

令和 6 年 度

工 学 部 工 学 科 生 命 工 学 コ ー ス

一 般 選 抜 (後 期 日 程)

## 総 合 問 題

## 注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
- 2 問題は、2 ページから 6 ページにわたっています。
- 3 解答用紙は 2 枚、下書用紙は 2 枚です。
- 4 問題用紙、解答用紙、下書用紙に不備がある場合は、直ちにその旨を監督者に申し出て  
ください。
- 5 1、2、3、4 の 4 問のうち、2 問を選択して解答してください。
- 6 解答用紙の問題番号欄に解答問題の番号を記入してください。
- 7 すべての解答用紙の所定の欄に、受験番号を記入してください。
- 8 解答は、すべて解答用紙の所定の欄に記入してください。解答用紙の所定の欄以外に記  
入した場合は、評価の対象としません。
- 9 解答が 1 ページで書ききれない場合は、その裏面に解答を続けてください。ただし裏面  
に解答する場合は、その旨を表面に明記してください。
- 10 試験終了後、問題冊子と下書用紙は持ち帰ってください。

1 以下の各問いに答えよ。

- (1)  $w$ は  $w^2 + w + w^{-1} + w^{-2} + 1 = 0$  を満たすものとする。 $t = w + w^{-1}$ と置き、 $w$ の満たす方程式を $t$ の方程式に書き換えよ。また、書き換えた方程式を解き、 $t$ の値を全て求めよ。
- (2) 設問(1)の $t$ の値を用いて $w$ の値を全て求めよ。
- (3)  $x^5 - 1$  を整数係数の範囲で因数分解せよ。
- (4) 5次方程式  $z^5 - 1 = 0$  は1つの実数解と4つの異なる複素数解を持つ。実数解以外の解をそれぞれ  $z_1, z_2, z_3, z_4$  とするとき、 $z_1^2 + z_2^2 + z_3^2 + z_4^2$  の値は実数になることを示せ。
- (5)  $z$ と $w$ のそれぞれが満たすべき式を比較することにより、 $z_1^2 + z_2^2 + z_3^2 + z_4^2$  の値を求めよ。

以下余白

2 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

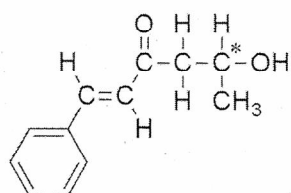
それぞれ断熱容器に入った  $10.0^{\circ}\text{C}$  の水と、 $40.0^{\circ}\text{C}$  の液体 A がある。また  $100.0^{\circ}\text{C}$  に加熱した固体 S と、それぞれ  $-5.0^{\circ}\text{C}$  と  $-15.0^{\circ}\text{C}$  で凍結した氷もある。各物質間で化学反応は起こらず、水と液体 A はよく混ざる。また固体 S は水および液体 A に溶解しない。水の比熱（比熱容量）は  $4.0 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$  とする。

- (1) 断熱容器に入った  $10.0^{\circ}\text{C}$  の水に、同質量の  $100.0^{\circ}\text{C}$  に加熱した固体 S を入れて十分な時間放置したら  $40.0^{\circ}\text{C}$  になった。固体 S の比熱を有効数字 2 桁で求めよ。
- (2) 断熱容器に入った  $10.0^{\circ}\text{C}$  の水に、同質量の  $40.0^{\circ}\text{C}$  の液体 A を入れて十分な時間放置すると混合液は  $32.0^{\circ}\text{C}$  になった。液体 A の比熱を有効数字 2 桁で求めよ。
- (3) 断熱容器に入った  $40.0^{\circ}\text{C}$  の液体 A に、同質量の  $100.0^{\circ}\text{C}$  に加熱した固体 S を入れ、十分な時間放置すると温度は何度になるか、有効数字 2 桁で求めよ。
- (4) 断熱容器に入った  $40.0^{\circ}\text{C}$  の液体 A に、同質量の  $-5.0^{\circ}\text{C}$  の氷を入れて十分な時間放置すると、氷はすべて融解し混合液は  $5.0^{\circ}\text{C}$  になった。同様に  $40.0^{\circ}\text{C}$  の液体 A に、同質量の  $-15.0^{\circ}\text{C}$  の氷を入れて十分な時間放置すると、氷はすべて融解し混合液は  $3.6^{\circ}\text{C}$  になった。氷の比熱と融解熱をそれぞれ有効数字 2 桁で求めよ。
- (5) 断熱容器中の  $-5.0^{\circ}\text{C}$  の氷を完全に融解させるには、 $10.0^{\circ}\text{C}$  の水を、氷の質量の少なくとも何倍入れて、十分な時間放置すればよいか、有効数字 2 桁で求めよ。
- (6) 断熱容器中の  $-5.0^{\circ}\text{C}$  の氷に、氷の 8.0 倍の質量の  $10.0^{\circ}\text{C}$  の水を加え十分な時間放置するとどうなるか、具体的に説明せよ。

