

令和5年度

前期日程入学試験問題

総合問題B(イ)

注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- 2 問題冊子(30ページ)には、物理、化学、生物の各問題があり、解答用紙(物理4枚、化学4枚、生物4枚)及び下書き用紙(1枚)が挟み込んであります。試験開始の合図があったら、直ちに中を確認、印刷や枚数の不備などがあった場合、監督者に申し出なさい。
- 3 物理、化学、生物から1科目を選択し、解答しなさい。
- 4 問題冊子の間に挟み込んである選択した科目の解答用紙を取り出し、選択した科目のすべての解答用紙の所定欄に受験番号を記入しなさい。
- 5 解答は、すべて解答用紙の所定欄(横書き)に記入しなさい。
- 6 句読点は、1字と数えなさい。
- 7 試験室で配付された問題冊子等は、提出する解答用紙をのぞいて退出時に持ち帰りなさい。

物理	3 ページ ~ 10 ページ
化学	13 ページ ~ 21 ページ
生物	23 ページ ~ 30 ページ

物 理
(物理基礎・物理)

I 課題文を読んで、後の問いに答えなさい。なお、計算を必要とする問題では答えを導く過程も記述しなさい。

課題文

「地球の熱収支」

地球の気温は、地球の熱収支で決まる。熱の収入は、太陽が地球に放射する光のエネルギーである。熱の支出は、地球が周囲に赤外線という形で放射する熱である。気温が高ければ放射熱は多く、低ければ少ない。地球の気温は熱の収入と支出が同じになる温度に落ち着く。

「地球が太陽からもっと遠ければ」

地球が太陽からもっと遠ければ、太陽から届く熱は少なくなるので、地球が放射する熱も少なくなる。したがって、地球の気温も低くなる。気温がどのくらい低くなるのかを知るには、「光や赤外線などの電磁波として物体が周囲に放射するエネルギー量 W [W/m^2] は、物体の表面温度 T [K] の 4 乗に比例する」というシュテファン-ボルツマンの法則 ($W = \sigma T^4$) ^{注1)} を使えばよい。この法則にでてくる温度は日常生活で使われているセ氏温度 [$^{\circ}\text{C}$] ではなく、絶対温度 [K] である。絶対温度 T [K] とセ氏温度 t [$^{\circ}\text{C}$] との関係は $T = t + (\text{ア})$ となる。(中略)

①地球と太陽の距離が 4 倍になれば、太陽から届くエネルギーの密度は、 $\frac{1}{4}$ ではなく、 $\frac{1}{16}$ になる。したがって、地球の放射するエネルギー量も $\frac{1}{16}$ になる。それでは地球の温度はどのくらい低くなるのだろうか。(中略)

「太陽の表面温度は」

金属を加熱するとき、まず赤外線を放射し、次に赤くなり、さらに温度が上がると青白く光る。このように高温の物体は光を放射するが、放射する光の色は温度とともに変化する。(中略)

この定性的な結果を定量的に表した法則が、「物体からもっとも強く放射される電磁波の波長 λ_{max} [m] は表面温度 (絶対温度) T [K] に反比例し、 $\lambda_{\text{max}} \times T = 2.9 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$ である」というウィーンの変位則である。太陽がもっとも強く放射する電磁波は緑色光で、波長は $5 \times 10^{-7} \text{ m}$ なので、太陽の表面温度は (イ) K であることがわかる。(中略)

「地球の表面温度を太陽の表面温度から計算する」

太陽と地球の距離は太陽の半径の 216 倍なので、太陽が表面から放射するエネルギーの密度は、地球に届くと $\frac{1}{(17)^2}$ に減少する。このエネルギーを地球は周囲に放射するのだが、一日には昼と夜があり、斜めに太陽光が入射する高緯度地方の日照量は少ない。地球の表面積 ($4\pi r_E^2[\text{m}^2]$)^{注2)} は太陽から見た地球の面積の ($\pi r_E^2[\text{m}^2]$) の 4 倍なので、地球の表面全体で平均すると、②地球表面が放射するエネルギーは、同じ面積の太陽の表面が放射するエネルギーの $\frac{1}{186000}$ ということになる。 (中略)

