

理 科

<問題冊子>

令和5年度大学入学者選抜
(一般選抜 B 日程)

B 日程 受験番号	B
--------------	---

注意

1. 試験開始まで開かないこと。
2. 問題冊子は表紙を含めて15枚。
(「物理基礎・物理」4枚、「化学基礎・化学」5枚、「生物基礎・生物」5枚)
3. 「物理基礎・物理」、「化学基礎・化学」、「生物基礎・生物」から
1科目選択すること。**2科目以上選択した場合は、全答案を無効とする。**
4. 受験番号を表紙に記入すること。
なお、大学入学共通テスト利用選抜2期と併願の受験生は、一般選抜
B日程の受験番号を記入すること。
5. 解答はすべて解答用紙の指定された場所に記入すること。
6. 問題冊子は切り離さないこと。
7. **問題冊子は持ち帰ること。**
8. 定規、コンパス、分度器等の使用は認めない。

一般選抜B日程 問題用紙 <物理> (4-1)

1 以下の文を読み、下記の問に答えなさい。

図1のように、滑らかに回転できる定滑車P、Qと動滑車R、S、Tを用いた装置がある。糸1、糸2、糸3は一端が天井に固定されており、もう一端は質量 m の物体A、定滑車P、定滑車Qにそれぞれ結び付けられている。糸4は定滑車Qを通して動滑車SとTにつながれている。また、動滑車R、Tにはそれぞれ物体B、物体Cが糸で結ばれており、すべての物体および滑車が静止している。重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗および滑車と糸の質量は無視できるものとする。

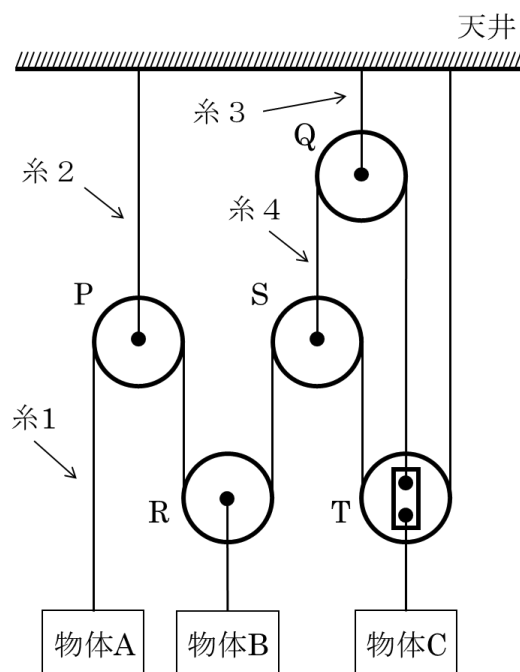


図1

問1 物体Aにつながれた糸1が天井を引く力の大きさを求めなさい。

問2 物体Bの質量を求めなさい。

問3 動滑車SとTをつなぐ糸4の一端にかかる張力の大きさを求めなさい。

問4 物体Cの質量を求めなさい。

問5 最も大きな力で天井を引く糸は糸1、糸2、糸3のうちどれか。1つ選び答えなさい。

次に、物体Aにおもりを取り付けたところ、物体Aが加速度 a_A で動き出した。

問6 物体Bおよび物体Cの加速度の大きさをそれぞれ求めなさい。

一般選抜B日程 問題用紙 <物理> (4-2)

2 以下の文を読み、下記の問に答えなさい。

図1のように、コンデンサー C_1 、 C_2 、スイッチ S 、電圧 V の電池で構成された回路がある。コンデンサーは、一辺の長さ a の正方形の金属板を極板とした間隔 d の平行板コンデンサーである。また、コンデンサーの極板間は真空であり、真空の誘電率を ϵ_0 とする。

