

試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。

令和6年度個別学力検査(前期日程)

総合問題

試験時間 100 分

下記の解答方法に従って解答しなさい。

問題番号	科目	解答方法	ページ
問題 1	英語	全員解答すること。	1～6
問題 2	物理	左記の4題の中から2題を選択し、解答すること。	7～12
問題 3	化学		13～19
問題 4	生物		21～27
問題 5	数学		29～31

注意事項

- 1 解答用紙に、受験番号を忘れずに記入しなさい。
- 2 解答は、解答用紙の所定の欄に記入しなさい。
- 3 解答用紙には、裏、表にかかわらず、解答と受験番号のほかは、いっさい書き入れてはいけません。
- 4 本冊子の余白と、解答用紙についている白紙は、計算・下書き用のものです。
- 5 試験中に問題冊子や解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁等に気づいた場合は、手を高く挙げて監督者に知らせなさい。
- 6 本冊子は、持ち帰りなさい。

問題 1 (英 語)

Read the text and answer the following questions.

(著作権の関係上、公開できません)

(著作権の関係上、公開できません)

(著作権の関係上、公開できません)

1. Choose the best title for this reading from the following. Write a, b, c or d.
 - a) Curie as a tutor
 - b) Life of Marie Curie
 - c) Marie Curie in school
 - d) Tragedy in Marie's life

2. Choose the best word for blank (2) in the text. Write a, b, c or d.
 - a) at b) in c) of d) for

3. According to the article, which of the four statements, a to d, is false? If none is false, please choose e as your answer.
 - a) Marie was born in Poland.
 - b) Marie was clever and curious.
 - c) Marie's maiden name was Sklodowska.
 - d) Marie was only eleven when her mother died.
 - e) All of the above statements are true.

4. According to the article, which of the four statements, a to d, is false? If none is false, please choose e as your answer.
- a) Marie was a good student.
 - b) Marie's parents were teachers.
 - c) Marie had little money to study.
 - d) Marie worked in a cafe to pay for schooling.
 - e) All of the above statements are true.
5. Arrange the following words for blank (5) in the correct order.
- because health of diet suffered poor her
6. Choose the best answer for blank (6) in the text. Write a, b, c or d.
- a) double
 - b) dieting
 - c) delicate
 - d) dedicated
7. Choose the best answer for blank (7) in the text. Write a, b, c or d.
- a) as
 - b) at
 - c) on
 - d) to
8. According to the article, which of the four statements, a to d, is false? If none is false, please choose e as your answer.
- a) Marie studied in France.
 - b) Marie studied in London.
 - c) Marie got a degree in math.
 - d) Marie got a degree in physics.
 - e) All of the above statements are true.
9. Arrange the following words for blank (9) in the correct order.
- Nobel woman physics the Prize in receive to

10. Choose the best answer for blank (10) in the text. Write a, b, c or d.
a) as b) in c) on d) for
11. Mr. Curie was killed by a _____? Write a, b, c or d.
a) fire
b) bullet
c) sword
d) wagon
12. According to the article, which of the four statements, a to d, is false? If none is false, please choose e as your answer.
a) Marie was awarded a Nobel Prize in physics.
b) Marie was awarded a Nobel Prize in chemistry.
c) Marie became the president of the university in Paris.
d) Marie became the first female professor at her university.
e) All of the above statements are true.

On the ANSWER SHEET, circle the following statements as true (T) or false (F) according to the article.

13. Marie Curie died from too much exposure to radiation.
14. Marie Curie met Albert Einstein at a chemistry conference.
15. "Little Curies" were portable X-ray machines used in the war.
16. Marie Curie is considered the most famous female medical doctor.

On the ANSWER SHEET, fill in the blanks using the best choice of words shown below. (Words cannot be used more than once.)

Curie also (_____) down her love of science to the next generation. Her daughter Irène Joliot-Curie (_____) in her mother's footsteps, (_____) the Nobel Prize in Chemistry in 1935. Joliot-Curie (_____) the honor with her husband Frédéric Joliot for their work on their synthesis of new radioactive elements.

shared	followed	studied
excluding	making	partake
winning	passed	made

問題 2 (物 理)

以下、特に指示のない限り、解答欄には答えのみを書きなさい。

問 1

図 1 のように、直流電源とすべり抵抗器、スイッチおよびアースからなる回路がある。直流電源の起電力は E 、内部抵抗は r で、それぞれ一定とする。すべり抵抗器は、スライダを位置 A から B までの任意の位置にスライドさせることで、抵抗の値を変えることができる。スイッチを入れ、スライダの位置を変えながら、この回路に流れる電流と直流電源の端子電圧を調べたところ、表 1 の測定結果が得られた。