近似的な結果を簡単に得ることができるという物理学の有効性を示すために、上の計算では条件を簡単にしすぎた。たとえば、地球大気で太陽からの光の約 30% が反射されるので、そのぶんを熱の収入から減らすと、地球の平均気温の推定値は零下 19℃ になる。

原康夫, 右近修治著『日常の疑問を物理で解き明かす』

サイエンス・アイ新書, 2011 年, 一部改変

注 1) σ : 比例定数

注 2) r_E : 地球の半径

問 1 課題文の (ア) ~ (ウ) に当てはまる数値を答えなさい。(イ) および (ウ) については答えを導く過程も記述しなさい。

問 2 下線部①を参考に、地球と太陽の距離が 4 倍になる前の絶対温度を T_1 、4 倍になった後の絶対温度を T_2 とし、地球と太陽の距離が 4 倍になったときの地球表面の絶対温度は何分の 1 になるか。シュテファン-ボルツマンの法則より答えなさい。

問 3 下線部②から、大気存在を考えない場合、地球の表面温度は何℃と推定されるか、答えなさい。なお、 $\frac{1}{186000} = \left(\frac{1}{20.8}\right)^4$ とする。

問 4 課題文に示されたように、エネルギー収支から求められた地球の平均気温の推定値は -19°C である。ところが、実際の世界の平均気温はおよそ 14°C である。推定値と実際の気温が異なる原因について、地球温暖化が起こる理由を踏まえて 100 字以内で答えなさい。

問 5 家屋の屋根に設置される太陽熱温水器は、太陽光に含まれる赤外線を熱として利用し水を温める装置である。受光面積 2 m^2 の太陽熱温水器が熱効率 100% の能力を持つとした場合、 236 W/m^2 の太陽エネルギーを受光した時に、 0.04 m^3 の風呂に供給する水を 25°C から 42°C に上げるには何分かかかるか、答えなさい。ただし、水の比熱容量は $4.18 \times 10^3\text{ J/kg}\cdot\text{K}$ とし、比重は $1.0 \times 10^3\text{ kg/m}^3$ とする。

II 次の実験について、後の問いに答えなさい。ただし、この実験では空気の抵抗はないものとする。また、計算を必要とする問題では答えを導く過程も記述しなさい。

【実験】

質量 1 kg の小球を手につかみ、5 階の窓から手を出して静かに小球を落としたとき、自由落下する小球の変位 y を 0.1 秒間隔で測定した。その時の結果を表 1 に示す。

表 1 測定結果

t [s]	y [m]
0.0	0.000
0.1	0.049
0.2	0.196
0.3	0.441
0.4	0.784
0.5	1.225

問 1 実験に関する次の問いに答えなさい。

- (1) 小球の 0.1 秒ごとの平均の速度を計算し、解答用紙の表を完成させなさい。
- (2) 小球の平均の速度 v と時間 t の関係を表す図 (v - t グラフ) を作成しなさい。
- (3) この v - t グラフから傾きを求めなさい。また、傾きは何を表しているか答えなさい。
- (4) 小球の質量が 2 kg になったとき、 v - t グラフの傾きはどのように変化するか。また、そのように考えた理由を 25 字以内で書きなさい。
- (5) $t=0.25$ s 後の落下距離を示す部分を、(2) で作成した v - t グラフに図示しなさい。

Ⅲ 課題文を読んで、後の問いに答えなさい。なお、計算を必要とする問題では答えを導く過程も記述しなさい。

課題文

直列接続した R_1, R_2 [Ω] の各抵抗に加わる電圧 V_1, V_2 [V] の和は、電源の電圧 V [V] と等しくなる。また、流れる電流の大きさ I [A] はどこでも等しくなる。並列接続した R_1, R_2 [Ω] の各抵抗に加わる電圧は電源の電圧に等しい。また、各抵抗に分岐して流れる電流 I_1, I_2 [A] の和は、電源からの電流の大きさ I [A] と等しい。 R_1, R_2 [Ω] の2つの抵抗は、これと同じ働きをもつ1つの抵抗 R [Ω] に置き換えることができる。これを合成抵抗という。

