

数 理 ・ 自 然 科 学

問 題 冊 子

指 示

合図があるまでは絶対に中を開けないこと

1. この試験は、資料を読んで、あなたがその内容をどの程度理解し、分析し、また総合的に判断することができるかを調べるためのものです。
2. この冊子には、数学、物理、化学、生物の4分野の問題がこの順序で掲載されています。その中から2分野を選んで解答して下さい。
3. 配点は各分野とも40点満点で、2分野の合計で80点満点です。
4. 解答のための時間は、「解答はじめ」の合図があってから正味70分です。
5. 使用する解答欄は、問題の前に指示してあります。解答欄は、多肢選択マークセンス方式のほか、一部に記述方式が含まれます。
6. 選んだ分野と答えは、解答カードの定められたところに指示どおりに鉛筆を用いて書き入れて下さい。一度書いた答えを訂正するには、消しゴムできれいに消してから、あらためて正しい答えを書いて下さい。
7. メモにはこの冊子の余白を用い、ほかの紙は使用しないで下さい。
8. 「解答やめ」の合図があったら、ただちにやめて下さい。試験監督が問題冊子と解答カードを集め終わるまでは、退室できません。
9. この指示について質問があるときは、試験監督に聞いて下さい。
10. **解答上の注意**が、裏表紙に記載してあるので、この問題冊子を裏返して必ず読んで下さい。ただし、問題冊子を開いてはいけません。

「受験番号」を解答カードの定められたところに忘れずに書き入れること

(余 白)

目 次

数 学	2
物 理	10
化 学	24
生 物	34

数 学

PART I , PART II の問題がある. マークセンス方式の解答欄ア～タを使って解答せよ.

PART I

平行四辺形 ABCD において $AB = 3$, $AD = 4$, $BN : NC = 1 : 3$, $AM : MD = 1 : 1$, $\angle ABC = 60^\circ$ であるとする. また, 線分 AN と線分 BD の交点を P, 線分 CM と線分 BD の交点を Q, $\overrightarrow{AB} = \vec{a}$, $\overrightarrow{AD} = \vec{b}$ とするとき, 以下の間に答えよ.

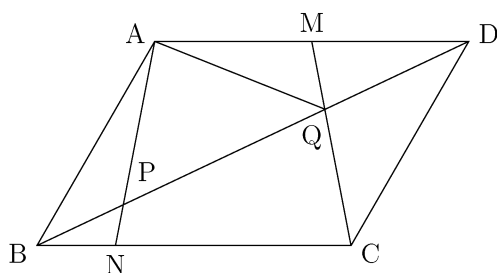


図1 平行四辺形 ABCD

- $\overrightarrow{AP}$ を $\vec{a}$ と $\vec{b}$ で表すと, $\overrightarrow{AP} = \frac{\boxed{\text{ア}}}{\boxed{\text{イ}}} \vec{a} + \frac{\boxed{\text{ウ}}}{\boxed{\text{イ}}} \vec{b}$ である.
- ベクトル $2\vec{a} + \boxed{\text{エ}} \vec{b}$ は $\vec{a}$ と直交する.
- 線分 BD の長さは $\sqrt{\boxed{\text{オ}} \boxed{\text{カ}}}$ である.

4. 三角形 APQ の面積を S とすると, $S = \frac{\boxed{\text{キ}}\sqrt{\boxed{\text{ク}}}}{\boxed{\text{ケ}}}$ である.

5. 線分 AB の垂直 2 等分線と線分 BC の垂直 2 等分線の交点を E とするとき, ベクトル $\overrightarrow{\text{AE}}$ として正しいものを次から選び, 解答欄 $\boxed{\text{コ}}$ に記せ.

a. $\frac{2}{9}\vec{a} + \frac{7}{12}\vec{b}$ b. $\frac{7}{9}\vec{a} + \frac{5}{12}\vec{b}$ c. $\frac{2}{3}\vec{a} + \frac{1}{3}\vec{b}$ d. $\frac{2}{3}\vec{a} + \frac{1}{4}\vec{b}$

線分の垂直 2 等分線上の点は, 2 つの端点から等距離にあることに注意すると, 点 E は 3 点 A, B, C から等距離にあることが分かる.