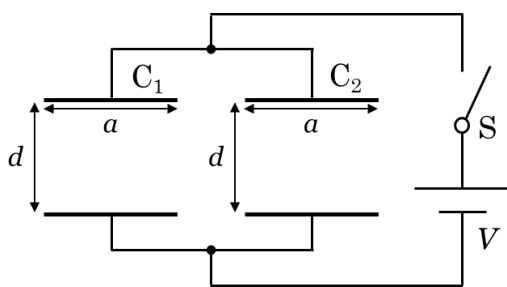


図1

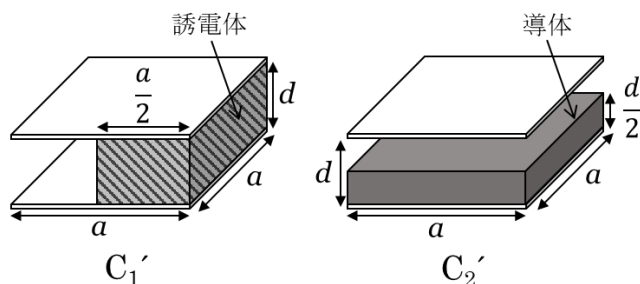


図2

スイッチ S を閉じ、十分に時間が経過した。

問1 C_1 の電気容量を求めなさい。

問2 C_1 と C_2 の合成容量を求めなさい。

問3 C_1 と C_2 が蓄える静電エネルギーの和を求めなさい。

次に、スイッチ S を開け、図2のように、コンデンサー C_1 に比誘電率 ϵ_1 の誘電体(幅 $\frac{a}{2}$ 、奥行き a 、厚さ d)、 C_2 に導体(幅 a 、奥行き a 、厚さ $\frac{d}{2}$)を挿入した。挿入後のコンデンサーをそれぞれ C_1' 、 C_2' とする。

問4 C_1' および C_2' の電気容量をそれぞれ求めなさい。

問5 C_1' と C_2' の合成容量を求めなさい。

問6 C_1' と C_2' が蓄える静電エネルギーの和を求めなさい。

一般選抜B日程 問題用紙 <物理> (4-3)

3 以下の文を読み、下記の問に答えなさい。

図1のように、水中の深さ h の位置に光源を置いたところ、空気中からは光源が深さ h' の位置にあるように見えた。光源から発せられた光の水面への入射角が θ であったときの屈折角を θ' とする。また、空気に対する水の相対屈折率を n ($1 < n$) とする。

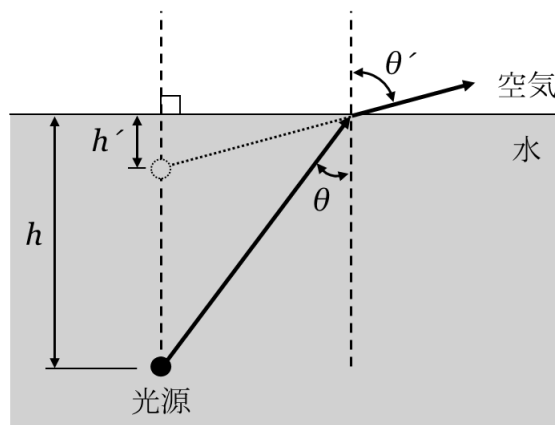


図1

問1 空気に対する水の相対屈折率 n を求めなさい。

問2 光源の見かけの深さ h' を求めなさい。

問3 θ が十分に小さいとき $\tan\theta = \sin\theta$ の近似式が成り立つことを用いて、 θ および θ' が十分に小さい時の見かけの深さ h' を n および h を用いて表しなさい。

次に、半径 r の不透明な薄い円板を、その中心が光源の真上にくるように水面においた。

問4 光源からの光が空気中に進まない r の最小値を n および h を用いて表しなさい。

問5 以下の (ア) ~ (オ) の文の中から誤っているものをすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) 水中から空気中へ進む光の入射角が 0° のとき、光はすべて反射される。
- (イ) 空気中から水中へ進む光の入射角が 0° のとき、光はすべて反射される。
- (ウ) 水中から空気中へ進む光の入射角をある角度より大きくすると、光はすべて反射される。
- (エ) 空気中から水中へ進む光の入射角をある角度より大きくすると、光はすべて反射される。
- (オ) 水中から空気中へ進む光の屈折角が 90° になったとき、光は反射も屈折もしない。