以下余白

3 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

エステル **X** の各成分元素の質量百分率は、C : 79.22%、H : 5.70%、O : 15.08% であり、その分子量は 212 であった。このエステル **X** に希硫酸を加えて加熱すると、共にベンゼン環を含む化合物 **A** および化合物 **B** を与えた。化合物 **A** は塩化鉄(III)水溶液で呈色反応を示したが、化合物 **B** は示さなかった。また①化合物 **A** に金属ナトリウムを加えて加熱すると水素を発生し、化合物 **C** を与えた。②得られた化合物 **C** を加圧・加熱しながら二酸化炭素と反応させると化合物 **D** を与え、③次いで塩酸で処理することによって、医薬品や化粧品などの原料として有用な化合物 **E** を得た。実際に④化合物 **E** を触媒量の濃硫酸存在下、無水酢酸と 60 °C で反応させると解熱鎮痛剤や抗炎症剤として用いられる化合物 **F** が得られた。ただし、原子量は H = 1.00、C = 12.00、O = 16.00 とし、構造式は図 1 にならって示し、不斉炭素原子が存在する場合には炭素原子右上に「\*」を示せ。



- (1) エステル **X** の分子式を答えよ。
- (2) 化合物 **A** の構造式を示せ。
- (3) 化合物 **B** として考えられる全ての構造式を示せ。
- (4) 化合物 **A** および化合物 **B** が溶けているジエチルエーテル溶液がある。分液漏斗を用いて両化合物を分離したい。適切な実験操作を示せ。
- (5) 下線部①の化学反応式を示せ。
- (6) 下線部②の化学反応式を示せ。
- (7) 下線部③の化学反応式を示せ。
- (8) 下線部④の化学反応式を示せ。

以 下 余 白

4 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

受容体とは、細胞外の様々なシグナル分子（神経伝達物質、ホルモンなど）を選択的に受容するタンパク質で、多くは細胞膜に存在する。シグナル分子が受容体に結合すると、細胞内に様々な情報が伝達され、細胞の機能が変化する。

ここでシグナル分子 A は受容体 A' に、シグナル分子 B は受容体 B' に結合するとする。受容体 A' と B' の両方を細胞膜に発現する哺乳動物細胞を用いて、以下のような実験（実験 1～5）を行い、細胞の応答について調べた。なお、実験で用いた薬剤は、標的タンパク質のみに作用して他のタンパク質に直接は作用しない。また活性化剤はタンパク質の機能を増強し、阻害剤は抑制するものとする。

実験 1：細胞をシグナル分子 A 単独で刺激したところ、細胞内に存在するタンパク質 C とタンパク質 D の機能が増強され、最終的には遺伝子 X と遺伝子 Y の転写が誘導された。一方、細胞をシグナル分子 B 単独で刺激すると、細胞内に存在するタンパク質 E の機能が増強され、遺伝子 Z の転写が誘導された。

実験 2：タンパク質 C 阻害剤の存在下で、細胞をシグナル分子 A 単独で刺激すると、遺伝子 X と Y の転写はいずれも誘導されなかった。また、そのときタンパク質 D の機能も増強されなかった。次に、タンパク質 D 阻害剤の存在下で、細胞をシグナル分子 A 単独で刺激すると、遺伝子 X のみの転写が誘導された。そのときタンパク質 C の機能も増強されていた。

実験 3：細胞にタンパク質 C 活性化剤を添加すると、遺伝子 X と Y の転写がいずれも誘導された。一方で、タンパク質 D 活性化剤の添加では、遺伝子 Y のみの転写が誘導された。

実験 4：シグナル分子 B の刺激によりタンパク質 E の機能が十分に増強された後に、細胞をシグナル分子 A で刺激し、細胞内におけるタンパク質 C および D の機能を調べる実験を行ったところ、図 1 のような結果が得られた。ただし図中の「-」は処置なし、「+」は処置ありを意味する。なお、シグナル分子 B は受容体 B' を介してタンパク質 E には直接作用するが、タンパク質 C や D には直接作用しない。