PART II

次の式で定まる曲線 C は、座標平面上の原点 O を中心とする半径 1 の円周である。

$$x^2 + y^2 = 1$$

円周 C 上の 2 点を U, U' とする。線分 UU' の長さが 1 であるとき、 $\angle UOU' = \frac{\pi}{3}$ である。ただし、直線同士のなす角 θ は $0 \leq \theta \leq \pi$ とする。

このことを示してみよう。 U, U' の座標をそれぞれ $(\cos \theta_1, \sin \theta_1), (\cos \theta_2, \sin \theta_2)$ とおき、 $0 \leq \theta_1, \theta_2 < 2\pi$ とする。条件 $UU' = 1$ は次の式を導く。

$$(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)^2 + (\sin \theta_2 - \sin \theta_1)^2 = 1$$

これから、

$$2 - 2(\cos \theta_1 \cos \theta_2 + \sin \theta_1 \sin \theta_2) = 1$$

を得て、 $\cos(\theta_2 - \theta_1) = \frac{1}{2}$ となる。これより $\theta_2 - \theta_1 = \pm \frac{\pi}{3}, \pm \left(2\pi - \frac{\pi}{3}\right)$ が得られる。したがって、 $\angle UOU' = \frac{\pi}{3}$ が示された。

6. 円周 C 上の 2 点 P, P' について、線分 PP' の長さが $\frac{\sqrt{6} - \sqrt{2}}{2}$ であるとき、 $\angle POP'$ の値は次のどれか。ただし、 $0 \leq \angle POP' \leq \pi$ とする。正しいものを次から選び、解答欄 サ に記せ。

- a. $\frac{\pi}{6}$ b. $\frac{\pi}{4}$ c. $\frac{\pi}{2}$ d. $\frac{2\pi}{3}$

円周 C 上の点 $I_0(-1, 0)$ を通る傾き t の直線 K は $y = t(x + 1)$ で表される。点 I_0 以外の円周 C と直線 K との交点を I とする。

7. $t > 0$ とするとき、 I の x 座標として正しいものを次から選び、解答欄 シ に記せ。

- a. $\frac{2t}{1+t}$ b. $\frac{1-t}{1+t}$ c. $\frac{2t}{1+t^2}$ d. $\frac{1-t^2}{1+t^2}$

8. $t > 0$ とするとき、 $\cos \angle OI_0I$ として正しいものを次から選び、解答欄 ス に記せ。

- a. $\frac{1}{\sqrt{1+t}}$ b. $\frac{1}{1+t}$ c. $\frac{1}{\sqrt{1+t^2}}$ d. $\frac{1}{1+t^2}$

(このページは空白です.)

関数 $y = f(x)$ について考える. 曲線 $y = f(x)$ の点 $P_1(x_1, y_1)$ における接線 L_1 の方程式は, 微分係数 $f'(x_1)$ を用いて

$$y = f'(x_1)(x - x_1) + f(x_1)$$

と表される. 接線 L_1 が x 軸と交わる点を $Q_2(x_2, 0)$ とする. また, 点 P_1 から x 軸へ垂線 P_1Q_1 を下ろし, $Q_1(x_1, 0)$ とおく.

9. 三角形 $P_1Q_1Q_2$ の面積 S_1 として正しいものを次から選び, 解答欄 セ に記せ. ただし, $f(x_1) \neq 0, f'(x_1) \neq 0$ とする.

a. $\left| \frac{f(x_1)}{2f'(x_1)} \right|$ b. $\left| \frac{f'(x_1)}{2f(x_1)} \right|$ c. $\left| \frac{\{f(x_1)\}^2}{2f'(x_1)} \right|$ d. $\left| \frac{\{f'(x_1)\}^2}{2f(x_1)} \right|$

以下では, 反比例の関係を表す関数 $y = f(x) = \frac{1}{x}$ (ただし $x > 0$ とする) とそのグラフである曲線 H を考える.

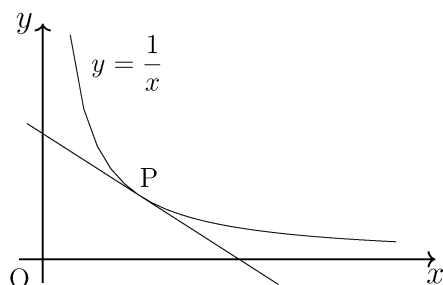


図2 反比例の関係を表す曲線 H と接線 L

円と直線が与えられたとき, その共有点の個数は $0, 1, 2$ のいずれかである. 共有点が 1 個であるときの直線が円の接線であり, その共有点の x 座標は, 円の方程式と直線の式を連立させて得られる 2 次方程式の重解である.