一般選抜B日程 問題用紙 <物理> (4-4)

4

以下の文を読み、下記の問に有効数字2桁で答えなさい。

図1のように、温度 300 K 、質量 100 g の水が入った電力（仕事率） 1000 W のヒーター付き断熱容器がある。水の比熱を $4.2\text{ J/g}\cdot\text{K}$ 、氷の比熱を $2.1\text{ J/g}\cdot\text{K}$ 、氷の融解熱を 330 J/g 、氷の融点を 273 K 、鉄の比熱を $0.44\text{ J/g}\cdot\text{K}$ とする。また、ヒーターおよび断熱容器の熱容量は無視できるものとする。

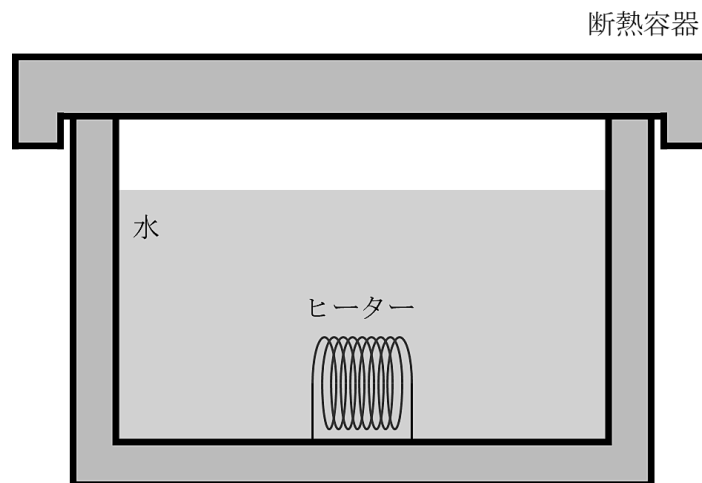


図1

問1 断熱容器内の水の熱容量 $[\text{J/K}]$ を求めなさい。

次に、温度 350 K 、質量 200 g の鉄球を入れた。しばらくすると、容器内が温度 $T_1[\text{K}]$ で一定になった。

問2 温度 $T_1[\text{K}]$ を求めなさい。

問3 この容器内の温度を 380 K にするのに必要な熱量 $Q_1[\text{J}]$ を求めなさい。

問4 ヒーターで容器内を加熱した時、容器内に熱量 $Q_1[\text{J}]$ が加えられるまでの時間 $[\text{s}]$ を求めなさい。

さらに、 380 K で熱平衡に達している容器内に 263 K の氷 100 g を入れた。しばらくすると氷が溶けて、容器内が温度 $T_2[\text{K}]$ ($273 < T_2$) で一定となった。

問5 263 K の氷 100 g を 283 K まで温めるのに必要な熱量 $[\text{J}]$ を求めなさい。

問6 温度 $T_2[\text{K}]$ を求めなさい。

一般選抜 B 日程 問題用紙 <化学> (5-1)

1

下記の問に答えなさい。ただし、原子量は $H=1.0$ 、 $C=12$ 、 $O=16$ とし、アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ とする。また、標準状態での気体 1 mol の体積を 22.4 L とし、解答の数値は有効数字 2 桁で答えなさい。

