

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2年度個別学力検査(前期日程)

総 合 問 題

試験時間 2 時間

全10題のなかから5題を選択しなさい。ただし、下表の「選択方法」欄で指定している条件①、②をすべて満たすようにしなさい。

問題番号	科 目	ページ	選 択 方 法
問題 1	英 語	1~ 3	①英語(問題1, 2)から少なくとも1題 選択すること ②理科(問題3~8)から少なくとも2題 選択すること
問題 2	英 語	4~ 7	
問題 3	物 理	8~ 9	
問題 4	物 理	10~11	
問題 5	化 学	12~13	
問題 6	化 学	14~16	
問題 7	生 物	17~19	
問題 8	生 物	20~24	
問題 9	数 学	25	
問題10	数 学	26	

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、うら、おもてにかかわらず、解答と受験番号のほかは、いつ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。

解答用紙訂正

解答用紙番号	訂正箇所		
解答用紙 2 (英語)	設問 3. の解答 欄の最初の単 語	誤	manufactures
		正	manufacturers

※ 問題冊子には正しい方の単語が記載されています。
採点には影響ありませんので、解答用紙はそのまま使用してください。

問題 1 (英語)

Read the text and answer the questions.

著作権の関係上、表示できません。

著作権の関係上、表示できません。

Modified from <https://www.bloomberg.com/opinion/articles/2018-06-25/how-to-solve-the-plastic-crisis>

Questions

1. What is the most suitable word for blank (1)?
2. Put in the correct order the words in the underlined part (2).
3. What is the most suitable word for blank (3)?
4. What does the underlined word (4) refer to? Answer with one word.
5. What is the most suitable word for blank (5)? Choose from the following.
at / by / in / on
6. What is the most suitable word for blank (6)? Choose from the following.
extensive / expensive / explosive / expendable
7. Fill in the blanks of the underlined sentence (7) with the following words.
systems / countries / hopes / corporations

8. Change the underlined word (8) into the correct form.
9. Circle the letter T on the answer sheet for the true statements and circle the letter F for the false statements.
 - A. Two of the rivers that carry most of the plastic waste to the world's oceans are not in Asia.
 - B. Countries in the developed world are the largest source of plastic waste in the oceans.
 - C. According to the text, prohibiting free plastic shopping bags has been a successful way of reducing plastic waste.
 - D. The Yangtze River is one of the biggest sources of plastic waste in Asia.
10. According to the text, what seems to be the most effective way of preventing plastic waste from ending up in the oceans? Choose from the following and write A, B, C, or D on the answer sheet.
 - A. Improve trash collection and disposal.
 - B. Stop giving out free plastic bags at stores.
 - C. Increase taxes on plastic goods.
 - D. Start recycling programs.

問題 2 (英語)

Read the text and answer the questions.

著作権の関係上，表示できません。

著作権の関係上，表示できません。

Modified from <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acssensors.9b00555> and
<https://newatlas.com/spoilage-detecting-pegs-food-labels/60008/>

Questions

1. What is the most suitable phrase for blank (1)? Write A, B, C, or D, on the answer sheet.
 - A. as well as
 - B. as good as
 - C. as many as
 - D. as healthy as
2. What is the most suitable word for blank (2)?
3. Put in the correct order the words in the underlined part (3).
4. What is the most suitable word for blank (4)? Choose from the following.
do / play / see / work
5. What is a word with a similar meaning to the underlined phrase (5)? Choose from the following.
Moreover / Consequently / Overhead / Gradually
6. What does the underlined word (6) refer to? Write A, B, C, or D on the answer sheet.
 - A. cellulose paper
 - B. computer chip
 - C. water vapor
 - D. food
7. Fill in the blanks of the underlined sentence (7) with the following words.
react / require / operate / expand
8. What is the most suitable word for blank (8)? Choose from the following.
as / in / on / to

9. Circle the letter T on the answer sheet for the true statements and circle the letter F for the false statements.
- A. The "use-by" date lets the consumer know when the food was packaged.
 - B. In smart packaging, sensors inform the user of the food condition in real time.
 - C. Food sellers do not want to use smart packaging because the price of food would be double.
 - D. PEGS change the gases from old food after they are scanned by smartphones.
10. According to the text, what is a property of a good food sensor? Choose from the following and write A, B, C, or D on the answer sheet.
- A. They should have a positive effect on the food.
 - B. They should cost the same amount as the food.
 - C. The material should fit the shape of the container.
 - D. They should be cheap and difficult to use.