問1 直列接続および並列接続の合成抵抗をそれぞれの抵抗から求める式を示しなさい。また、式の導き方を課題文をもとに説明しなさい。ただし、合成抵抗を R [Ω]、それぞれの抵抗を R_1, R_2 [Ω] とする。

問2 図1の回路の抵抗がすべて 10Ω であった場合、この回路の合成抵抗はいくつになるか、課題文およびキルヒホッフの第一法則をもとに、解答用紙の回路図を用いて説明しなさい。

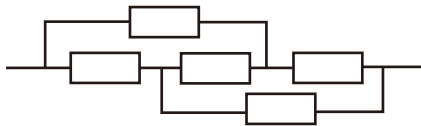


図1 複数の抵抗を接続した回路

IV 次の2つの実験について、後の問いに答えなさい。ただし、音速は一定で、340 m/s であるとする。なお、計算を必要とする問題では答えを導く過程も記述しなさい。

【実験1】
 ストロー笛の実験

① 太さが1 cm くらいの太いストローを8本用意し異なる長さに切りましょう。
 ② 底を指でふさいで（閉管）、下唇の少し下あたりに当てて斜めに息を吹くとよく鳴ります。その時の音階と振動数の関係は表2のようになりました。

表2 音階と振動数

音階	ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ	ド
振動数 [Hz]	264	297	330	352	396	440	495	528

【実験2】
 気柱共鳴の実験

音階(周波数)の分からない音が鳴っていたとき、どうすれば音の音階(周波数)を決定できるでしょうか。もちろん絶対音感がある人は別ですが、そうでない人には気柱共鳴の実験器具を紹介します。

(中略)

気柱共鳴装置の管口からある振動数の音を入ると共鳴します。共鳴は、管口から距離 L_1 , L_2 , L_3 で生じました。

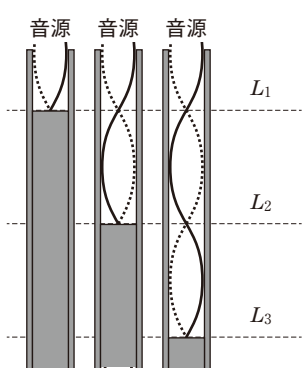


図2 閉管の共鳴

表3 測定結果

L_1	L_2	L_3
15.0 cm	48.0 cm	81.0 cm

川村康文著『理論がわかる 光と音と波の手づくり実験』オーム社、2013年、一部改変

問 1 実験 1 の表 2 のソの音の振動数を出す笛の長さは何 cm になるか、実験 2 も参考にして求めなさい。ただし、この振動は基本振動とし、ストローの唇を当てた位置に振動の腹が来るものとする。

問 2 実験 1 の笛の長さを短く切り 8.0 cm にしたとき、共鳴の振動数はいくらになるか、答えなさい。

問 3 実験 2 の測定結果は表 3 のようになった。この音の波長を答えなさい。

問 4 問 3 の音の振動数はいくらか、答えなさい。

このページは白紙です。

このページは白紙です。

化 学

(化学基礎・化学)

(注意事項)

計算に必要な場合は、次の値を用いなさい。

原子量

H = 1.00, C = 12.0, O = 16.0, Cl = 35.5, Mg = 24.0,

K = 39.0, Ca = 40.0

I 課題文を読んで、後の問いに答えなさい。

課題文

食品成分の中でも「水」は、ほぼすべての食品に存在し、かつ多量に含まれているため、①私たちがもっともよく“食べている”分子であるといえるでしょう。

野菜や果物には水分が80%以上含まれ、肉や魚も70～80%が水からできています。野菜では5%、肉・魚では3%の水分が失われると、その鮮度や品質が維持できなくなるといわれています。食べものの構造は水によって保たれ、水の損失によって組織が崩壊します。②水は、食品のかたさ、粘性、流動性などのテクスチャー^{注)}に重要な役割を演じているだけでなく、味や香り、色の変化、食品中で起こる様々な化学反応や酵素反応、保存・安全性などにも大きく関与しています。

さらに、ものを溶かす溶媒として、ほかの食品分子の性質にも影響を与えています。とくに③水によく溶けるカルシウム、マグネシウムなどのミネラル成分は、水の硬度を決め、ビールや日本酒造りの際、その品質に関係します。ほかにも、水の硬度は、だしの出方、炊飯、肉や魚を煮たときのアクの出方などにも影響するため、料理人は、水選びにはきわめて気を使います。