(1) 以下の (a) ~ (d) の原子から生じる安定なイオンの名称およびイオン式を記しなさい。

(a) F

(b) S

(c) Ca

(d) Al

(2) 以下の下線の原子の酸化数が最も大きい物質を (e) ~ (i) から 1 つ選び、記号を記しなさい。

(e) SO₂

(f) H₂O₂

(g) HNO₃

(h) KMnO₄

(i) K₂Cr₂O₇

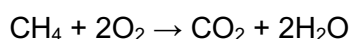
(3) ビーカーに 180 g の水が入っている。

問 1 水 180 g の物質量 $[\text{mol}]$ を求めなさい。

問 2 水 180 g に含まれる水分子の個数を求めなさい。

問 3 水分子 1 個の質量 $[\text{g}]$ を求めなさい。

(4) 空気中でメタン 8.0 g を完全燃焼させると、以下のように反応して二酸化炭素と水が生成した。



問 1 燃焼したメタンの分子の個数を求めなさい。

問 2 反応によって消費された酸素の標準状態での体積 $[\text{L}]$ を求めなさい。

問 3 生成した二酸化炭素の物質量 $[\text{mol}]$ を求めなさい。

問 4 生成した二酸化炭素の質量 $[\text{g}]$ を求めなさい。

一般選抜B日程 問題用紙 <化学> (5-2)

(5) 以下の水溶液の pH に関する記述のうち、正しいものを (j) ~ (n) から 1 つ選び、記号を記しなさい。ただし、水溶液の温度は 25℃ で一定とする。

- (j) 酸性が強いほど pH は大きくなる。
- (k) pH=6 の塩酸を水で 100 倍に薄めると、pH=8 になる。
- (l) 同じモル濃度の塩酸と硫酸の pH を比較すると、硫酸の pH の方が大きい。
- (m) pH=11 の水酸化ナトリウム水溶液を水で 100 倍に薄めると、pH=13 になる。
- (n) 同じモル濃度のアンモニア水と水酸化ナトリウム水溶液の pH を比較すると、アンモニア水の pH の方が小さい。

一般選抜B日程 問題用紙 <化学> (5-3)

2

以下の文を読み、下記の問に答えなさい。

金属原子の（ア）は、特定の原子に固定されずに金属全体を自由に移動することができる。このような（ア）を（イ）という。（イ）による金属原子どうしの結合を（ウ）結合という。金属には、電気や熱をよく導く性質や、①薄く広げられる性質、②引き延ばされる性質などの特徴的な性質がある。また、金属を他の金属と混合すると、③単体では得られない優れた特性をもつ混合物である（エ）をつくることができる。

- (1) 文中の（ア）～（エ）に入る最も適切な語句を答えなさい。
- (2) 下線部①と②の性質の名称をそれぞれ記しなさい。
- (3) 下線部③について、ジュラルミン、ステンレス鋼、はんだ（無鉛）、黄銅（真ちゅう）の特徴を（a）～（d）からそれぞれ1つずつ選び、記号を記しなさい。
- (a) 融点が低く、金属の接合に使われる。
 - (b) 加工しやすいので、楽器などに使われる。
 - (c) 腐食しにくいため、食器などに使われる。
 - (d) 軽くて強度が大きいので、航空機の機体などに使われる。
- (4) 金属 A～E はそれぞれ、亜鉛、金、銅、ナトリウム、マグネシウムのいずれかであり、以下の（e）～（i）の特徴を示す。A～E にあてはまる金属をそれぞれ1つずつ選び、元素記号を記しなさい。
- (e) 金属 A の単体は赤色の金属光沢をもつ。
 - (f) 金属 B の単体は黄色の金属光沢をもつ。
 - (g) 金属 C の単体は常温で水と激しく反応して水素を発生する。
 - (h) 金属 D の単体は強酸、強塩基の水溶液と反応して水素を発生する。
 - (i) 金属 E の単体を空気中で加熱すると、激しく燃焼して酸化物となる。

一般選抜B日程 問題用紙 <化学> (5-4)

3

以下の文を読み、下記の問に答えなさい。ただし、原子量は $H=1.0$ 、 $C=12$ 、 $O=16$ とする。

元素分析は、有機化合物を構成する元素の種類や割合を決定する分析手法である。図1は元素分析を行うための実験装置の模式図である。炭素・水素・酸素のみでできた有機化合物の元素分析は次のように行う。