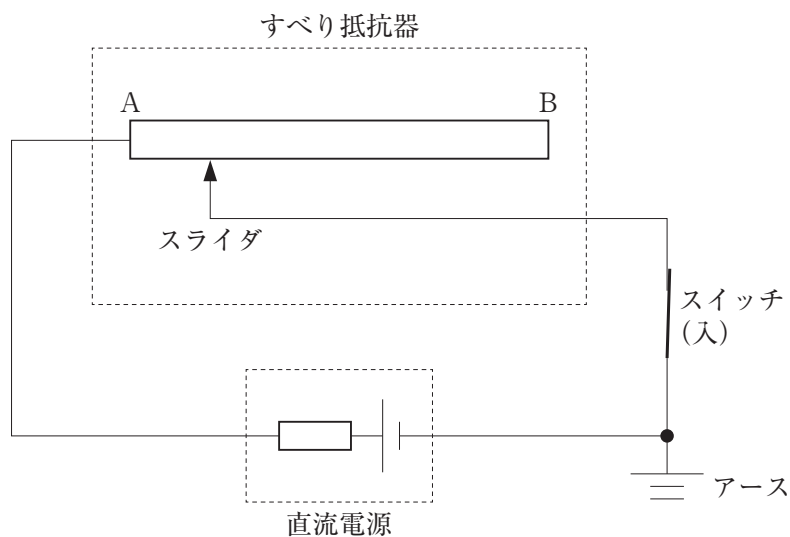


図 1

表 1

測定回	1	2	3	4	5
電流 [A]	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
端子電圧 [V]	22	20	18	16	14

- 1) このような測定を行うには，図1の回路に電流計と電圧計をつなぐ必要がある。電流計の記号をⒶ，電圧計の記号をⓋとして解答欄の図に書き入れ，回路を完成させなさい。
- 2) 縦軸を端子電圧，横軸を電流として，表1の測定結果をグラフに表しなさい。ただし，データを●で表し，解答欄の()内には適切な数値を書き入れなさい。
- 3) 次の ア に当てはまる数式， イ から エ に当てはまる数量(数値と単位)を答えなさい。

図1の回路に流れる電流を I とすると，直流電源の端子電圧 V は， $V =$ ア と表すことができる。この式と2)のグラフを比較すれば，直流電源の起電力は $E =$ イ で，内部抵抗は $r =$ ウ と求めることができる。この直流電源の最大電力(出力)は エ と考えられる。

図2のように、直流電源、負荷1と2、スイッチおよびアースからなる回路と、それを囲む導体壁で構成される電気器具がある。直流電源の起電力は E' で一定とする。直流電源の内部抵抗および導体壁の抵抗は十分に小さく、無視する。

負荷1と2はいずれも一定抵抗 R の抵抗器とする。また、手の皮膚が乾いているときとぬれているときで、人はそれぞれ一定抵抗 $500R$, $100R$ の抵抗器と見なすことができ、人の足は地面に触れておりアースされていると考えてよい。

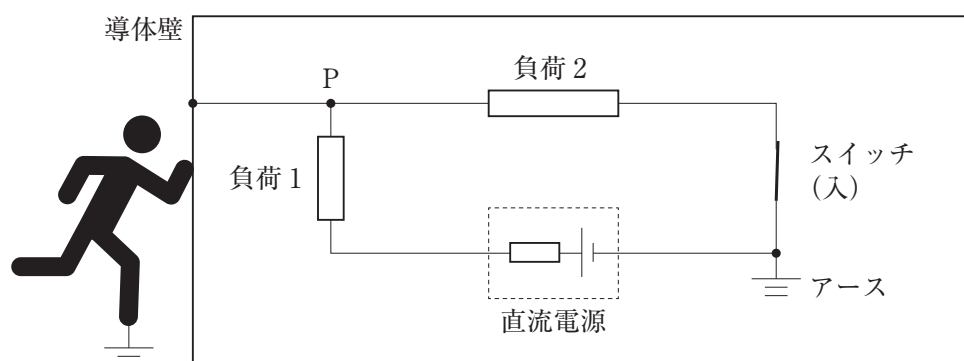


図2

この電気器具には不備があり、アースされていない導体壁と回路が点Pで接触している。回路のスイッチが入った状態で、人が手で導体壁に触れたところ、負荷1に2Aの電流が流れるとともに、手の皮膚を通じて体内にも電流が流れた。この現象を感電という。

- 4) 次の から のうち、 には当てはまる整数値、それ以外には数量(整数値と単位)を答えなさい。

感電により人の体内に流れた電流を大まかに求めよう。手の皮膚が乾いていたとすると、体内に流れた電流はおよそ である。一方、手の皮膚がぬれていたとすると、体内に流れた電流はおよそ である。このとき、仮にスイッチが切れていたとすると、スイッチが入っているときと比べ、体内に流れる電流は 倍となる。もし導体壁がアースされていたとすると、スイッチが入っているか切れているかによらず、体内に流れる電流は となる。

(問題 2 (物理)は次ページに続く。)

問 2

帯広市のある十勝地方はフェーン現象によって高温になることがある。図3は、フェーン現象が発生するときの空気の移動方向を矢印で示したものである。移動する空気は外部からの熱の入り出りのない理想気体とする。なお、乾いた空気の定圧モル比熱は気体定数を R として $\frac{7}{2}R$ 、水蒸気が水に変わる(凝縮する)ときに放出される単位質量当たりの潜熱(凝縮熱)は L 、重力加速度の大きさは g とする。