問題 3 (物理)

冬季オリンピックの種目で近年人気が高まっているスポーツにカーリングがある。カーリングは図1のようなカーリング・シートと呼ばれる氷の平面で行われ、選手がハウスと呼ばれる円の中心に、ストーン(石)を滑らせるように投げ入れて得点を競うスポーツである。

使用するストーンの質量はすべて m [kg]、選手の質量は M [kg] で、 $m < M$ である。点Oから点Pまでの距離は L_0 [m]、点Pからハウス(円)の中心点Qまでの距離は L [m]、ハウスの半径は r [m] である。重力加速度の大きさは g [m/s²] とし、ストーン間のはねかえり係数は e とする。また、氷とストーンの間の動摩擦係数は μ 、氷と選手の間の動摩擦係数は μ' で、 $\mu < \mu'$ である。ストーンと選手の大きさや、ストーン同士が衝突する時の氷とストーンの間の摩擦、および空気抵抗は無視する。

なお、特に指示のない限り解答欄には答えのみを書きなさい。

まず、選手は点O上に静止したストーンAを握り一体となって点Pまで一定の加速度で加速し、点PでストーンAから静かに手を放した。点Pでの選手とストーンAの速度は v_0 [m/s] であった。その後、選手とストーンAは直線PQ上を進んだ。

問1 点Oから点PまでのストーンAの加速度を求めなさい。

問2 点Oから点PまでにストーンAが人から押された力を、途中の計算過程も説明して求めなさい。

問3 点Oから点PまでにストーンAに与えられた仕事を求めなさい。

問4 選手がストーンAを放した後、選手が停止するまでの距離を求めなさい。

その後、ストーンAはハウスの中心点Qで静止した。

問 5 ストーン A の点 P での速度 v_0 を距離 L を用いて表しなさい。

次に、ハウスの中心に静止したストーン A を円の外に出すために、選手がストーン B を加速して点 P で静かに放したところ、ストーン B は直線 PQ 上を進みストーン A に衝突した。ストーン B がストーン A と衝突する直前の速度は v [m/s] であった。衝突直後のストーン A の速度は v_A [m/s]、ストーン B の速度は v_B [m/s] であり、ストーン A とストーン B は衝突後も直線 PQ の延長上を進んだ。

問 6 衝突前と衝突後のストーン A とストーン B の運動量の関係を示しなさい。

問 7 衝突前と衝突後のストーン A とストーン B の速度の関係をはねかえり係数 e を用いて示しなさい。

問 8 ストーン A の速度 v_A とストーン B の速度 v_B を求めなさい。

ストーン B の点 P での速度は v_1 [m/s] であった。

問 9 ストーン A をハウスの外に出し、ストーン B がハウス内(円周上を含む)にとどまるための v_1 の条件を、途中の計算過程も説明して求めなさい。

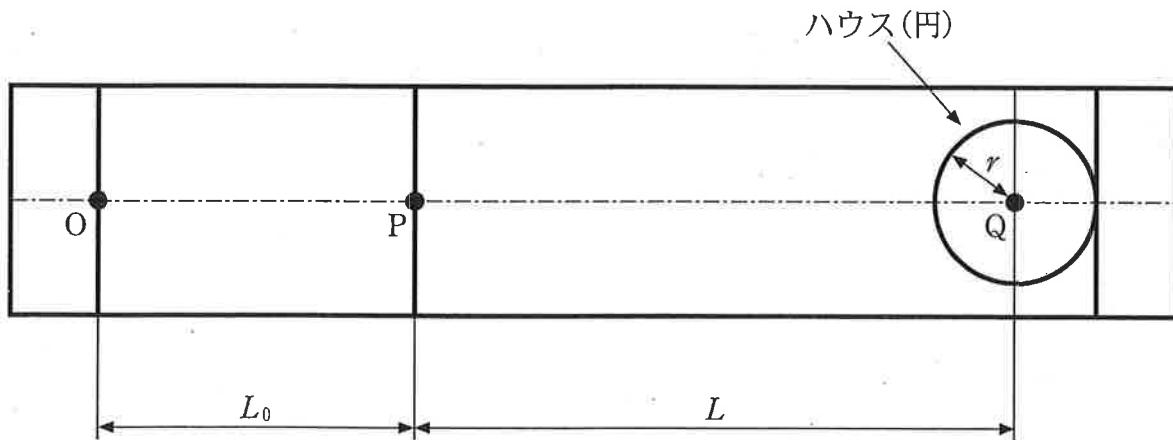


図 1 カーリング・シートを真上から見た図

問題 4 (物理)

(1) 超音波は、回折が起こりにくく指向性が高いなどの特性から、医療の画像診断や各種産業の計測・探知機など、さまざまな用途に用いられている。

動物の中には、超音波を利用して周囲の物体までの距離や速度などを測定するものがいる。このような仕組みをエコーロケーションという。ここでは、コウモリが行うエコーロケーションを考えてみよう。空気中の音速は $V[m/s]$ で、空気の温度は一定で無風であるとする。また、音波の減衰や透過は無視する。

なお、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 下線部(1)と(2)の語句の意味を説明しなさい。

図 1 のように、静止したコウモリが平らな崖に向けて振動数 $f[Hz]$ の超音波を発した。超音波は崖にあたって反射し、コウモリが超音波を発してから最初に反射波を聞くまでの時間は $t[s]$ であった。