まず、試料を一定量正確に量り取る。次に、①燃焼皿に入れた試料を乾燥した酸素を通じながら加熱し、試料を完全燃焼させる。②発生した水は塩化カルシウムに、二酸化炭素はソーダ石灰にそれぞれ吸収させる。生じた水の質量から (ア) の質量が、二酸化炭素の質量から (イ) の質量が、さらに試料と (ア)、(イ) の質量差から (ウ) の質量が求められる。求めた各元素の質量を、それぞれの原子のモル質量で割ると、各原子の数の比が求められる。

③この装置を使って炭素・水素・酸素のみからなる有機化合物の試料 30 mg を完全燃焼させたと、二酸化炭素 66 mg、水 36 mg を生じた。また、分子量測定をしたところ、この有機化合物の分子量は 60 であった。

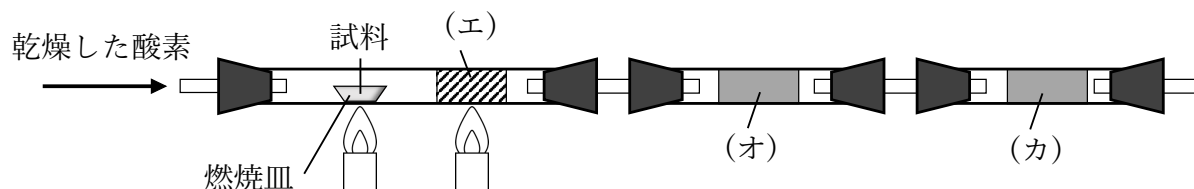


図1

- (1) 文中の (ア) ~ (ウ) にあてはまる元素記号を記しなさい。
- (2) 下線部①の操作を行うために、図1中の (エ) には試料を完全燃焼させるための酸化剤を用いる。(エ) に該当する最も適切な物質を以下の (a) ~ (e) から1つ選び、記号を記しなさい。
- | | | |
|-------------|--------------|-------------|
| (a) 塩化ナトリウム | (b) 酸化銅 (II) | (c) 炭酸カルシウム |
| (d) 鉄 | (e) 白金 | |

一般選抜 B 日程 問題用紙 <化学> (5 - 5)

- (3) 下線部②の操作として、図 1 中の (オ)、(カ) にはそれぞれ塩化カルシウムとソーダ石灰のいずれを詰めればよいか記しなさい。
- (4) 下線部③の結果から、この有機化合物の組成式を記しなさい。
- (5) この有機化合物の分子式を記しなさい。
- (6) この有機化合物には異性体は何種類存在するか記しなさい。

一般選抜B日程 問題用紙 <生物> (5-1)

1 以下の文を読み、下記の問に答えなさい。

生物の基本的な単位である細胞のうち、細胞内に核膜で境界された核をもつものを（ア）細胞とよび、動物細胞や植物細胞はこれに該当する。両者の細胞には細胞内で特定のはたらきをもつ（イ）とよばれるさまざまな構造体が存在する。これらの構造体の中で、細胞内でのタンパク質の合成の場となるのは（ウ）、タンパク質をはじめさまざまな物質を分解する酵素を含むのは（エ）である。

細胞質基質には細胞骨格とよばれる繊維状構造が張りめぐらされている。細胞質基質には原形質流動とよばれる流動性がみられる。植物の葉を顕微鏡で観察すると、葉緑体が一定の方向に動いていることを観察できる。

問1 文中の（ア）～（エ）に適切な語句を記しなさい。

問2 植物細胞において、葉緑体とミトコンドリアではどちらが大きいか。大きい方の名称を記しなさい。

問3 葉緑体のもつ光合成色素のうち、ペーパークロマトグラフィーでRf値が大きく、橙色～赤色に見えるのは何か。

問4 細胞骨格を構成する物質はどれか。(a)～(e)より1つ選び、記号を記しなさい。

- (a) 核酸
- (b) リン脂質
- (c) タンパク質
- (d) セルロース
- (e) リン酸カルシウム

問5 次の(a)～(c)の細胞骨格を直径の大きい順に並べなさい。

- (a) 中間径フィラメント
- (b) アクチンフィラメント
- (c) 微小管

問6 下線部の原形質流動の速度を求めるため、ある植物細胞の葉緑体を400倍で観察した。5秒間の観察で葉緑体が接眼マイクロメータの16目盛り分移動していた。ただし、この接眼マイクロメータの目盛りは100倍の観察条件で1目盛りが5 μm である。実験結果より、原形質流動の速度は何 μm /秒か。数字を記入しなさい。