同様に曲線 H の接線 L を考えて, 曲線 H 上の点 $P(x_0, y_0)$ における接線 L の傾き a を求めよう. 接線 L の方程式は

$$y - y_0 = a(x - x_0)$$

と書ける. L の式と H の式を連立させた方程式

$$\frac{1}{x} - y_0 = a(x - x_0) \tag{1}$$

を考える. 曲線 H に傾き 0 の接線がないのは明らかだから $a \neq 0$ とする. 式 (1) の両辺に x をかけて整理すると,

$$ax^2 + (y_0 - ax_0)x - 1 = 0 \quad (2)$$

という x を未知数とする 2 次方程式となる. これは $x = x_0$ を重解に持つはずである. $y_0 = \frac{1}{x_0}$ に注意して式 (2) の判別式を計算すると

$$(y_0 - ax_0)^2 - 4a(-1) = y_0^2 - 2ax_0y_0 + a^2x_0^2 + 4a = a^2x_0^2 + 2a + \frac{1}{x_0^2} = \left(ax_0 + \frac{1}{x_0}\right)^2$$

となり, 重解条件から接線の傾きは $a = -\frac{1}{x_0^2}$ となる.

すでに, 曲線 H のグラフ上の点 $P_1(x_1, y_1)$ に対して, $Q_1(x_1, 0)$ とおいていた. また, 点 P_1 における接線が x 軸と交わる点を $Q_2(x_2, 0)$ としていた. 次に点 $P_2(x_2, f(x_2))$ における接線が x 軸と交わる点を $Q_3(x_3, 0)$ とする. このように次々に点 $P_n(x_n, f(x_n))$ と点 $Q_{n+1}(x_{n+1}, 0)$ を定める.

三角形 $P_nQ_nQ_{n+1}$ の面積を S_n とする.

10. 上で定めた面積 $S_1, S_2, \dots, S_n$ の和 $S_1 + S_2 + \dots + S_n$ として正しいものを次から選び, 解答欄 ソ に記せ.

- a. $\frac{1}{2}n$ b. $2n$ c. $1 - \frac{1}{2^n}$ d. $2^{n-1} - \frac{1}{2}$

11. 曲線 H 上の異なる 2 点 $R(u, f(u)), R'(v, f(v))$ を結ぶ直線 N に関する次の記述の中から正しいものを選び, 解答欄 に記せ.

a. 直線 N の方程式は $y = uv(x - u) + \frac{1}{u}$ である.

b. 直線 N に直交する直線の傾きは $\frac{1}{uv}$ である.

c. $u < x < v$ のとき, $\frac{f(v) - f(u)}{v - u} > \frac{f(x) - f(u)}{x - u}$ が成り立つ.

d. $u < x < v$ のとき, $\{f(x) - f(u)\}(v - u) > \{f(v) - f(u)\}(x - u)$ が成り立つ.

(このページは空白です.)

物 理

PART I， PART II の問題がある．マークセンス方式の解答欄ア～スを使って解答せよ．

PART I

はじめに，直流回路の電流・電圧の適切な測り方を思い出そう．回路の中のある部分を流れる電流，あるいは，回路の中のある部分にかかる電圧を測定するためには，それぞれ電流計あるいは電圧計を用いる．

電流計は，電流を測定したい部分に に接続する．測定する電流に対する影響を小さくするために，使用する電流計の内部抵抗は ほうがよい．一方，電圧計は，電圧を測定したい部分に に接続する．測定する電圧に対する影響を小さくするために，使用する電圧計の内部抵抗は ほうがよい．

1. 空欄 ，，， に入る語句の正しい組合せを以下の中から選び，解答欄 に記せ．

- | | | | | |
|----|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| a. | <input type="text" value="あ"/> : 直列, | <input type="text" value="い"/> : 小さい, | <input type="text" value="う"/> : 並列, | <input type="text" value="え"/> : 大きい |
| b. | <input type="text" value="あ"/> : 直列, | <input type="text" value="い"/> : 大きい, | <input type="text" value="う"/> : 並列, | <input type="text" value="え"/> : 小さい |
| c. | <input type="text" value="あ"/> : 並列, | <input type="text" value="い"/> : 小さい, | <input type="text" value="う"/> : 直列, | <input type="text" value="え"/> : 大きい |
| d. | <input type="text" value="あ"/> : 並列, | <input type="text" value="い"/> : 大きい, | <input type="text" value="う"/> : 直列, | <input type="text" value="え"/> : 小さい |