問 2 この超音波の周期と波長をそれぞれ求めなさい。

問 3 コウモリから崖までの距離 $D[m]$ を求めなさい。

図 2 のように、静止したコウモリが崖に止まった昆虫に向けて振動数 f の超音波を発した。超音波は昆虫の表面と崖の表面で反射した。つぎに、コウモリが超音波の振動数を f から徐々に低下させると反射波が弱まったが、振動数を $f_0[Hz]$ より低くすると反射波が弱まることはなかった。

問 4 反射波が弱まった理由を説明しなさい。

問 5 この昆虫の厚さ $d[m]$ を求めなさい。

図3のように、コウモリが昆虫に向かって真っすぐに一定の速さ v [m/s] で飛び、その向きへ静止時と同じ振動数 f の超音波を時間 Δt [s] にわたり発した。昆虫はコウモリに向かって真っすぐに一定の速さ w [m/s] で飛んできた。

問6 時間 Δt 内にコウモリの発した超音波の振動の回数を求めなさい。

問7 時間 Δt 内にコウモリの発した超音波の空气中での長さ L [m] を求めなさい。

問8 コウモリの発した超音波の空气中での波長を求めなさい。

その後、この超音波は昆虫にあたって反射し、コウモリがその反射波を聞くと、コウモリはうなりを感じた。

問9 昆虫が受ける超音波の振動数を求めなさい。

問10 コウモリが感じた単位時間あたりのうなりの回数を、途中の計算過程も説明して求めなさい。

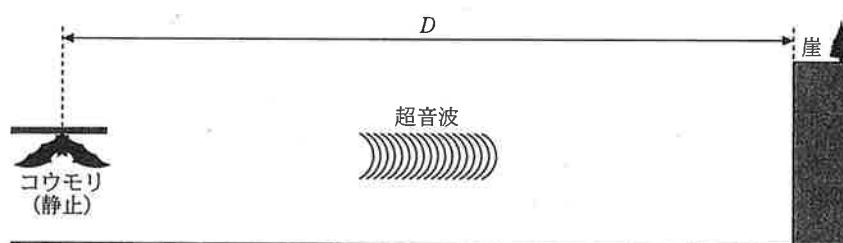


図1



図2



図3

問題 5 (化学)

塩素 Cl_2 は、工場では塩化ナトリウムの水溶液を電気分解することによって製造される。⁽¹⁾また、実験室では酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加え、加熱することで Cl_2 を発生させる方法がある。⁽²⁾ Cl_2 は常温・常圧では ア 色の有毒な気体で刺激臭があり、水に少し溶ける。 Cl_2 の水溶液は イ とよばれ、溶けた Cl_2 の一部が水と反応し、塩化水素と次亜塩素酸になる。水酸化カルシウムと Cl_2 を反応させると、さらし粉が得られる。さらに、さらし粉よりも安定で、強い酸化剤である高度さらし粉(主成分の物質名：ウ)は、殺菌剤・消毒剤・漂白剤として利用されている。さらし粉や高度さらし粉に塩酸を加えて Cl_2 を発生させる方法もある。⁽³⁾

臭素 Br_2 は常温・常圧では エ の状態で主に存在し、その色は オ 色である。臭素の化合物に臭化カリウムや臭化銀などがある。臭化銀は光によって分解⁽⁴⁾され銀を析出する性質をもつ。このような性質を カ という。

問 1 上の文中の空欄 ア から カ に入る適切な語句や物質名を記入しなさい。

問 2 下線部(1)の塩化ナトリウムについて次の設間に答えなさい。

- 1) 塩化ナトリウムの結晶は一辺が 0.56 nm の単位格子から成っている。

塩化ナトリウムの結晶の密度(g/cm^3)を小数点第一位まで求めなさい。なお、考え方わかるように途中の計算式等も書きなさい。ただし、原子量は $\text{Na} = 23.0$, $\text{Cl} = 35.5$ とし、アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ とする。必要ならば、 $0.56^3 = 0.18$ を用いなさい。

- 2) 塩化ナトリウムと同じイオン結晶に分類される物質を次の選択肢から 2つ選びなさい。

選択肢 : I_2 , CaS , Cu , CO_2 , SiO_2 , MgO

問 3 下線部(2)および(3)の反応を化学反応式で書きなさい。

問 4 下線部(4)の水溶液に塩素 Cl_2 を通じると起こる反応の化学反応式を書きなさい。

問 5 塩素の化合物について次の設間に答えなさい。

- 1) 次亜塩素酸のように分子中に酸素原子を含む酸の総称を答えなさい。
- 2) 次亜塩素酸の塩素原子の酸化数を答えなさい。
- 3) 1)の酸で、次亜塩素酸とは塩素原子の酸化数が異なる物質に亜塩素酸、塩素酸および過塩素酸がある。これらの分子式および塩素原子の酸化数をそれぞれ答えなさい。
- 4) 次亜塩素酸、亜塩素酸、塩素酸および過塩素酸の中から酸の強さが最も強い物質を選びなさい。