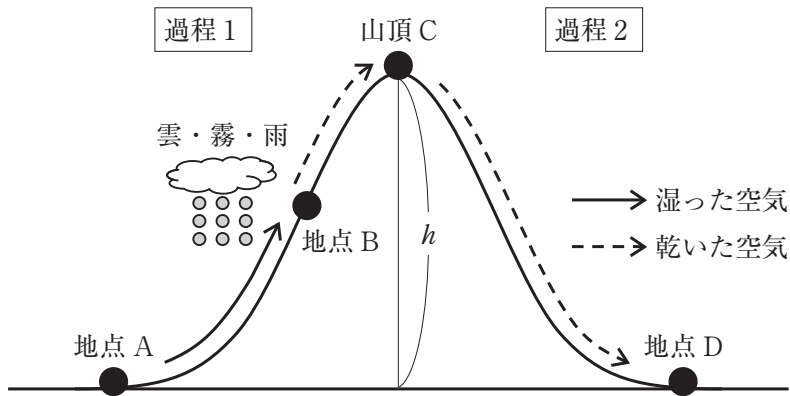


図 3

過程 1 では地点 A における湿った空気が地点 B で乾いた空気となり、標高 h の山頂 C まで上昇する。地点 A の空気は、上昇に伴い周囲の気圧が下がり、体積が する。その結果、空気の温度は がり、空気中の水蒸気量が地点 B で飽和水蒸気量に達する。これにより水蒸気が水滴となり、雲や霧、雨となる。湿った空気は物質量 n の乾いた空気と質量 m の水蒸気が混合した気体であるとすると、この水蒸気がすべて凝縮するとき放出される潜熱は である。乾いた空気はこの潜熱がすべて与えられると、乾いた空気の温度が だけ変化する。その後、この乾いた空気が山頂 C まで上昇する。

- 5) および に当てはまる語句を解答欄から選んで丸で囲み、
 および に当てはまる数式を答えなさい。

過程2では乾いた空気が山頂Cから地点Dまで下降する。山頂Cでの空気の圧力を p_C 、温度を T_C 、地点Dでの空気の圧力を p_D とする。空気は下降に伴い、体積が し、温度は があった。

- 6) および に当てはまる語句を解答欄から選んで丸で囲みなさい。
- 7) 定圧モル比熱の定積モル比熱に対する比を γ とする。外部から熱の出入りがないとき、乾いた空気の圧力 p と体積 V に対して、 $pV^\gamma = \text{一定}$ が成り立つ。 γ の値を答えなさい。
- 8) 山頂Cから地点Dまでの温度の変化量を求めなさい。
- 9) 山頂Cから地点Dまでの移動において、体積変化によって乾いた空気が行った仕事量を求めなさい。

問題 3 (化 学)

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H 1.0 O 16 Na 23 S 32 Mn 55 I 127

問 1 持続可能な開発目標(SDGs)は世界の様々な問題の根本的な解決に向けた世界共通の 17 の目標である。SDGs に向けた取り組みに関して、次のそれぞれの設問に答えなさい。

- 1) プラスチックのリサイクルは SDGs12(つくる責任 つかう責任)に向けた取り組みの 1 つとして挙げられる。次の文章を読み、以下の設問に答えなさい。

プラスチックは リサイクルにおいて焼却したときに発生する熱をエネルギーとして、 リサイクルにおいて融解後に再製品化の原材料として利用されるほか、 リサイクルにおいては単量体まで分解したのちに新しい樹脂の再合成に利用される。加えて、 リサイクルでは燃料電池自動車で利用可能な水素にまで分解する試みも進められている。

- (1) 文中の空欄 ~ に入る適切な語句を答えなさい。
(2) 次のリサイクルマークで表されるプラスチックのうち、縮合重合で作られるものを選び、a~e のアルファベットで答えなさい。

a



b



c



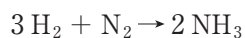
d



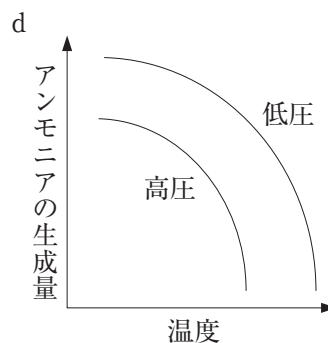
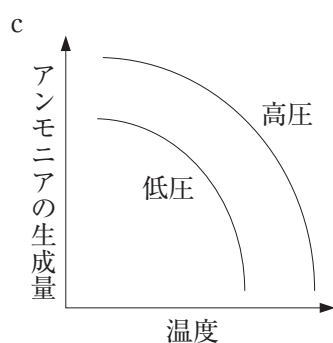
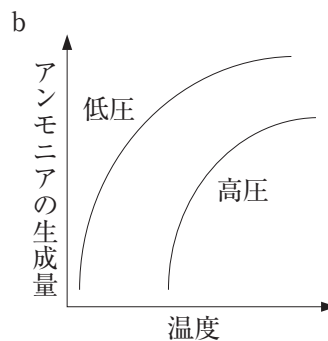
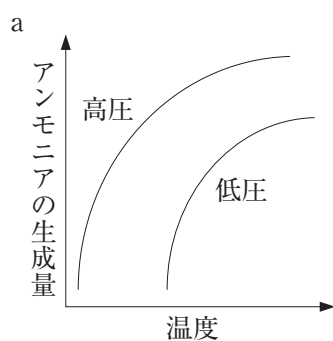
e



- (3) 下線部について、得られた水素は空気中の窒素と反応させることで、アンモニアの工業的製造にも利用されている。本反応は、次の反応式で表される発熱反応である。以下の設問に答えなさい。

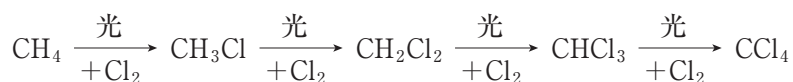


- ① このアンモニアの工業的製法の名称を答えなさい。
- ② このアンモニアの生成反応において、反応が平衡状態にあるときに、温度・圧力とアンモニアの生成量との関係を示したグラフとして、最も適切なものを選び、a～dのアルファベットで答えなさい。