化学的に「水分子」は、一個の酸素原子Oと二個の水素原子Hが約105度の角度で、H-O-HのV字構造をしています。酸素側は負の電荷に、水素側は正の電荷に帯電しています。④正に帯電した水素原子は、ほかの水分子の負に帯電した酸素原子と「水素結合」を形成します。この水分子の水素結合が、料理に大きな影響を及ぼすのです。

石川伸一著『料理と科学のおいしい出会い 分子調理が食の常識を変える』

化学同人、2021年、一部改変

注) テクスチャー：歯ざわり・口ざわり

問1 下線部①について、なぜ、水分子は「私たちがもっともよく“食べている”分子であるといえる」のか。その根拠を“食べもの”を構成する主要な成分である「アミノ酸」と比較して240字以内で説明しなさい。なお、「食べる」とは、対象物を口に入れることとする。

問 2 下線部②について、食材を煮込むと、水と食材との相互作用が増大し、その煮汁の粘性や流動性も増大する。このような異なる分子間の相互作用の強さを決める要因の一つに、分子における結合の極性が影響する。今、煮込んでいる食材が、アミノ酸 ($\text{NH}_2\text{-CR(H)-COOH}$ 、ただし R- は非極性の置換基)、ブドウ糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)、及び塩 (NaCl) の水溶液であるとき、水との相互作用が最も弱い組み合わせは次のどれか。①～⑥の中から適切な組み合わせを一つ選び、番号で答えなさい。また、その理由を 180 字以内で答えなさい。なお、表 1 の電気陰性度の数値を必要に応じて利用しなさい。電気陰性度の数値は、1 字として記述すること。

[選択肢]

- ① アミノ酸のアミノ基の H と水
- ② アミノ酸のカルボキシ基の H と水
- ③ ブドウ糖の炭化水素 (C-H) の H と水
- ④ ブドウ糖のヒドロキシ基の H と水
- ⑤ Na^+ と水
- ⑥ Cl^- と水

表 1 電気陰性度

H 2.2						
Li 1.0	Be 1.6	B 2.0	C 2.6	N 3.0	O 3.4	F 4.0
Na 0.9	Mg 1.3	Al 1.6	Si 1.9	P 2.2	S 2.6	Cl 3.2

問3 下線部③について、特に、マグネシウムは、海水から食塩を製造する際の副生成物であり、塩化マグネシウム (MgCl_2) として得られる。その結晶は六水和物として存在し、にがり (豆腐を製造する際の凝固剤) の主成分のひとつである。この塩化マグネシウム六水和物 (式量 203.0 とする) は、 20°C の水 100 g に最大で何 g 溶けるか。途中の計算式も示し、答えは四捨五入し有効数字 3 桁で答えなさい。ただし、塩化マグネシウム (式量 95.0 とする) の溶解度は 20°C の水 100 g に 55.0 g 溶けるものとする。

問4 下線部④について、1,013.25 hPa (1 気圧) 下、水素結合が十分に働いていても、 100°C 以下の温度で液体の水が水蒸気になることが知られている。この現象を最も適切に示す用語を、番号で答えなさい。

[選択肢] ① 蒸発 ② 沸騰 ③ 昇華 ④ 蒸留

II 課題文を読んで、後の問いに答えなさい。

課題文

【実験 1】

油から石けんを作る

「油脂」を「水酸化ナトリウム」と煮ると、加水分解により「グリセリン」と「脂肪酸」の「ナトリウム塩」を生成する。食塩水を加えると、「脂肪酸」の「ナトリウム塩」が固形物として分離してくるので、これを固めて石けんにする。

[手順]

- [1] 300 mL ビーカーに、牛脂 50 g、水 20 g、水酸化ナトリウム 10 g を混ぜ合わせ、沸騰石を数個加え、15 分間静かに沸騰させる。
- [2] 飽和食塩水 100 mL をビーカーに注ぎ込んで、ガラス棒でかき混ぜる。
- [3] 分離してきた石けん成分をろ過する。さらに、ろ紙上の成分に残りの飽和食塩水 100 mL を注ぎ込んで洗う。仕上げに大量の水で洗い流し、pH 試験紙により、ろ過された水の pH を確認する。
- [4] ろ紙上の成分を葉さじでかき集め、適当な型（容器）に押し込み、固めてから取り出す。
- [5] ①石けんの一部を水に溶解させ、少量の石灰水を加えて様子を観察する。