問 6 塩素 Cl_2 と水素 H_2 から 1 mol の塩化水素 HCl が生成する際の生成熱 (kJ/mol) を熱化学方程式を用いて求めなさい。また、考え方がわかるように途中の計算式等も書きなさい。ただし、 $\text{Cl}-\text{Cl}$, $\text{H}-\text{H}$, $\text{H}-\text{Cl}$ の結合エネルギーをそれぞれ 243 kJ/mol, 436 kJ/mol, 432 kJ/mol とする。

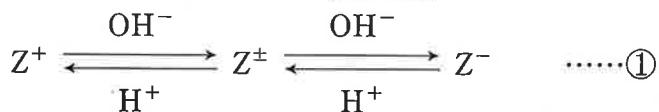
問題 6 (化 学)

タンパク質の構成単位である α -アミノ酸は、一般に $RCH(NH_2)COOH$ という示性式で表される。示性式中の R は側鎖と呼ばれ、側鎖が水素原子である **ア** 以外の α -アミノ酸には 4 種類の異なる原子や原子団が結合した **イ** が存在するため鏡像異性体をもつ。

(1) アミノ酸は水溶液中では陽イオン、双性イオン、陰イオンの平衡状態にある。

(2) また、側鎖内にアミノ基-NH₂をもつアミノ酸を **ウ** 性アミノ酸と呼び、側鎖内にカルボキシ基-COOHをもつアミノ酸を **エ** 性アミノ酸と呼ぶ。

(3) あるアミノ酸 Z について、下線部(2)のそれぞれのイオンを Z^+ , Z^\pm , Z^- で表すと、3つのイオンは式①に示す平衡混合物になっている。この平衡混合物の水溶液の電荷が全体として 0 になるときの **オ** を等電点と呼ぶ。



人体のタンパク質は約 20 種類の α -アミノ酸から構成されている。一部の α -アミノ酸は生体内で合成されないか、または合成されにくく、**カ** と呼ばれており、食品から摂取する必要がある。**カ** の摂取量が不十分になると栄養障害を引き起こすこともあるため、アミノ酸バランスの良い食生活は健康維持にとって重要である。

問 1 上の文中の空欄 **ア** ~ **カ** に入る適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(1)および(2)について、次の問い合わせに答えなさい。

1) 原子または原子団の配置が立体的に異なる 2 種類の鏡像異性体の間で共通する性質の組み合わせとして、最も適切なものを次の①～⑤の中から選びなさい。

a. 分子量

b. 融点

c. 密度

d. 旋光性

e. 味

① a, b, c

② a, b, d

③ b, c, e

④ a, c, e

⑤ b, d, e

2) 鏡像異性体をもつ α -アミノ酸の中で最も分子量の小さいアラニンが水溶液中でとりうる 3 種類のイオンの構造式を書きなさい。

問 3 下線部(3)について、側鎖内にアミノ基-NH₂をもつアミノ酸に対して次の操作を行った。次の問い合わせに答えなさい。

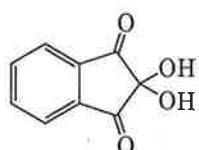
操作 1：側鎖内に-NH₂をもつアミノ酸の水溶液を、弱酸性(pH 5.0)に調整した。

操作 2：操作 1 で調整した溶液を、陽イオン交換樹脂を充填したカラム(ガラス円筒)に通し、流出した溶液(溶出液 1)を回収した。

操作 3：一方で、操作 1 で調整した溶液を、陰イオン交換樹脂を充填したカラムに通し、流出した溶液(溶出液 2)を回収した。

操作 4：溶出液 1 と溶出液 2 に対してアミノ酸を検出する試薬を用いた発色反応を行い、発色強度を比較した。

1) アミノ酸を検出する試薬の一つとして知られており、アミノ酸中の-NH₂と反応する次の化学式で示される化合物の名称を答えなさい。



2) 操作1において、水溶液中のアミノ酸の大部分はどのようなイオンになっているか。次の中から最も適切なものを選びなさい。

- ① 陽イオン
- ② 双性イオン
- ③ 陰イオン

3) 操作4において、溶出液1と溶出液2のうち、より強い発色が観察されるのはどちらか答えなさい。また、その理由について30文字以内で簡潔に述べなさい。

問4 下線部(4)について、側鎖内にカルボキシ基-COOHをもつ α -アミノ酸Xの元素分析を行った結果、炭素36.1%，水素5.3%，窒素10.5%，酸素48.1%であることがわかった。 α -アミノ酸Xの分子式を答えなさい。考え方がわかるように途中の計算式等も書きなさい。ただし、原子量はC=12.0, H=1.0, N=14.0, O=16.0とする。

問5 下線部(5)について、ある α -アミノ酸Zの水溶液中のイオン Z^+ , Z^\pm および Z^- に関する平衡式②の電離定数 K_1 および③の電離定数 K_2 を次のとおりとしたとき、以下の問いに答えなさい。