一般選抜B日程 問題用紙 <生物> (5-2)

2 以下の文を読み、下記の問に答えなさい。

大腸菌など（ア）の多くは、動物と同じく従属栄養生物である。しかし中には、窒素同化や（イ）同化を行うことができるものがある。（ウ）生物である（ア）は光合成の場となる細胞小器官をもたないが、光合成を行うものがある。紅色硫黄細菌や緑色硫黄細菌は、その代表例である。

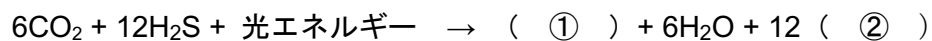
紅色硫黄細菌や緑色硫黄細菌はクロロフィルとは少し構造の異なる光合成色素を持つのに対し、シアノバクテリアは光化学系ⅠとⅡの両方を用い、（エ）とよく似た光合成を行う。これらの光合成（ア）は、排水処理などの環境改善に応用されている。

問1 文中の（ア）～（エ）に適切な語句を以下の(a)～(h)から1つ選び、記号を記しなさい。

- (a) 真核 (b) 原核 (c) 炭酸 (d) 乳酸
(e) ウイルス (f) 細菌 (g) 動物 (h) 植物

問2 紅色硫黄細菌や緑色硫黄細菌の代表的な生息場所はどこか。その名称を記しなさい。

問3 以下に示す紅色硫黄細菌や緑色硫黄細菌の光合成の化学反応式の空欄（①）と（②）に適する物質は何か。その化学式を記しなさい。



問4 シアノバクテリアの光合成色素を何とよぶか。その名称を記しなさい。

問5 シアノバクテリアの光合成において、紅色硫黄細菌や緑色硫黄細菌が利用する H_2S の代わりに用いられる化学物質は何か。その名称を記しなさい。

問6 シアノバクテリアが真核生物と共生してできたと考えられている細胞小器官は何か。その名称を記しなさい。

一般選抜 B 日程 問題用紙 <生物> (5-3)

3 以下の文を読み、下記の問に答えなさい。

DNA の遺伝情報からタンパク質が合成されることを遺伝子の発現という。遺伝子の発現は、DNA の遺伝情報を写し取って mRNA を合成する過程と、その mRNA の情報をもとにタンパク質を合成する過程に分けられる。前者の過程を（ア）とよび、①mRNA は二本鎖 DNA の片方の鎖を鋳型にして（イ）という酵素によって合成される。後者の過程は（ウ）とよばれ、②大小二つのサブユニットから成るタンパク質と RNA の複合体が、mRNA の③塩基 3 個の配列が指定するアミノ酸を次々と結合させることでタンパク質を合成する。このように、④遺伝情報は DNA→RNA→タンパク質へと一方向に流れる。この原則を（エ）とよぶ。

真核生物や一部の原核生物の遺伝子 DNA には、（オ）とよばれる領域と（カ）という領域がある。鋳型 DNA から合成された mRNA 前駆体は、核内で（カ）に対応する部分が切り落とされ、（オ）のみをつなぎ合わせて再構築され mRNA となる。この過程を（キ）とよぶ。このようにして生じた mRNA は核内から細胞質へ移動したのち、タンパク質に（ウ）される。

問1 文中の（ア）～（キ）に適切な語句を記しなさい。

問2 下線部①の過程で、鋳型となる DNA 鎖の名称を記しなさい。

問3 図1は細胞内で合成された mRNA に下線部②の複合体が結合し、タンパク質の合成を開始する様子を示している。この mRNA の情報をもとに合成されたタンパク質を構成するアミノ酸の数を求めなさい。ただし、----//----で示した領域には、塩基が 3588 個存在し、その中にはタンパク質の合成終了を意味する UAA、UAG、UGA という配列はいずれも含まれていない。