電流計で測定できる電流の大きさには上限がある．しかし，測定時に電流計に並列に抵抗を接続することで電流の測定範囲を広げることができる．

2. 測定できる電流の上限が I の電流計がある．この電流計の内部抵抗は r とする．これに並列に抵抗（抵抗値 R ）を接続する．これによって得られる，測定可能な電流の上限としてふさわしいものを選び，解答欄

イ

 に記せ．

a. $\frac{R+r}{r} I$

b. $\frac{R+r}{R} I$

c. $\frac{r}{R-r} I$

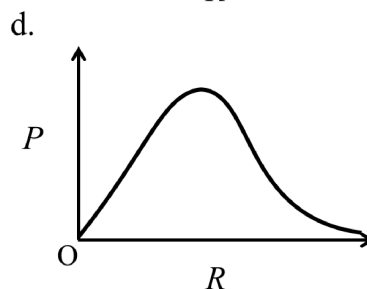
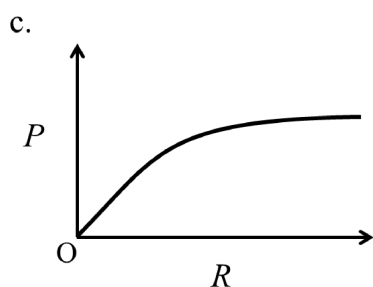
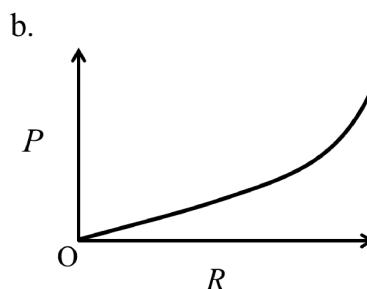
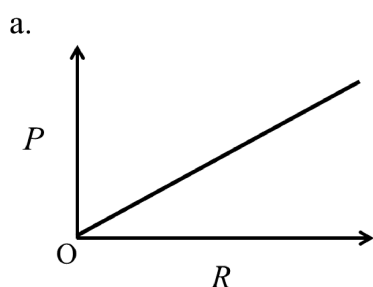
d. $\frac{R}{R-r} I$

起電力 E 、内部抵抗 r の電池に、抵抗 R の電熱線を接続する。この電熱線を用いて水を温める。電熱線で発生したジュール熱はすべて水を温めるために使われ、また、容器の温度上昇は考えなくてもよいとする。

3. $E = 20 \text{ V}$, $r = 5.0 \Omega$, $R = 15 \Omega$ のとき、この電熱線を用いて水を温める。水の比熱を $4.2 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ として、 100 g の水の温度を 10 K 上昇させるために必要な時間として最も近いものを選び、解答欄 に記せ。

- a. 5 分
- b. 15 分
- c. 30 分
- d. 60 分

4. 電池の起電力 E と内部抵抗 r は一定とし、電熱線の抵抗 R は可変であるとする。抵抗 R を変化させたときに、電熱線で単位時間に発生するジュール熱 P は R の関数としてどのように変化するか。その変化の特徴を最もよく表しているグラフを選び、解答欄 に記せ。



家庭用の電源は通常 100 V の交流である．周波数は，東日本では 50 Hz，西日本では 60 Hz である．

抵抗値 R の抵抗，自己インダクタンス L のコイル，電気容量 C のコンデンサーを直列に接続し，角周波数 ω の交流電源とつないだ回路を考える．交流電源の電圧 V は次式のように変化するものとする．

$$V = V_0 \sin \omega t$$

回路の中にコイルとコンデンサーが存在すると，回路を流れる交流電流 I と交流電源の電圧 V の間に位相差 θ が生じるため， I は次式のように変化する．

$$I = I_0 \sin(\omega t + \theta)$$

このとき回路内の抵抗 R で消費される電力 P は $P = RI_0^2 \sin^2(\omega t + \theta)$ と表される．電力 P は周期的に時間変化するが，その時間平均をとると，

$$\bar{P} = \frac{1}{2} RI_0^2$$

となる．平均の消費電力 $\bar{P}$ を，交流電源の電圧 V と抵抗 R を用いて表してみよう．電流の最大値 I_0 と電源電圧の最大値 V_0 の間には，回路のインピーダンス

$$Z = \sqrt{R^2 + R_\omega^2}, \quad \text{ただし } R_\omega = \omega L - \frac{1}{\omega C}$$