2) 家畜ふん尿などを原料として得られるメタンを主成分としたバイオガスの利用はSDGs7(エネルギーをみんなにそしてクリーンに)に向けた取り組みの1つとして挙げられる。次の設問に答えなさい。

(1) メタン CH_4 は塩素と混合して紫外線を照射すると置換反応が進み、次のとおり複数種類の化合物が段階的に生成する。以下に示される化合物のうち、沸点が最も高い化合物の名称を答えなさい。

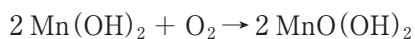


(2) プロパン C_3H_8 は、メタンと同様にガス燃料として広く利用されている。直鎖状プロパンに対する置換反応で得られるペンタクロロプロパン $\text{C}_3\text{H}_3\text{Cl}_5$ には、何種類の構造異性体が存在するか答えなさい。また、そのうちで鏡像異性体が存在する構造異性体は何種類あるか答えなさい。

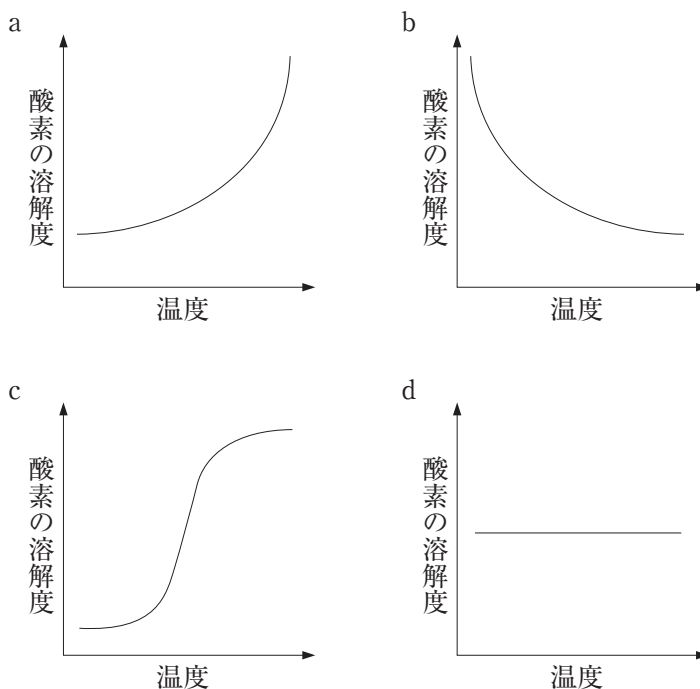
(3) 直鎖状ペンタン C_5H_{12} と塩素を混合し、紫外線を照射したところ、 $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$ の分子式で表される3種類のクロロペンタンの構造異性体 X, Y, Z が得られた。これらのクロロペンタンを分離し、それぞれをさらに塩素と反応させてジクロロペンタン $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{Cl}_2$ を生成したところ、X と Y からはそれぞれ5種類の構造異性体が得られた。Z から得られるジクロロペンタンには、何種類の構造異性体が存在するか答えなさい。また、これらの Z から得られるジクロロペンタンの構造異性体のうちで、鏡像異性体が存在するものは何種類あるか答えなさい。

- 3) 河川の水質汚濁防止はSDGs6(安全な水とトイレを世界中に)に向けた取り組みの1つとして挙げられる。次の文章を読み、以下の設問に答えなさい。

溶存酸素(DO)は水中に溶解している酸素濃度のことで、水質汚濁状況を測る代表的な指標の1つである。DOは、試料水に硫酸マンガン(II)水溶液と水酸化ナトリウム水溶液を加えた後に、ヨウ化カリウム水溶液と塩酸を加えた際に生成するヨウ素を、デンプン溶液を加えた後にチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定することで測定される。以上のそれぞれの反応は次の反応式で表すことができる。



- (1) 水に対する酸素の溶解度と温度の関係を示したグラフとして、最も適切なものを選び、a～dのアルファベットで答えなさい。



- (2) 下線部の酸化還元反応について、酸化剤、還元剤の働きかたがわかるように電子(e^-)を含む2つのイオン反応式で表しなさい。
- (3) DOは通常、mg/Lの単位で表記される。100 mLの試料水Aに対してDO測定をおこなったところ、0.025 mol/Lチオ硫酸ナトリウム水溶液が2.0 mL必要であった。試料水AのDOを有効数字2桁で答えなさい。考え方がわかるように途中の計算式等も解答欄に書きなさい。ただし、各操作で加えられた試薬の液量は無視できるものとし、操作の途中で酸素の出入りはなかったものとする。

問 2 水酸化ナトリウムは、セッケン、紙、繊維などの製造に利用される。常温では **ア** 色の固体で、空気中に放置すると水分を吸収して溶ける。また、空気中では二酸化炭素と反応し、**イ** を生じる。水酸化ナトリウムは水によく溶け、その際に大量の熱を発生する。

水酸化ナトリウムは、工業的には塩化ナトリウムを原料として、電気分解とイオン交換を併用したイオン交換膜法によって製造されている。図 1 に示す電気分解をおこなったとき、陽極では **ウ** ガスが発生し、陰極では **エ** ガスが発生する。このとき、陽極側では **オ** イオンが過剰となり、陰極側では **カ** イオンが過剰となる。**キ** イオンは陽イオン交換膜を通過しにくく、**ク** イオンが陽イオン交換膜を選択的に通過するため、陰極室の水溶液を濃縮することで水酸化ナトリウムが得られる。