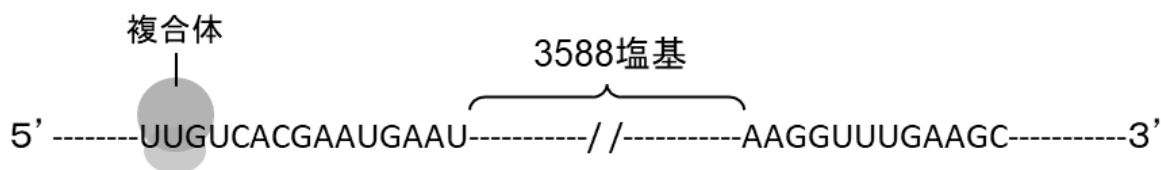


図1

問4 下線部③のアミノ酸を指定する塩基配列を何とよぶか。名称を記しなさい。

問5 下線部④の流れに逆らって、遺伝情報が RNA から DNA へと伝達される現象が発見されている。この現象はある種のウイルスが持つ酵素によって触媒される。そのウイルスの名称（または総称）と酵素の名称を記しなさい。

一般選抜B日程 問題用紙 <生物> (5-4)

4 以下の文を読み、下記の問に答えなさい。

ヒトの網膜には性質の異なる2種類の視細胞が存在する。それぞれを視細胞ア、視細胞イとする。視細胞アは黄斑部に存在し、視細胞イは黄斑部以外の網膜全体に分布する。また、視細胞イは赤い光に対する感受性がほとんどないことがわかっている。この2種類の視細胞のはたらきにより、異なる光の強さに適応することができる。例えば、①明るい場所（明所）にいたヒトが急に暗い場所（暗所）へ移動すると、最初は見えなかった物が、20分くらい経過するとよく見えるようになる。反対に、②暗所から明所へ移動すると、まぶしくて物がよく見えないが、やがて見えるようになる。いま、下線部①の反応のしくみを調べるために、次の<実験1>、<実験2>を行った。

<実験1>

明所に1時間いたAさんを暗所に移し、眼に白い光をあてて、見分けることができる最小の光の強さ（光いき値）を調べた。縦軸には光いき値を、横軸には暗所にいた時間をとると、結果は、図1のようになった。

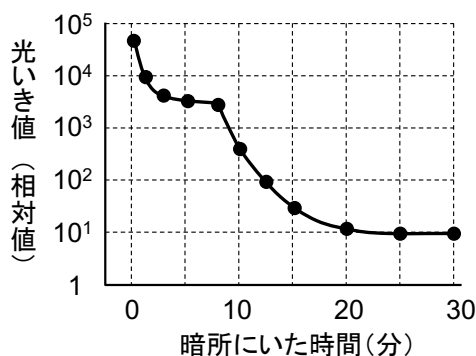


図1

<実験2>

明所に1時間いたAさんを暗所に移し、眼に赤い光をあてて、同様に光いき値を調べた。結果は、図2のようになった。

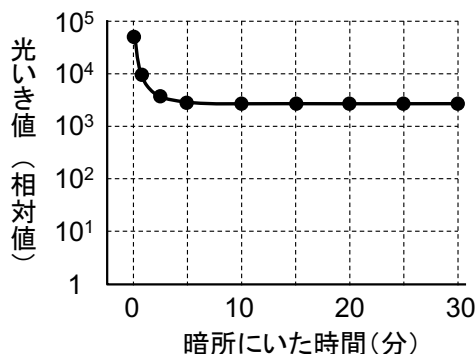


図2

問1 視細胞アとイの名称をそれぞれ記しなさい。

問2 下線部①と②の現象をそれぞれ何というか。その名称を記しなさい。

一般選抜B日程 問題用紙 <生物> (5-5)