[解説]

* 石けんは脂肪酸のアルカリ塩

石けんは油脂（「グリセリン」と「脂肪酸のエステル」）にアルカリを反応させて、加水分解により得られる脂肪酸のアルカリ塩である。この加水分解の作業を「けん化」と呼び、②特に 1 g の油脂を「けん化」するのに必要なアルカリ（水酸化カリウム、式量 56.0）の質量 [mg] を「けん化価」という。

【実験 2】

アセチレンガスに点火する

③「カルシウムカーバイド」(炭化カルシウム)を水と反応させると、可燃性気体のアセチレンが生成してくる。試験管に捕集して点火すると、たいまつのように燃え続ける。

[手順]

[1] 試験管に水 5 mL 程度を入れ、試験管立てに立てておく。

[2] カルシウムカーバイド小片をアルミホイルで包み、小さな穴を開け一部を露出させる。それを水の入った試験管に入れる。

[3] 発生してきた気体に点火する。

[4] ④濡れぞうきんなどを炎に被せて消火したのち、「フェノールフタレイン指示薬」を 1 滴加える。

[解説]

*アセチレンは可燃性ガス

「アセチレン」はほとんど水に溶けないので、捕集して体積を計測することもできる。発生してきたガスに点火すると、試験管上で炎を出して燃えるが、ガスの発生が弱くなるまで、そのままたいまつのように燃え続ける。

*三重結合をもつ炭化水素「アルキン」

アセチレンは、炭素数 2 の炭化水素で、三重結合をもつアルキンである。完全燃焼させると 3,000℃ を超える高温となるので、金属加工・溶接などに利用されている。⑤また、炭素間三重結合をもつため反応性が高く、付加反応をもとに実にさまざまな物質の合成原料となる。

【実験 3】

天然ゴム液からボールを作る

天然ゴム液で知られる「ラテックスゴム液」は、「親水コロイド」として安定して溶液中に存在しているが、酢酸を加えると塩析してゲル化する。得られたものは、その「ポリイソプレン構造」により弾力をもっている。

[手順]

[1] プラカップに 0.1 mol/L 酢酸水溶液 100 mL をとる。

- [2] 試験管にラテックスゴム液 10 mL を計り取り，直接酢酸水溶液に注ぎ込む。
- [3] 割りばしでかきまぜ，からめ取って，流しで水にさらす。酢酸を洗い流しながら手のひらで丸めてボール状にする。

[解説]

* ゴムの伸び縮みは分子構造による

ゴムの木から得た樹液には，高分子化合物であるゴムの分子がコロイド状に分散している。これに，電解質や酸などを加えると，ゲル化して，軟らかい固体の生ゴムが得られる。⑥天然ゴムの分子は，「イソプレン」が重合して，両端で長くつながった「ポリイソプレン」の構造をしている。化合物の骨格の一部に二重結合があり，原子の並び方にアソビ（回転や歪み）があるため，伸び縮みしやすいものと考えられる。

山田暢司著『高校教師が教える化学実験室 改訂版』

株式会社工学社，2016 年，一部改変

- 問 1 下線部①のように，石けんを水に溶解させて，少量の石灰水を加えると，どのような反応が起きるか，50 字以内で答えなさい。
- 問 2 下線部②「けん化価」について，リノレン酸 ($C_{17}H_{29}COOH$) とグリセリンからなる油脂の「けん化価」を求めなさい。なお，計算の過程も示すこと。
- 問 3 下線部③に示した炭化カルシウムと水の反応について化学反応式を示しなさい。
- 問 4 下線部③の反応によって生じる試験管内の溶液の液性変化と，下線部④のフェノールフタレイン指示薬の滴下による溶液の色の変化について，100 字以内で説明しなさい。