を用いて

$$V_0 = I_0 Z$$

という関係が成り立つ．したがって，

$$\bar{P} = \frac{1}{2} \frac{V_0^2 R}{Z^2}$$

が得られる．

5. 角周波数 ω が変化すると、平均の消費電力 $\bar{P}$ は ω の関数として変化する。交流電源として家庭用のコンセントを用いて、この回路の平均消費電力 $\bar{P}$ を東日本と西日本で比較したとき、下記の記述の中で最も適当なものを選び、解答欄 に記せ。抵抗値 R 、自己インダクタンス L 、電気容量 C はいずれもゼロではない定数であり回路の動作中もその値は変化しないとする。
- a. どちらで使っても常に $\bar{P}$ は同じである。
 - b. 東日本で使う方が常に $\bar{P}$ は大きい。
 - c. 西日本で使う方が常に $\bar{P}$ は大きい。
 - d. どちらで $\bar{P}$ が大きいかは R, L, C の具体的な値による。
6. 東日本の家庭用コンセントで上記の回路を使用したとき、位相差 $|\theta|$ は 45° であった。抵抗値 $R = 40 \, \Omega$ 、コンデンサーのリアクタンス $\frac{1}{\omega C} = 20 \, \Omega$ であったとき、回路に使われたコイルの自己インダクタンス L に最も近いものを以下から選び、解答欄 に記せ。
- a. 0.20 H
 - b. 1.0 H
 - c. 12 H
 - d. 60 H

(このページは空白です.)

PART II

世の中には様々な楽器がある．ギターやフルート，鉄琴など見た目も音色も異なる楽器があるが，共通しているのは楽器が何らかの形で空気を振動させ音波を作っているということである．ここでは振動と「楽器の物理」について考えてみよう．

多くの楽器は，弦，膜や楽器内の空気を振動させて音を発生させている．例として弦の振動を取り上げよう．まずは無限に長い弦を伝わる波を考える．波の速さ v は，弦の張力 S と弦 1 m あたりの質量（線密度） ρ を用いると，以下の式で与えられる．

$$v = \sqrt{\frac{S}{\rho}}$$

7. 弦の密度が $1.2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ で断面積が $8.0 \times 10^{-7} \text{ m}^2$ ，また張力 S が 60 N のとき，弦を伝わる波の速さ v に最も近いものを選び，解答欄 に記せ．弦の断面は円形とし，張力によって弦の太さや密度は変わらないものとする．
- a. 22 m/s
 - b. 85 m/s
 - c. 250 m/s
 - d. 430 m/s

弦楽器の弦は両端が固定されており，弦をはじくと固有振動とよばれる定在波が生じる．図 1 に示すように，定在波は右に進む進行波と左に進む進行波の重ね合わせとして考えることができる．これらの進行波は弦の両端で反射される．端に向かって入射する波と，端から反射した波は，速さ，波長，振幅がそれぞれ等しく，それらが重なり合って定在波を生じる．