- 1) α -アミノ酸Zの等電点において、イオン Z^- とイオン Z^+ のモル濃度の比を答えなさい。
- 2) α -アミノ酸Zの水溶液をpH=7.0に調整した際に、イオン Z^- のモル濃度はイオン Z^+ のモル濃度の何倍になっているか答えなさい。考え方がわかるように途中の計算式等も書きなさい。

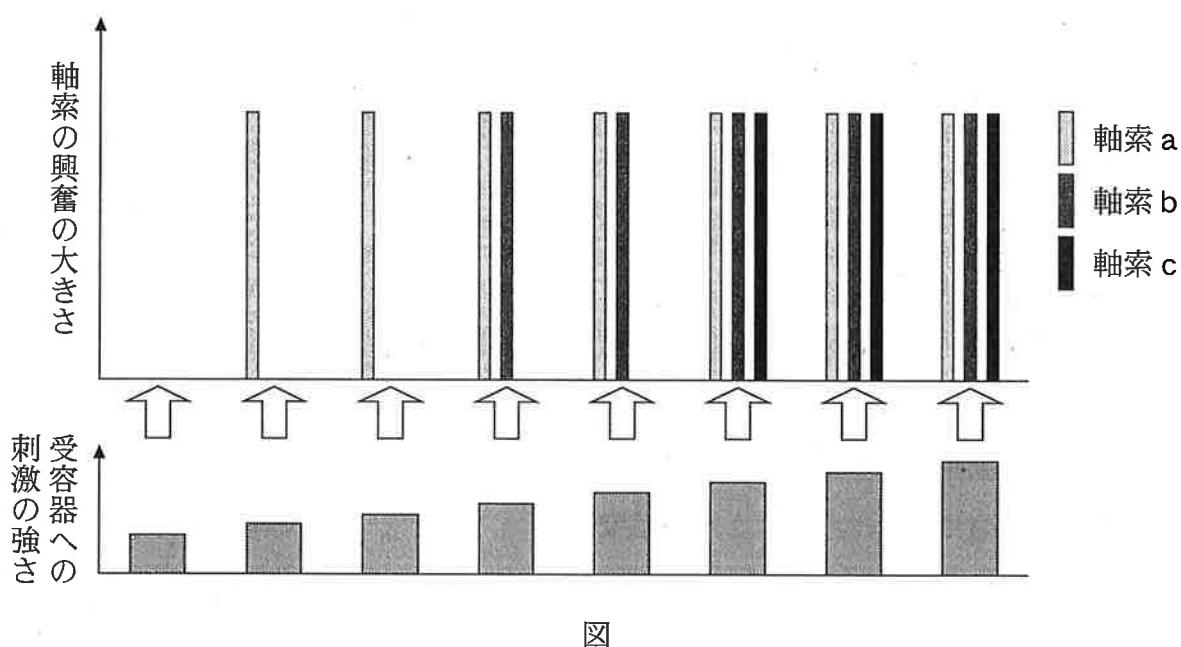
問題 7 (生物)

動物は光や音、圧力などの外部からの刺激を、目や耳、皮膚といった受容器で受けすことによって、それに応じた反応や行動を起こす。受容器には感覚神経が集中しており、刺激を受けた感覚神経には電気的な変化が現れる。この電気的な変化を興奮という。興奮は、感覚神経を通って、脊髄や脳といった A 神経系に伝えられる。A 神経系では情報の処理や統合が行われ、適切な応答が、運動神経を介して筋肉や分泌腺といった効果器に伝えられる。このような興奮伝導の経路となる感覚神経や運動神経は、神経細胞からできている。神経細胞は、核のある細胞体と、枝分かれした短い突起である B、および長く伸びた突起である軸索からなる。軸索が集まって束になったものを神経と呼ぶ。 軸索は神経纖維とも呼ばれ、⁽¹⁾ 神経纖維に神経鞘が何重にも巻き付いてできたものを髓鞘といい、髓を持つ⁽²⁾ 神経纖維を有髓神経纖維という。また、軸索の末端は隣の細胞と狭い隙間をへだてて接続している。この接続部分は C と呼ばれ、D や E などの神経伝達物質により、次の細胞へ情報が運ばれる。

外部からの刺激に対する神経系の応答の一つに反射がある。反射は無意識に起こり、指先に熱いものが触れたときに手を引っこめる反応や、眼に光を当てたときに瞳孔が縮小する反応などがある。また、⁽³⁾ 膝下を軽くたたくと関節が伸びる膝蓋腱反射⁽⁴⁾ が知られている。この反射では、膝の関節のすぐ下の膝蓋腱をたたくと、膝蓋腱とつながるもの筋肉が引き伸ばされ、これを筋紡錘が刺激として受け取る。この刺激が感覚神経から脊髄に入り、C を介して運動神経、膝の伸筋へと伝えられることで筋肉が収縮し、足をはね上げるという反応が現れる。