問3 次の文は、視細胞の分布や性質および実験からわかったことを述べたものである。正しいのはどれか。次の(a)～(d)から2つ選び、その記号を記しなさい。

- (a) 暗所では赤い光より白い光の方が見やすい。
- (b) 暗所に移動するとしだいに赤い光が見えにくくなる。
- (c) 暗所で物を見ることができるのは主に視細胞アのはたらきによる。
- (d) 暗所で物を見るときは対象物から視線を少しずらしたほうがよく見える。

問4 視細胞には光があたると構造が変化する視物質が含まれている。視細胞イに含まれる視物質の名称を記しなさい。

問5 <実験1>を終えた後、直ちにAさんをもとの明所に移し、眼に白い光をあてて、光いき値を調べると、どのような結果が予想できるか。もっとも適切な変化を図3の(a)～(d)より1つ選び、その記号を記しなさい。また、そのような変化が生じる理由を60字以内で述べなさい。なお、図中の破線は<実験1>で得られた光いき値の変化を示す。

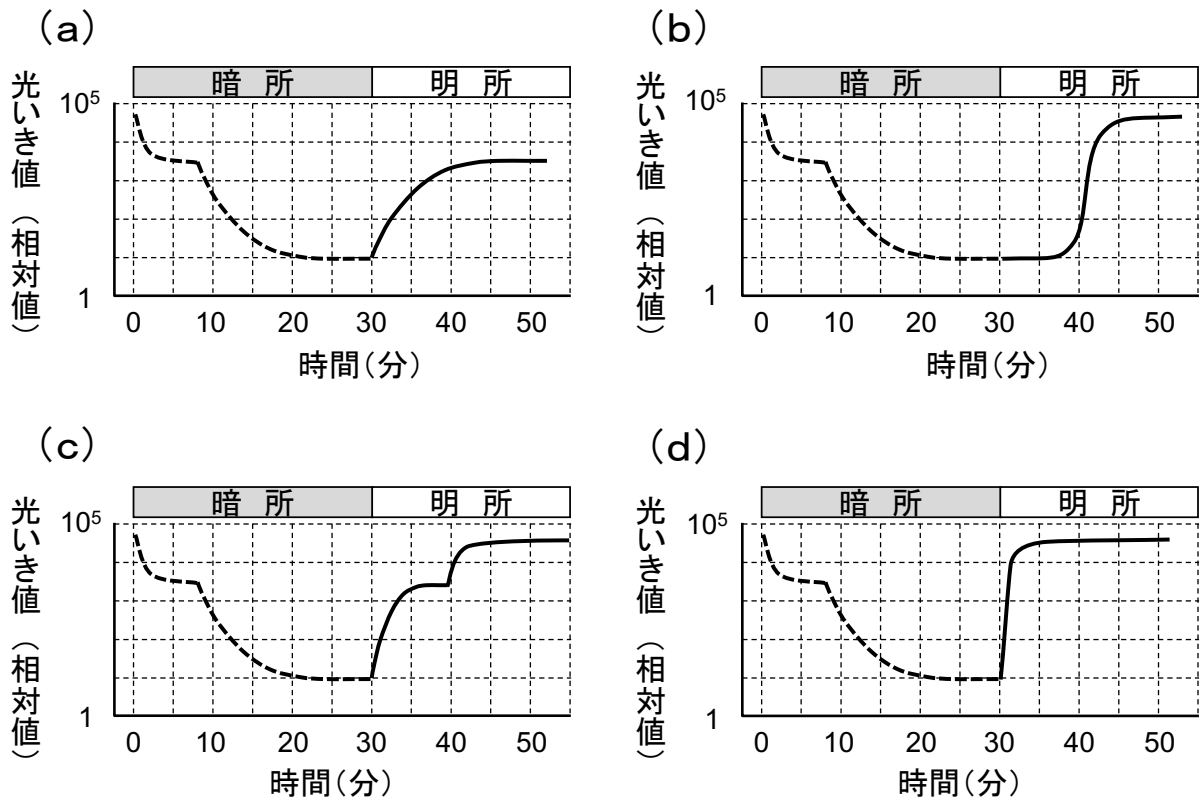


図3