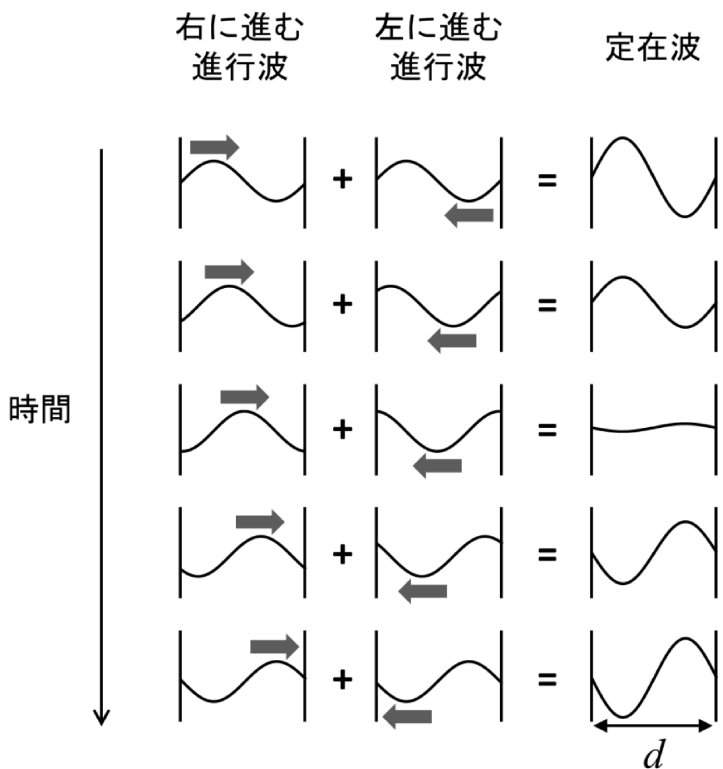


図 1 2つの進行波と定在波の関係

8. 図 1 で弦が固定されている両端の距離が d のとき，固有振動の波長 λ を表す式として正しいものを選び，解答欄 に記せ．以下で $n = 1, 2, 3, \dots$ は自然数である．

a. $\lambda = \frac{d}{2n}$ b. $\lambda = \frac{d}{n+1}$ c. $\lambda = \frac{2d}{n}$ d. $\lambda = \frac{2d}{n+1}$

次にギターの構造を図 2 に示す．ギターは弦を振動させて音を出す楽器の 1 つである．ギターの本体はネックとよばれる棒とボディとよばれる箱からできている．ネックの頭には「ペグ」とよばれる弦の巻き器がついており，弦はボディとペグの間に張られている．ペグを回して弦の張力を調整することができる．

弦をはじくと図 2(b) のように振動が生じる．ギターのネックには，フレットとよばれる線路の枕木のようなものが何本も並んでおり，図 2(c) のように指で弦を押さえると振動する部分の長さを変えられる．

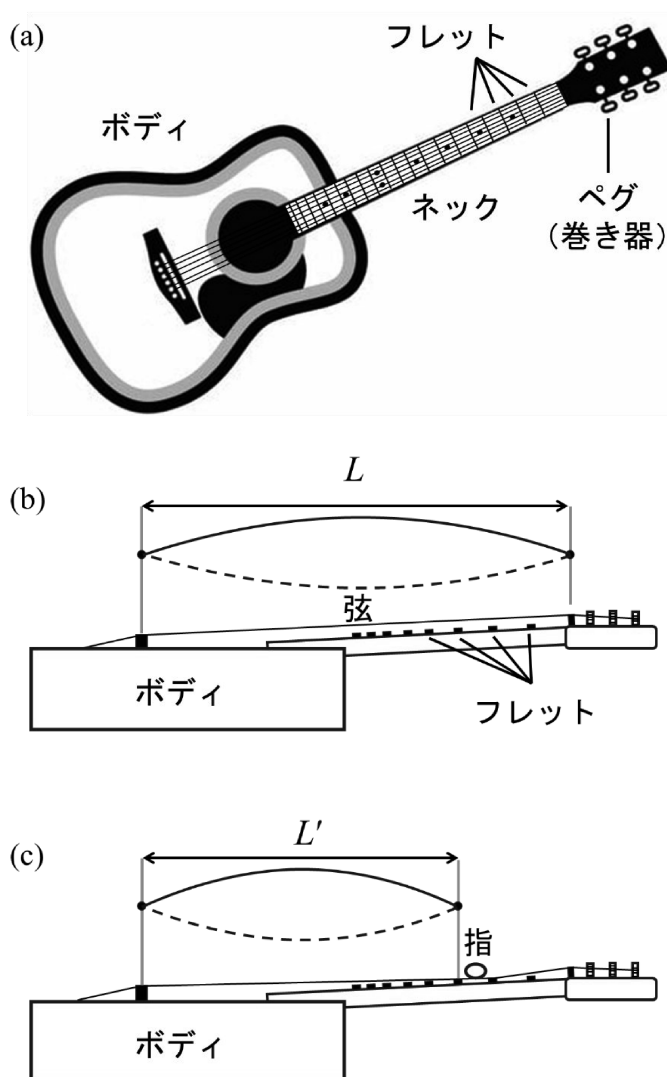


図 2 ギターの構造

ギターでは音の高さがずれているときに、弦にかかる張力をペグで調整することで調律できる。

9. 振動する部分の長さが L のとき、弦をはじくとその基本振動の振動数（以後、基本振動数とよぶ）は 300 Hz であった。このときの弦の張力 T が 60 N だとすると、本来の基本振動数 330 Hz に調律するために必要な弦の張力 T に最も近いものを選び、解答欄 ケ に記せ。弦の断面は円形とし、張力によって弦の太さや密度は変わらないものとする。