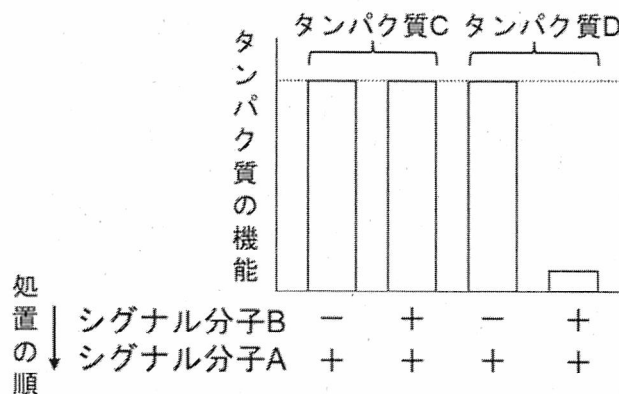


図 1 実験 4 の結果

実験 5: 実験 4 と同様に、今度は細胞内におけるタンパク質 E の機能を調べる実験を行った。

タンパク質 C 阻害剤, タンパク質 D 阻害剤, シグナル分子 A, シグナル分子 B を用い, 図 2 に示すような手順に従って細胞の処置を行った。その結果を図 2 に示す。

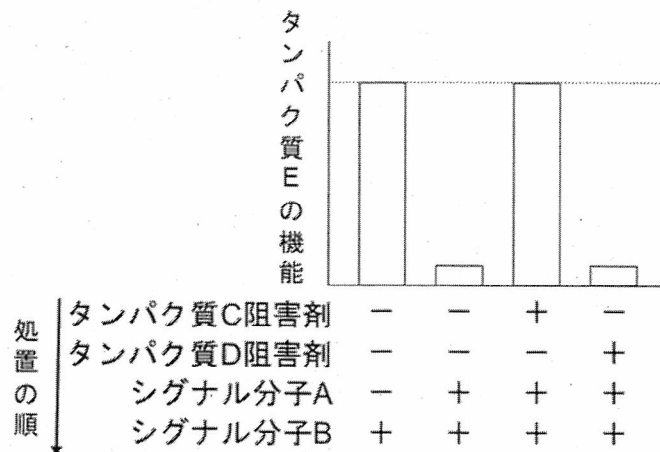


図 2 実験 5 の結果

- (1) 細胞膜受容体に作用する「神経伝達物質」および「ホルモン」の具体名をそれぞれ 1 つずつ挙げよ。
- (2) 実験 1~3 から, シグナル分子 A, タンパク質 C および D, 遺伝子 X および Y はどのような関係にあると考えられるか。図を描いて, 文章で説明せよ。図を描く際, 例えば a が b を刺激・活性化する場合は「a → b」, a が b を阻害する場合は「a ⊣ b」とすること。
- (3) 実験 1~5 から, タンパク質 C, D, E の間にはどのような関係があると考えられるか。(2)にならって解答せよ。
- (4) シグナル分子 A の刺激によりタンパク質 C および D の機能が十分に増強された後に, シグナル分子 B で刺激すると遺伝子 X, Y, Z の転写はどのようになると考えられるか。理由も含めて答えよ。なお, 解答は図を描いて説明を加えてもよい。
- (5) タンパク質 E 活性化剤を添加した後にシグナル分子 A で刺激すると, 遺伝子 X, Y, Z の転写はどのようになると考えられるか。理由も含めて答えよ。なお, 解答は図を描いて説明を加えてもよい。
- (6) シグナル分子 A と B の両方を用いて細胞を刺激するが, 遺伝子 Y および Z の転写は誘導せずに, 遺伝子 X の転写のみを誘導したい。用いることができるタンパク質阻害剤は 1 種類で, タンパク質活性化剤を用いてはいけない。シグナル分子 A, シグナル分子 B, および 1 種類のタンパク質阻害剤を用いて実験を行う場合, 細胞をどのような順序で処置すればよいか。理由も含めて答えよ。なお, 解答は図を描いて説明を加えてもよい。

以下余白

令和6年度 工学部 工学科 生命工学コース 一般選抜（後期日程）

解 答 用 紙

問題番号	
------	--

受験番号
-----
-----
-----
-----
-----



採点

令和6年度 工学部 工学科 生命工学コース 一般選抜（後期日程）

解 答 用 紙

問題番号	
------	--

受験番号
-----

総 点

採 点



下書用紙

見本

見本

下書用紙