問5 下線部⑤のように、アセチレンは図1のようなさまざまな付加反応を示す。図1の(ア)、(イ)に当てはまる物質名および構造式、(ウ)に当てはまる構造式を後に示す「それぞれの物質の特徴」も参考にして答えなさい。

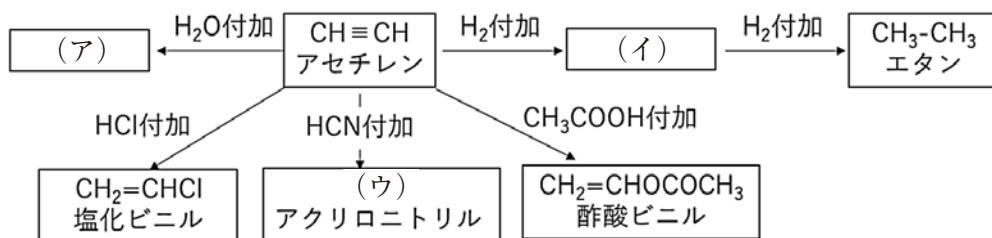


図1 アセチレンの付加反応

「それぞれの物質の特徴」

- (ア) 硫酸水銀(Ⅱ)などを触媒として水を付加させ、不安定なビニルアルコールを経て生成される物質である。この物質は、エタノールを硫酸酸性のニクロム酸カリウム水溶液に加えて加熱して、蒸留しても得られる。
- (イ) かすかに甘いにおいのある無色の気体である。アセチレン1分子に白金やニッケルを触媒として水素1分子を付加すると生じる。水素2分子の付加では、エタンが生じる。エタノールと濃硫酸の混合物を160～170℃に加熱しても発生する。
- (ウ) アセチレンに触媒を用いて反応させると、塩化水素の付加で塩化ビニル、シアン化水素の付加でアクリロニトリル、酢酸付加で酢酸ビニルが生じる。これらはいずれもビニル基をもち、付加重合して高分子化合物を生じる物質である。

問 6 下線部⑥のように、天然ゴムは図 2 のようなポリイソプレンからなっており、長時間の使用によって劣化し弾性を失う。その理由を 100 字以内で説明しなさい。説明にあたっては、ポリイソプレンの構造に触れること。

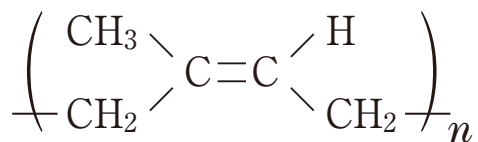


図 2 ポリイソプレン

このページは白紙です。

生 物
(生物基礎・生物)

I 課題文を読んで、後の問いに答えなさい。

課題文

脊椎動物では、からだの内部の細胞は直接外界と接することはなく、体液に囲まれている。この環境を内部環境とよび、①生体には外界の変化に応じて内部環境を一定に維持しようとするはたらきがある。

②体液は、③体内を循環して内部環境を一定に保つはたらきがある。このことから、多くの動物種では、これを循環させる心臓や血管といった循環系をもっている。

④自律神経系も重要なはたらきをもち、これらが同調・連動することにより内部環境が一定に保たれている。

問 1 下線部①の内部環境を一定に保つ性質のことを何というか、答えなさい。

問 2 下線部②について、体液のはたらきの一つに生体防御がある。県大一郎さんは、マウスを用いて生体防御に関する次の実験を行った。実験 1～4 に関する (1) と (2) の問いに答えなさい。

【実験 1】 大人（6 週齢）の系統 A に系統 A の皮膚を移植すると定着した。

【実験 2】 大人の系統 B に系統 A の皮膚を移植すると脱落した。

【実験 3】 胎児期の系統 B に系統 A の皮膚を移植すると定着した。

【実験 4】 実験 3 で系統 A の皮膚を胎児期に移植した系統 B のマウスを 6 週齢まで飼育した。その後、系統 A の皮膚を移植すると定着したが、系統 B の皮膚を移植すると脱落した。この系統 B のマウスの胸腺を調べると、系統 A の T 細胞のみが認められた。