- a. 50 N
- b. 55 N
- c. 66 N
- d. 73 N

10. 振動する部分の長さが L のとき、弦をはじくとその基本振動数は 330 Hz であった。図 2(c) のように弦を押さえて、振動する部分の長さ L' を $\frac{2}{3}L$ にしたときの基本振動数に最も近いものを選び、解答欄 コ に記せ。このとき振動する部分の長さ以外の条件は変わらないものとする。

- a. 110 Hz
- b. 220 Hz
- c. 495 Hz
- d. 660 Hz

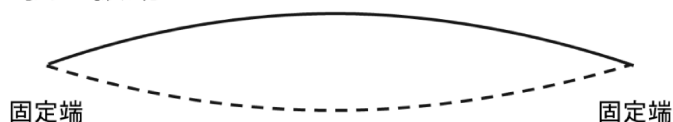
11. 一般的な調律では、6本のギターの弦のうち弦を押さえないときの第1弦の基本振動数（ 330 Hz ）は第6弦の基本振動数（ 82.5 Hz ）の4倍になるように調整されている。同じ材質でできた弦に、同じ張力を加えてこれらの振動数を得るためには、第6弦の直径は第1弦の直径の何倍であればよいか、最も適切なものを選び解答欄 サ に記せ。

- ① $\frac{1}{2}$ 倍 ② $\frac{1}{4}$ 倍 ③ $\frac{1}{8}$ 倍 ④ $\frac{1}{16}$ 倍
- ⑤ 2 倍 ⑥ 4 倍 ⑦ 8 倍 ⑧ 16 倍

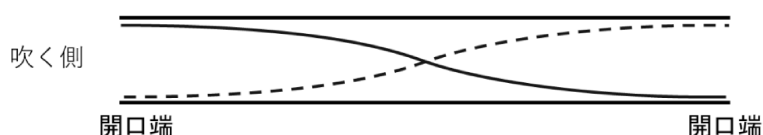
私たちが慣れ親しんでいる管楽器には木管楽器や金管楽器がある。管楽器は管内の気柱が定在波を作る形で振動することで音が鳴るが，ここでは次の２種類の管楽器を考える。フルートなど吹く側と反対側の両方に穴が空いている開管楽器と，クラリネットやサクソフォン（サックス）のように吹く側を口で挟んで閉じてしまう閉管楽器である。

ギター，開管楽器，閉管楽器を単純化して比較したものを図 3 に示す。ギターは弦の両端が振動の節になっていたが，フルートのような開管楽器では金属管の両端は「開口端」とよばれる振動の腹になっており，サックスのような閉管楽器では管の吹く側は「閉口端」（節）で開いた方は開口端（腹）で振動することが知られている。

ギターの弦の振動



フルート内の空気の振動



サックス内の空気の振動

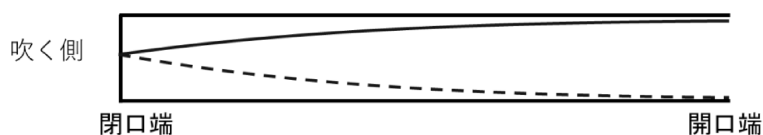


図 3 ギターの弦の振動と管楽器の気柱の振動

12. 管の長さが 66 cm のフルートとサックスがある．空気中の音速を 330 m/s とするとき，フルートとサックスの基本振動数の組合せとして最も適当なものを選び，解答欄 に記せ．なお，ここでは開口端補正は考えない．

- a. フルート：13 Hz, サックス：25 Hz
- b. フルート：25 Hz, サックス：13 Hz
- c. フルート：125 Hz, サックス：250 Hz
- d. フルート：250 Hz, サックス：125 Hz