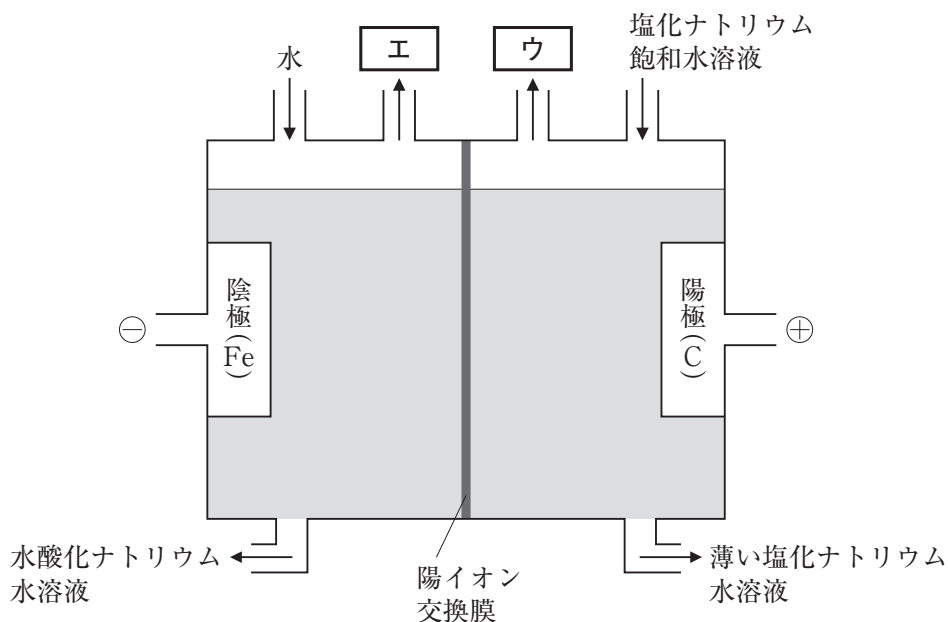
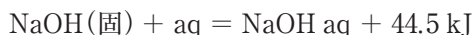


図 1

1) 上の文中および図 1 の空欄 **ア** ~ **ク** に入る最も適切な語句を次の語群から選びなさい。ただし、同じ語句を何度選んでもよい。

〔語群〕 青, 黄, 黒, 白, 塩化物, 塩素, 酸素, 次亜塩素酸, 水酸化物, 水素, 炭酸水素ナトリウム, 炭酸ナトリウム, ナトリウム, 水

- 2) 下線部(A)について、水酸化ナトリウムでみられるこのような現象を何と呼ぶか答えなさい。
- 3) 下線部(B)について、水酸化ナトリウムの溶解反応は次の熱化学方程式で表すことができる。以下の設問に答えなさい。



- (1) ある容器に水 48 g を入れ、水酸化ナトリウムの結晶 2.0 g を溶かしたとき、発生する熱量のすべてが水酸化ナトリウム水溶液に吸収された場合の水酸化ナトリウム水溶液の温度変化 Δt を求めなさい。計算結果は四捨五入して小数第 1 位まで答えなさい。考え方がわかるように途中の計算式等も解答欄に書きなさい。ただし、水溶液の比熱は $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とする。
- (2) (1)の反応について、水酸化ナトリウム水溶液の温度変化を測定したところ図 2 のようになった。このとき、(1)で求めた Δt を、 t_0 、 t_1 、 t_2 、 t_3 のうち必要なものを用いて表しなさい。

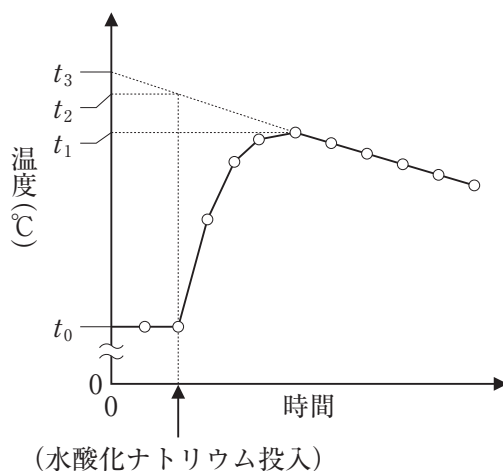


図 2

- 4) 下線部(C)について、次の設問に答えなさい。
- (1) 陰極および陽極で起こる反応を、それぞれ電子(e^-)を含むイオン反応式で表しなさい。
- (2) 2.0 A の電流で 2 時間 40 分 50 秒間電気分解をおこなったときに生成する水酸化ナトリウムの物質は何 mol か、有効数字 2 桁で答えなさい。考え方がわかるように途中の計算式等も解答欄に書きなさい。ただし、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

(このページは空白です。)

問題 4 (生 物)

問 1 動物の体内環境は、おもに自律神経系と内分泌系によって調節される。ヒトの自律神経系は内臓や皮膚、血管などの様々な器官に分布し、心臓の拍動や呼吸運動、分泌腺の調節などを行う。自律神経系の中樞は間脳の **A** にある。脳や脊髄を出た自律神経系の神経繊維は神経細胞の接合部位である **B** を経由して各器官に到達する。各器官には交感神経と副交感神経が存在し、互いに拮抗的に制御する。ヒトの自律神経系では電気信号¹によって興奮が高速に伝導される。伝導された興奮は、神経細胞末端から **B** 間隙へと分泌される神経伝達物質²の化学的信号に変換されて、接続する細胞に伝達される。ストレスや緊張によって交感神経の働きが優位になり、休息時には副交感神経の働きが優位になる。