(1) 実験 1 および 2 において、移植された皮膚の脱落に関与したと考えられる免疫機構を答えなさい。

(2) 実験 4 において、系統 B のマウスではなぜ系統 B の皮膚が脱落し、系統 A の皮膚を移植しても脱落しなかったのか。その理由を以下の用語を全て用いて、80 字以内で答えなさい。

胸腺, 非自己, 自己, 未熟, 免疫寛容

問 3 下線部③について、哺乳類の循環にとって最も重要な器官は心臓である。図 1 はヒトの心臓を正面から模式的に示したものである。全身から心臓に戻ってきた血液が、肺循環を経て再び全身へ送り出されるまでに通過する部位を大静脈から順番に A ~ H の記号で答えなさい。

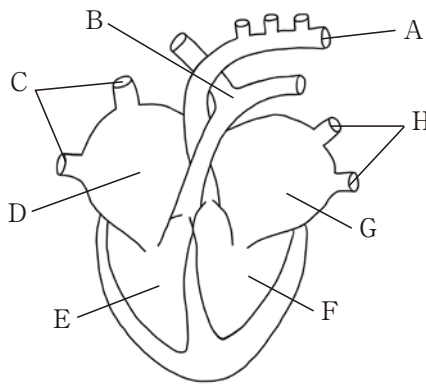


図 1 ヒトの心臓の模式図

問 4 下線部④について，自律神経系と心臓の関係を調べる実験 5 を行った。次の文章を読んで，後の問いに答えなさい。

【実験 5】

図 2 のように，カエルの心臓を 2 つ取り出し，それぞれチューブで繋いだ。繋いだチューブに左から右へリンガー液を送るとともに，心臓 1 の交感神経を電気刺激した。

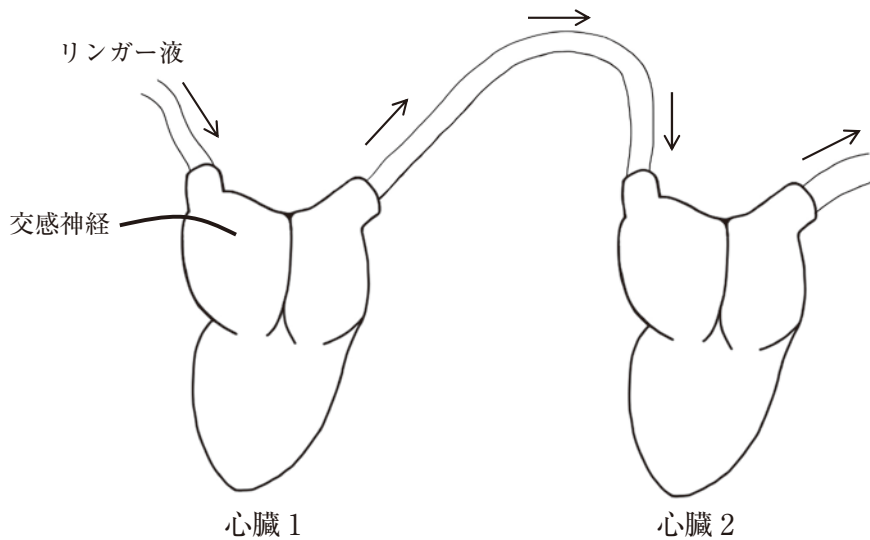


図 2 カエルの心臓 1 および心臓 2 とチューブによる接続実験

心臓 1 の交感神経を刺激すると，心臓 2 はどのようなになるか。理由を含めて 60 字以内で答えなさい。

II 課題文 1, 2 を読んで、後の問いに答えなさい。

課題文 1

これまでに観賞植物で行なわれた実験で、雑種は、一般に両親となる種の間での厳密な中間型とはならないことが示されていた。葉の形や大きさ、植物体の一部に生ずる毛などのように比較的目につきやすい形質では、たいていの場合、中間型をとることが明らかになっていた。これに対して、その他の場合では、両親の形質の一方が大きく優位を示し、他方の形質を雑種に見出すのが困難か、まったく不可能なほどである。