問 1 文中の空欄 **A** ~ **E** に適切な語句を入れなさい。

問 2 下線部(1)について、ある受容器を介して、3本の異なる軸索 a, b および c を含む感覚神経に様々な強さの刺激を与えた。このときの、各軸索の興奮の大きさを測定すると、図のようになった。図の下のグラフは受容器への刺激の強さを表し、上のグラフは、下のグラフの強さで受容器を刺激したときの、軸索 a, b および c の興奮の大きさを表している。この感覚神経が様々な刺激の強さを伝える仕組みを、「軸索」、「閾値」の2つの語句を用いて60字以内で説明しなさい。なお、これらの語句は繰り返し用いてもかまわない。



図

問 3 下線部(2)について、有髓神経纖維では無髓神経纖維に比べて、伝導速度が非常に速い。その理由を「髓鞘」、「ランビエ绞輪」、「絶縁体」という3つの語句を用いて、65字以内で説明しなさい。なお、これらの語句は繰り返し用いてもかまわない。

問 4 下線部(3)について、次の間に答えなさい。

- 1) この反応を何というか答えなさい。
- 2) この反応は外界の明暗の変化に対応するために起こっている。しかし、自然界の光の強さの変化は非常に大きく、この反応だけでは十分ではない。次の文章は、明暗の変化に対応するもう一つのしくみについて述べたものである。文章中の空欄 **F** ~ **I** に適切な語句を入れなさい。

暗いところから明るいところに出ると、直後はまぶしくてものがよく見えないが、徐々に視細胞の感度が調整されて、ものが見えるようになる。このような現象を **F** という。一方、明るいところから暗いところに入ると、視細胞のうち、まず **G** 細胞に変化が現れ、光に対する感度が上昇する。次に、**H** 細胞にロドプシンが蓄積されて、光に対する感度がさらに上昇する。このような現象を **I** という。

問 5 下線部(4)について、筋紡錘、脊髄、膝の伸筋は、おのおの反射弓の経路のいずれに当てはまるか、次の選択肢ア～ケから選びなさい。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ア. 運動神経 | イ. 灰白質 | ウ. 効果器 |
| エ. 反射中枢 | オ. 感覚神経 | エ. 神経節 |
| キ. 受容器 | ク. 新皮質 | ケ. 交感神経 |

問題 8 (生物)

生物の細胞がもつ全遺伝情報は **ア** と呼ばれ、その本体は DNA である。

DNA の塩基配列は、損傷や複製時の誤りなどにより突然変異が起こることで変化する。遺伝子内に突然変異が生じた場合、遺伝子の機能が変化し、表現型に違いが生じることがある。このように、1つの遺伝子座について表現型の違いを担う異なる塩基配列の遺伝子が存在するとき、それらの遺伝子のことを **イ** 遺伝子という。例えば、同じ植物種の中でも開花期に違いが見られ、開花期に影響を与える遺伝子座(開花期遺伝子座)には複数の **イ** 遺伝子が存在することが知られている。

植物は光や温度などの環境の変化を感じて花芽を形成し、開花する時期を決定する仕組みをもっている。このうち日長の変化に反応する性質を **ウ** という。

植物は連続した **エ** の長さにより日長を感じており、花芽を形成するかしないかの境界となる **エ** の長さは **オ** と呼ばれる。連続した **エ** が一定の長さ以上になると花芽を形成する **カ** 植物や、一定の長さ以下になると花芽を形成する **キ** 植物がある。

ある植物種の純系 X、および純系 X から突然変異により生じた純系 Y を用いて実験を行った。発芽後 20 °C の長日条件下で栽培したところ、純系 X は 30 日以内に開花した(開花型)が、純系 Y は開花が著しく遅延し、30 日間では開花しなかった(非開花型)。純系 X と純系 Y を交配したところ、 F_1 は開花型となった。また F_1 の自家受精により得られた F_2 は、開花型 : 非開花型 = 75 個体 : 25 個体で分離した。このとき、開花期遺伝子座における優性の **イ** 遺伝子を F、劣性の **イ** 遺伝子を f とするとき、純系 X の遺伝子型は **ク** のホモ接合体、純系 Y の遺伝子型は **ケ** のホモ接合体となる。

問 1 文中の空欄 **ア** ~ **キ** に適切な語句を記入しなさい。また、
ク と **ケ** に入る遺伝子記号として適切なものを、解答欄の選択肢から選び丸で囲みなさい。

問 2 文中の純系 X と純系 Y を用いて、次の実験を行った。

開花期遺伝子座が存在する染色体には、ほかに遺伝子座①と遺伝子座②が存在する。純系 X は遺伝子座①が A, 遺伝子座②が B のホモ接合体であり、純系 Y は遺伝子座①が *a*, 遺伝子座②が *b* のホモ接合体である。純系 X と純系 Y を交配して得られた F₁ に純系 Y を交配した。その結果、得られた 100 個体の遺伝子型とその分離個体数、発芽後 20 °C の長日条件で 30 日間栽培したときの開花期の表現型は図 1 のようになった。