一方、ヒトの内分泌系では、ホルモンと総称される化学物質が体内環境の調節に重要な役割を果たす。ホルモンには、脂溶性ホルモンと水溶性ホルモンがある。脂溶性ホルモンには、糖質コルチコイドやエストロゲンのような **C** 核という共通の化学構造をもつ **C** ホルモンなどがある。水溶性ホルモンには、インスリンやバソプレシンのようにアミノ酸がつながった **D** ホルモンがある。ホルモンは内分泌腺で必要なときに必要な量だけ合成され、血液中に直接分泌される。分泌されたホルモンは、血流に乗って全身を循環し、標的となる器官や細胞に存在する受容体に結合し、低濃度でも情報を伝達することができる。水溶性ホルモンの受容体は、ホルモンを受容する細胞の **E** に存在し、ホルモンが受容体に結合すると、セカンドメッセンジャーやタンパク質のリン酸化などによる反応を通して情報を伝達する。脂溶性ホルモンの受容体はホルモンを受容する細胞の **F** や **G** の中に存在し、ホルモンと受容体が結合すると **G** の中で転写調節を通して情報を伝達する。

ヒトの体温は、自律神経系とホルモンの作用によってほぼ一定に調節されている。外界の温度が低いときには、皮膚のセンサーである **H** が刺激さ

れ、その情報は **I** 神経を介して脳に伝わる。脳の **A** にある体温調節中枢は交感神経の活動を高めることにより、皮膚の血管や立毛筋を収縮させて **J** を抑制する。また、運動神経を通じて筋肉にふるえを引き起こして **K** を促す。さらに、副腎皮質や副腎髄質、甲状腺からのホルモン分泌を高め、**L**、心臓、筋肉での代謝による **K** を促進する。

- 1) 文中の **A** ~ **L** に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。ただし、**E** ~ **G** には細胞における場所を答えなさい。
- 2) 下線部1の電気信号は、刺激を受けた神経細胞の細胞膜で脱分極が起こることにより生じる。脱分極するとき、細胞の内側と外側の間で移動するイオンの名称を答えなさい。また、イオンが移動する方向を矢印で答えなさい。
- 3) 2)の脱分極が起こった後、再分極するとき細胞の内側と外側の間で移動するイオンの名称を答えなさい。また、イオンが移動する方向を矢印で答えなさい。
- 4) 下線部2の神経伝達物質のうち、交感神経と副交感神経の末端から分泌される主要な物質名を1つずつ答えなさい。
- 5) 下線部2の神経伝達物質が神経細胞末端で細胞内から細胞外へと分泌される輸送様式を何というか答えなさい。

- 6) 図1はラットを24℃の飼育室から4℃の低温室に移したときの、体温、甲状腺刺激ホルモンの血中濃度、チロキシンの血中濃度の変化を表している。

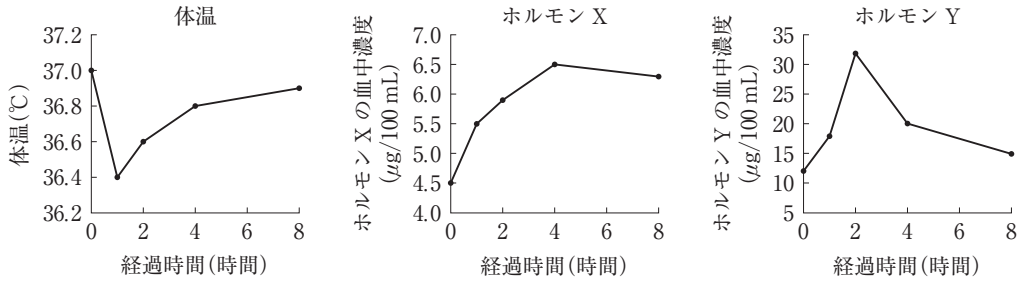


図1

- (1) チロキシンは図1のホルモン X とホルモン Y のどちらか答えなさい。
- (2) ラットを4℃の低温室に移すと、ホルモン Y の血中濃度は2時間目まで上昇したが、ホルモン X の血中濃度が最大に達した4時間目にホルモン Y の血中濃度が低下した。この濃度低下が起こるしくみを50字以内で説明しなさい。
- 7) 生物は住む環境に適応して進化している。寒冷な北海道に生息するヒグマは、温暖な本州や四国に生息するツキノワグマよりも体格が大きい。このように寒冷な気候に適応して近縁の恒温動物の体が大型になることは、「ベルクマンの規則(法則)」とよばれる。一般的に、寒冷地における体の大型化は体温調節においてどのような利点があるためと考えられているか。その理由を「体が大きいほど」に続けて、末尾が「低温下で体温を維持しやすくなるため」となるように、40字以内で答えなさい。

問 2 N 個体からなる植物の集団 Z がある。この植物では 1 世代に個体当たり 1 個の種子が生産され、その種子からは必ず後代が誕生する。この植物のある遺伝子座には、A, B, C の 3 つの対立遺伝子が存在しており、集団内におけるそれぞれの頻度は $A = 0.5$, $B = 0.3$, $C = 0.2$ である。