エンドウ属の雑種でも、状況はまさにそのとおりであった。雑種の形質 7 つのすべてが、両親の形質の一方に完全に似ていて、もう一方の親の形質がまったく観察されないほどか、あるいはたいへんよく似ているために、雑種とその親を明確に識別できないほどであった。この事実は子孫に出現する雑種の型の決定と分類整理にたいへん重要である。以後の話では、両親の形質のうち、全然またはほとんど変わらずに雑種に移行し、それ自体雑種の形質を代表する方を優性 (dominant), また雑種になると隠れてしまう形質を、劣性 (recessive) と呼ぶことにする。“recessive” という表現が選ばれた理由は、その名で呼ばれる形質が雑種で後退するまたはまったく消滅するけれども、後に示されるように、変わらずに、その子孫にふたたび現れてくるからである。

(中略)

雑種の子孫が第一代目^{注)} (F_2), 第二代目 (F_3) で展開し、分離する比は、おそらくそれ以後のすべての代にもあてはまる。第一実験と第二実験は今すでに 6 代、第三実験と第七実験は 5 代、第四実験、第五実験、第六実験は 4 代にわたって続けて行なわれた。三代目からはより少数の植物で実験を行なったが何ら差異は認められなかった。雑種の子孫はすべての代で 2:1:1 の比で雑種型と不変型に分離した。

① A を 1 つの不変の形質の 1 つ、たとえば優性形質、a は劣性形質、Aa は両親形質が組合わされた雑種を表わすとすると、2 つの対立形質の雑種の子孫に対して次の展開式が得られる。

$$AA + 2Aa + aa$$

グレゴール J.メンデル著 岩槻邦男・須原準平訳『雑种植物の研究』
岩波文庫，1999年，一部改変

注) メンデルのいう第一代目は，現在では第二代目 (F_2) に当たる。

課題文 2

著作権保護の観点により，現在公表できません。

著作権保護の観点により，現在公表できません。

川上正也著『遺伝子についての 50 の基礎知識 分子遺伝学への招待』

講談社ブルーバックス，1982 年，一部改変

問 1 課題文 1 について，(1)～(5)の問いに答えなさい。

- (1) 下線部①について，親(P)の遺伝子型 AA と aa とを交配した場合の，それぞれの配偶子および F_1 の遺伝子型と F_1 の表現型を答えなさい。
- (2) (1)の F_1 を自家受精し， F_2 ， F_3 …と自家受精を繰り返した場合に期待される遺伝子型の分離比について，計算過程を示しながら，解答用紙にある表を完成させなさい。また， F_n における表現型の分離比 ($A:a$) を答えなさい。
- (3) 独立した 2 遺伝子を有する個体間での交配を考える。P の遺伝子型 $AABB$ と $aabb$ とを交配した。P の配偶子および F_1 の遺伝子型と F_1 の表現型を答えなさい。
- (4) (3)について， F_1 を自家受精した場合の F_2 の表現型の分離比を答えなさい。解答へ至る過程も示しなさい。

- (5) 親の配偶子の組み合わせを調べる方法の名称を答えるとともにその方法について説明しなさい。

問 2 課題文 2 および図 3 の「色素合成酵素を制御する遺伝子」に関する (1)～(6) の問いに答えなさい。

- (1) 文中の (ア) ～ (ウ) に入る語句を答えなさい。
- (2) 父親の酵素の構造遺伝子に変異が入り、白色となった生物と、正常な淡黄色の母親との間に子どもが生まれると子どもの色は何色か、答えなさい。また、なぜそのような結果になるか、理由を説明しなさい。
- (3) 抑制因子を作る遺伝子に変異がおきて、この生物は濃黄色となった。濃黄色の親と正常な淡黄色の親との間に生まれた子どもの色を答えなさい。また、なぜそのような結果になるか、理由を説明しなさい。
- (4) (3) の濃黄色を支配する遺伝子は淡黄色を支配する遺伝子に対して優性か劣性かを答えなさい。
- (5) 抑制因子が結合する場所 (P_2) に変異がおき、機能しなくなった場合、その生物は何色になるか、答えなさい。また、この親と正常な淡黄色の親との間に生まれた子どもの色を答えなさい。
- (6) 活性化因子の遺伝子または活性化因子結合部 (P_1) に変異がおき、機能しなくなった場合、この親は何色になるか、答えなさい。また、この親と正常な淡黄色の親との間に生まれた子どもの色を答えなさい。

