完全に複製する活性を持つとする。
- 問10. ヒトのウイルス感染に対する免疫応答において、自然免疫と獲得免疫がどのように協調してはたらくかを説明しなさい。なお、説明には「自然免疫」「抗原提示」「体液性免疫」「細胞性免疫」の語句をすべて用いること。

解答は別紙解答用紙(2 枚)を使用すること

3 ページ中の 3 ページ目

【II】以下の英文を読み、以下の設問に日本語で答えなさい。

(著作権者の許諾を得られていないため、掲載していません。)

- (1) Describe how ancient farmers domesticated the plants.
- (2) On what evidence did the scientists discover that teosinte was the likely ancestor of maize?  
Explain.
- (3) 近年、遺伝子工学の進歩により、特定の遺伝子を改変した生物を短期間で作製することが可能になってきた。遺伝子組換え作物 (GM 作物) と古典的な品種改良で得られた作物には、それぞれ利点と課題がある。両者の違いを生物学的観点から説明した上で、今後の農業においてどのように活用されるべきか、あなたの意見を述べなさい。

以上