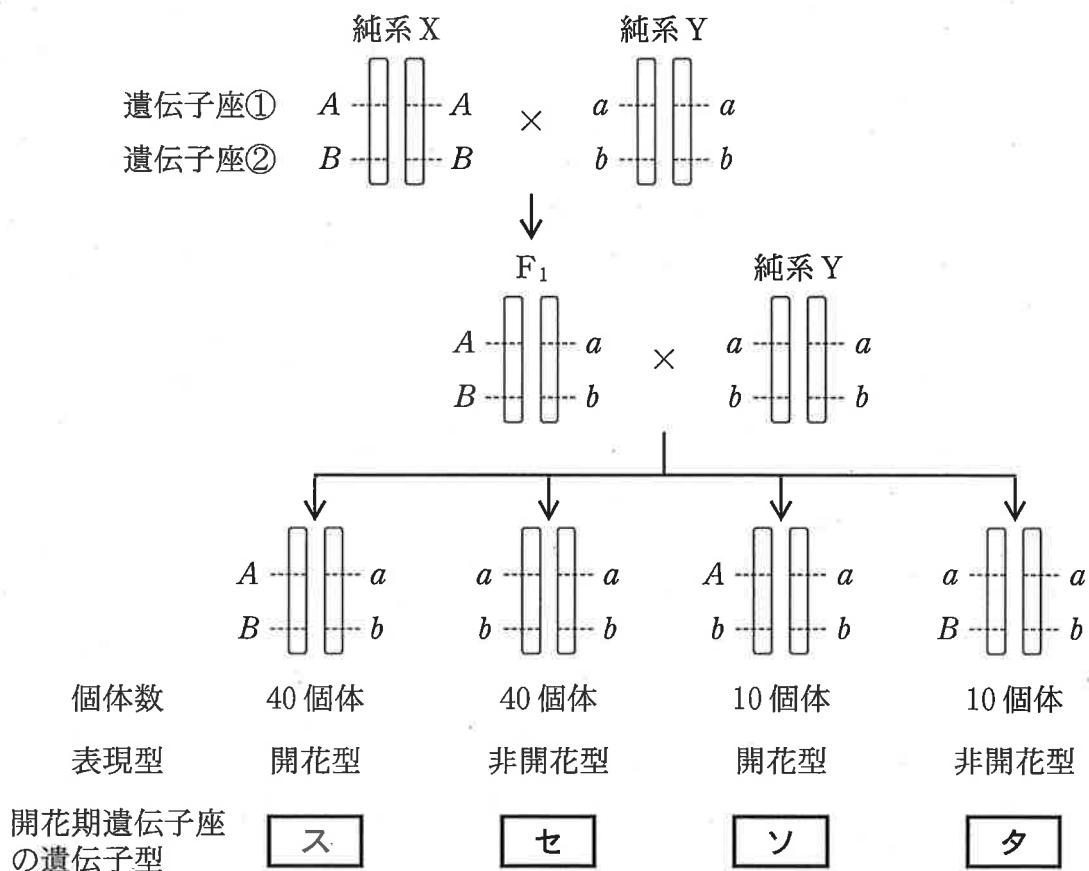


図 1

- 1) 図1をもとに、次の文章中の空欄 **コ** ~ **シ** に適切な語句または数字を入れなさい。ただし遺伝子座①と遺伝子座②の間での組換えは1回の減数分裂で2回以上起こらないものと仮定する。

染色体上の遺伝子間の位置関係は、組換え価を用いて調べることができる。減数分裂の第一分裂の過程では相同染色体が互いに対合し、**コ** 染色体が形成される。このとき、相同染色体間で染色体の一部が交換される **サ** が起こると、遺伝子の組換えにより新たな遺伝子の組み合わせができる。図1の結果から、 F_1 の配偶子のうち遺伝子座①と遺伝子座②の間で組換えの起こった配偶子の割合を組換え価(%)として計算すると **シ** %となる。

- 2) 図1の空欄 **ス** ~ **タ** の開花期遺伝子座の遺伝子型として適切なものを、次の①~③の中から選び、番号で答えなさい。ただし同じものを複数回選んでもかまわない。

① FF ② Ff ③ ff

- 3) 開花期遺伝子座は遺伝子座①と遺伝子座②のどちらの近くに位置すると考えられるか、解答欄の選択肢から選び丸で囲みなさい。またその理由を40字以内で説明しなさい。

問 3 文中の下線部について、次の実験を行った。

開花期遺伝子座について、純系 X と純系 Y の完成した mRNA の配列を比較したところ、図 2 の塩基①と塩基②の 2か所で違いが見られた。F 遺伝子が花成ホルモン(フロリゲン)のアミノ酸配列を決めている遺伝子であるとき、表 1 の遺伝暗号表を参考にして次の問いに答えなさい。