- 1) 集団 Z はハーディー・ワインベルグの法則に従っている。
 - (1) 遺伝子 A をもつ精細胞が遺伝子 B をもつ卵細胞と接合する頻度①, と遺伝子 B をもつ精細胞が遺伝子 A をもつ卵細胞と接合する頻度②, をそれぞれ小数第 2 位まで答えなさい。
 - (2) 遺伝子型が AB, AC, BB, BC の個体の頻度をそれぞれ小数第 2 位まで答えなさい。
 - (3) 次の世代における対立遺伝子 A と C の頻度をそれぞれ小数第 1 位まで答えなさい。
- 2) 集団 Z を取り巻く環境が変化し、遺伝子型が AA の個体は配偶子を形成できなくなった。
 - (1) 次の世代の個体数を N を用いて答えなさい。
 - (2) 次の世代の集団 Z における対立遺伝子 A, B, C の頻度を小数第 2 位まで答えなさい。
- 3) 集団 Z が自然災害を受け、集団が分布する空間的なサイズは同じであるが個体数が多い集団 D と少ない集団 E の 2 つに分断された。集団 D と集団 E の間には物理的な障壁ができ、自由な交配が行えなくなった。
 - (1) 集団の物理的な位置関係により自由な交配が妨げられることを何と云うか答えなさい。

- (2) 次の文章のうち、集団 D と集団 E を比較した場合、集団 E の説明として適切なものをすべて選び記号で答えなさい。
- a. 突然変異により生じた致死遺伝子が集団から消失するのが速い。
 - b. 遺伝的浮動により中立的な突然変異が集団内に固定されたり、集団から消失したりするのが速い。
 - c. 集団の成長を促進する「アリー効果」を得やすい。
 - d. 近親交配による近交弱勢が生じやすい。
 - e. 人口学的確率性による絶滅の危険性が低い。
- 4) 長い時間を経た後、集団 D と集団 E の植物はそれぞれ独自の遺伝的な変異を蓄積させた。
- (1) ① 他の集団の個体と交配しても生殖能力をもつ後代を作れない状態になることを何というか答えなさい。
- ② ①の状態により新たな種が生じることを何というか答えなさい。
- (2) 図 2 は、遺伝子 X と遺伝子 Y のセンス鎖のエキソンを集団 D の植物と集団 E の植物の間でそれぞれ比較したものである。遺伝子に生じる塩基置換のうち、翻訳されたタンパク質のアミノ酸配列が変化するものを非同義置換という。生体にとって重要な役割を果たしている遺伝子に非同義置換が生じると、タンパク質は機能が損なわれ、そのような変異をもつ個体は生存や繁殖が正常に行えなくなることが多い。
- ① 図 3 の遺伝暗号表を参考に、遺伝子 X に生じた塩基置換のうち非同義置換の割合を小数第 1 位まで答えなさい。なお、単位は % とする。
- ② 塩基置換が生じる頻度は、遺伝子 X と遺伝子 Y で等しいとする。2 つの遺伝子のうち、生体にとってより重要な役割を果たしていると考えられるのはどちらか。解答欄に示した遺伝子名を丸で囲みなさい。また、そのように考える理由を次の語句をすべて用い 60 字以内で答えなさい。なお、同じ語句を繰り返し用いてもかまわない。

[非同義置換, タンパク質, 自然選択]

[遺伝子 X]

	塩基番号
集団D : <u>ATG</u> ATC AAC ACC TAT ACA <u>CGT</u> GAA GTA	27
集団E : <u>ATG</u> ATC AAT ACC TAT ACA <u>GGT</u> GAA GTA	27
AGT CCC ATT GCA CCG GGA TGG GCT GTC TCC	57
AGT CCC ATA GCA CCG GGA TGG GCT GTC TCC	57
GTC CGC TGG TGC AGA TCC GCT CTA TTC GAC	87
GTA CGC TGG TGT AGA TCC GCT CTT TTC GAC	87
TAT AGT CCC ACA GGA TGG TGA	108
TAT AGT CCC ACA GGA TGG TGA	108

[遺伝子 Y]

	塩基番号
集団D : <u>ATG</u> GGG GTT AAC CTT TTC <u>TTG</u> AAT ACA	27
集団E : <u>ATG</u> GGG GTT AAC CTT TTC <u>CTG</u> AAA ACA	27
TAC CGT GAA GTA AGT TTC CCC ATA CCA CGG	57
TAT CGT GCA GTA AGT TTC CCC ATA CCA CGG	57
GTA CGC AAC ACC TCA CAC CAA GAC AGG ACA	87
GTA CGC AAT ACC TCA CAC CAC GAC CGG ACA	87
ACT CTT TAC GAA TAA	102
ACT CTT TAC GAA TAA	102

図 2

下線部は開始コドンに対応する塩基配列を示す。

*は置換が生じた塩基の位置を示す。

		コドンの2番目の塩基												
		U	C	A	G									
コドンの1番目の塩基	U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U C A G	コドンの3番目の塩基			
		UUC		UCC			UAC		UGC					
		UUA	ロイシン	UCA			UAA	終止コドン	UGA			終止コドン		
		UUG		UCG			UAG		UGG			トリプトファン		
	C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U C A G				
		CUC				CCC		CAC					CGC	
		CUA				CCA		CAA				グルタミン	CGA	
		CUG				CCG		CAG					CGG	
	A	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U C A G				
		AUC				ACC		AAC				AGC		
		AUA				ACA		AAA	リシン			AGA	アルギニン	
		AUG		開始コドン (メチオニン)		ACG		AAG				AGG		
	G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U C A G				
		GUC				GCC		GAC					GGC	
		GUA				GCA		GAA				グルタミン酸	GGA	
		GUG				GCG		GAG					GGG	