5'		3'	
純系 X	AUGUCU..... <u>AUAUUGUUUCGA</u> CAGCUUGGCAGGCAAACAGU.....CUUUAG		
純系 Y	AUGUCU..... <u>AUAUUGUUUCGG</u> CAGCUUGGCAGGUAAACAGU.....CUUUAG		
	↑ コドンの 1 番目 の塩基	↑ 塩基①	↑ 塩基②

図 2

表 1

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

- 1) 純系 Y は塩基①と塩基②のどちらが原因で非開花型になったか、解答欄の選択肢から選び丸で囲みなさい。
- 2) 純系 Y が非開花型となった理由を、「塩基①」、「塩基②」、「アミノ酸」、「タンパク質」、「フロリゲン」の 5 つの語句を用いて 80 字以内で説明しなさい。なお、これらの語句は繰り返し用いてもかまわない。

問 4 文中の純系 X と同種の純系 Z を用いて実験を行った。純系 Z を発芽後 20 °C の長日条件下で栽培したところ、90 日間経過しても開花しなかった。しかし、発芽後 4 °C の低温下で 60 日間栽培し、その後 20 °C の長日条件に移した場合は、30 日以内に開花した。

- 1) 一定期間の低温にさらされることで花芽を形成できるようになる現象を何と呼ぶか答えなさい。
- 2) 純系 Z でみられる花芽形成の特性は、高緯度地域に分布し、秋に発芽して翌年の春から初夏に開花する植物で多くみられる。この理由を「秋に発芽した植物が」に続けて、「低温」、「長日」、「花芽形成」、「開花」、「種子」の 5 つの語句を用いて 90 字以内で説明しなさい。なお、これらの語句は繰り返し用いてもかまわない。

問題 9 (数学)

初項 1, 公比 $\frac{1}{2}$ の等比数列 $\{a_n\}$ の一般項を a_n , 初項 1, 公比 r の等比数列 $\{b_n\}$ の一般項を b_n とし, 数列 $\{c_n\}$ の一般項 c_n を

$$c_n = \log_2 \left(\frac{\log_r b_{n+3}}{\log_r b_{n+1}} \right)$$

で定義する。2つのベクトル $\vec{p}_n = (a_n, a_{n+1})$, $\vec{q}_n = (b_n, b_{n+1})$ のなす角を θ_n とする。ただし, n は自然数であり, $r > 1$, $0 \leq \theta_n \leq \pi$ とする。次の各間に答えなさい。

問 1 $r = 2$ とし, ベクトル \vec{p}_n , \vec{q}_n , $\vec{p}_n - \vec{q}_n$ の大きさをそれぞれ $|\vec{p}_n|$, $|\vec{q}_n|$, $|\vec{p}_n - \vec{q}_n|$ とする。

- (1) a_n , b_n をそれぞれ n の式で表しなさい。
- (2) $|\vec{p}_n|$, $|\vec{q}_n|$ をそれぞれ n の式で表しなさい。
- (3) $\sin \theta_n$, $\cos \theta_n$, $\sin(\theta_n + \theta_{n+1})$, $\cos(\theta_n + \theta_{n+1})$ の値をそれぞれ求めなさい。
- (4) $|\vec{p}_2 - \vec{q}_2|^2 - |\vec{p}_1 - \vec{q}_1|^2$ の値を求めなさい。

問 2 数列 $\{c_n\}$ の初項から第 n 項までの和を S_n とする。

- (1) b_n を r と n の式で表しなさい。
- (2) c_n , S_n をそれぞれ n の式で表しなさい。
- (3) $S_n > 1 + \log_2 5$ となる n の最小値を求めなさい。

問題10 (数学)

関数 $f(x) = ax^2 + 2bx$ は点(2, 4)で極値をとる。関数

$$f(x), \quad g(x) = ax^2 + bx, \quad h(x) = a(x-2)^2 + b(x-2)$$

を用いて3つの曲線

$$C_f : y = f(x), \quad C_g : y = g(x), \quad C_h : y = h(x)$$

を定義する。曲線 C_f と C_g , C_f と C_h , C_g と C_h の交点をそれぞれ U, V, W とする。ただし, a, b は定数である。次の各間に答えなさい。

問 1 (1) a, b の値をそれぞれ求めなさい。

(2) 関数 $f(x)$ の導関数を求めなさい。

(3) 点 U, V, W の座標をそれぞれ求めなさい。

(4) 3つの曲線 C_f, C_g, C_h で囲まれた部分の面積を求めなさい。

問 2 直線 $L : y = \beta x$ と曲線 C_f, C_g との交点をそれぞれ P, Q とし, それらの x 座標をそれぞれ p, q とする。点 P, Q からそれぞれ x 軸に垂線 PA, QB を下ろす。△PUA の面積と △QUB の面積の和を S とする。ただし, $2 < p \leq 4$ とする。

(1) β, q, S をそれぞれ p の式で表しなさい。

(2) S が最大になるときの p の値を求めなさい。

(3) 直線 L が曲線 C_h に接するとき, その接点の座標を求めなさい。