図 3

(このページは空白です。)

問題 5 (数 学)

次の問 1 は解答欄に答えのみを書きなさい。問 2 の 2) の(2)および問 3 の 2) の(4) は設問の指示に従って計算の過程等も書きなさい。それ以外は、必要に応じて計算の過程等を書いてよい。

問 1

- 1) α と β が $\sin \alpha - \sin \beta = 0$ かつ $\cos \alpha + \cos \beta = 0$ を満たす実数であるとき、 $\cos(\alpha + \beta)$ の値を求めなさい。
- 2) 不等式 $2^m > \log_2 16$ を満たす最小の整数 m の値を求めなさい。
- 3) n を正の整数とし、初項 2、公差 3 である等差数列の n 番目の項を a_n とする。このとき

$$\sum_{n=1}^{20} a_n$$

の値を整数で表しなさい。

問 2 A, B, C, D の 4 つのチームがあり, その中の 2 つのチームが対戦し必ず勝敗が決まるゲームを行う。A と他の 3 つのいずれかのチームが対戦する場合に A が勝つ確率は $\frac{1}{2}$, C または D のいずれかと B が対戦する場合に B が勝つ確率は $\frac{1}{3}$, C と D が対戦する場合に C が勝つ確率は $\frac{1}{4}$ である。4 つのそれぞれのチームが図 1 のア, イ, ウ, エのいずれかの場所に割り振られたトーナメント表を作成する。作成されたトーナメント表に従って 1 回戦^(注)で勝ったチーム同士が決勝戦を行い, 決勝戦で勝ったチームを優勝とする。

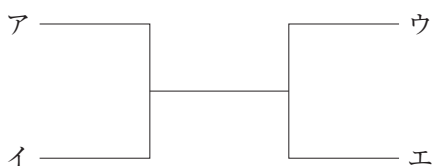


図 1

(注) : 1 回戦とはアとイの場所に割り振られたチーム同士の対戦, およびウとエの場所に割り振られたチーム同士の対戦である。

- 1) A がア, B がイ, C がウ, D がエに割り振られたトーナメント表が作成されたとする。
 - (1) A が決勝戦を行う確率を求めなさい。また, C が決勝戦を行う確率を求めなさい。
 - (2) A と D が決勝戦で対戦する確率を求めなさい。
 - (3) C が優勝する確率を求めなさい。

- 2) 以下の方法で抽選を行いトーナメント表を作成する。最初に, ア, イ, ウ, エの文字が 1 つずつ書かれた 4 枚のカードを袋に入れる。各チームは A, B, C, D の順にこの袋から 1 枚ずつカードを取り出していき, トーナメント表の中で取り出したカードに書かれた文字の場所に割り振られる。ただし, 取り出したカードは袋に戻さない。また, 袋に入っているそれぞれのカードを取り出す確率は等しいとする。
 - (1) A と B が 1 回戦で対戦する確率を求めなさい。
 - (2) 作成される可能性のあるすべてのトーナメント表のうち, C が優勝する確率が最も高いトーナメント表を 1 つ書き, その理由も示しなさい。
 - (3) 「C が優勝する確率が最も高いトーナメント表が作成され」かつ「C が優勝しない」確率を求めなさい。

(問題 5 (数学) は次ページに続く。)

問 3 正の実数 a に対して、関数

$$f(x) = ax$$

を考え、 xy 平面上の直線 L を

$$L: y = f(x)$$

で定義する。

1) xy 平面上の 3 点 $P(1, 2)$, 点 $Q(2, 4)$, 点 $R(\sqrt{5}, \sqrt{5})$ を考える。

$x = 1, 2, \sqrt{5}$ における直線 L の y 座標と点 P, Q, R の y 座標を用いて、

$$D = \{f(1) - 2\}^2 + \{f(2) - 4\}^2 + \{f(\sqrt{5}) - \sqrt{5}\}^2$$

を定義する。

- (1) D を a の多項式で表しなさい。
- (2) D が最小値をとるときの a の値を求めなさい。また、 D の最小値を求めなさい。

2) 関数

$$g(x) = \frac{x^2}{4} + \frac{3a^2}{4}$$

を用いて、曲線 C を

$$C: y = g(x)$$

で定義する。不等式 $0 \leq x \leq 1$ の表す領域を U とし、曲線 C , 直線 L , $x = 0$, $x = 1$ で囲まれた領域と領域 U の共通部分の面積を S とする。

- (1) 直線 L と曲線 C の 2 つの交点の x 座標をそれぞれ a の式で表しなさい。
- (2) 「(1) で求めた交点のうち 1 つの交点のみが領域 U 内にある」ための必要十分条件を a の不等式で表しなさい。
- (3) 「(1) で求めたすべての交点が領域 U 内にある」ときの a の値に対して、面積 S は実数 t_0, t_1, t_2, t_3 を係数とした a の多項式 $t_3 a^3 + t_2 a^2 + t_1 a + t_0$ となる。このとき、係数 t_0, t_1, t_2, t_3 の値をそれぞれ求めなさい。
- (4) 面積 S が最小値をとるときの a の値を求め、その理由も示しなさい。