これまでは弦や気柱の基本振動を考えてきた．これはその弦や気柱の振動する「一番振動数が低い」振動である．しかし，例えばギターの弦の固定端という条件（＝両端が節）には図4のような振動も許される．これらの振動から与えられる音は，基本音よりも振動数が高く「倍音」とよばれる．フルートでは両端が腹，サックスでは一方が節で他方が腹という条件の，倍音における振動の様子も図4に示す．

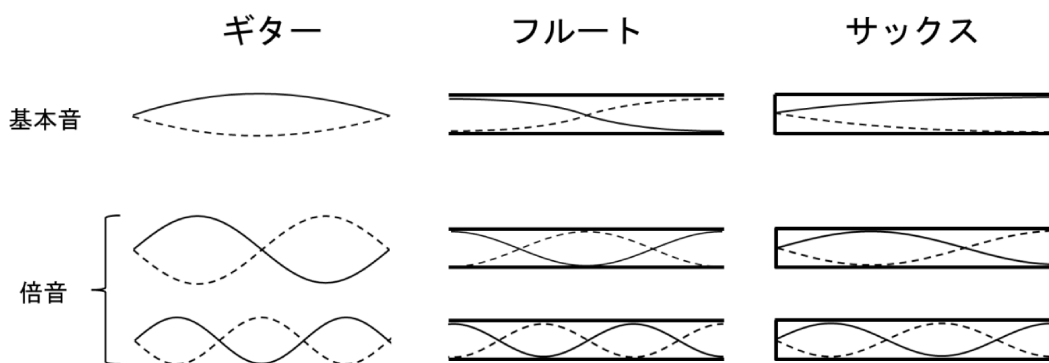


図4 3種類の楽器における基本音と倍音が鳴っている時の振動の様子

実際の楽器を鳴らすと，基本音に加え必ず倍音も鳴ってしまう．つまり複数の振動数の音波が重ね合わさった音が，その楽器の「音」なのである．楽器によって倍音の混じり方が異なることで，聞こえる音のニュアンスが変化する．これが「音色」の起源である．440 Hz の「ラ」の音を出すとき，同じ振動数なのに，なぜギターとピアノの音色が違うか不思議に思ったことは無いだろうか．

この考えを用いると，楽器の音に含まれる倍音の種類とその振幅から楽器の種類を特定することが可能となる．図 5 はある 1 つの楽器で 440 Hz の「ラ」の音を鳴らしたときの音に含まれる振動数と振幅の関係をグラフにしたものである．

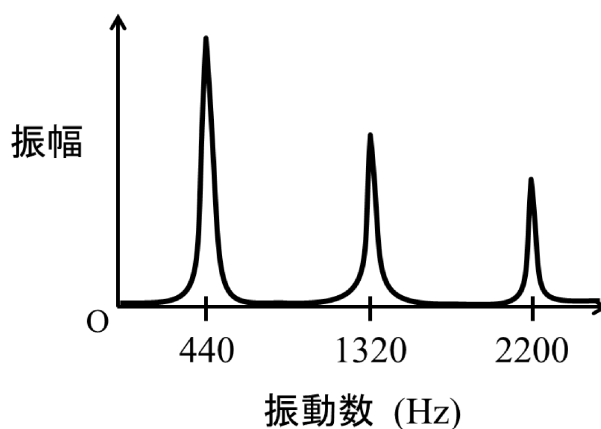


図 5 楽器の音に含まれる振動数と振幅の関係

13. 図 5 で与えられた振動数と振幅の関係から，楽器を特定することができる．最も適切なものを選び，解答欄 に記せ．ただし，基本音と倍音の全てが鳴っているものとする．

- a. ギター
- b. フルート
- c. サックス
- d. ギター，フルート，サックスのいずれの楽器もありえる

(このページは空白です.)

化 学

PART I ～ PART III の問題がある。マークセンス方式の解答欄ア～サ、および記述方式の解答欄 A を使って解答せよ。

PART I

複数の金属イオンを含む水溶液から、特定の金属イオンだけを溶解度の小さい塩として沈殿させる方法は、地下水や土壌などに含まれた汚染物質を除去するうえで欠かせない技術である。ここでは硫化水素 (H_2S) を用いて、 Cd^{2+} イオンと Fe^{2+} イオンが共存する水溶液から一方だけを選択的に沈殿させる pH の条件を考えてみる。 H_2S による沈殿の生成については、高校の教科書では酸性条件と、中性から塩基性条件の 2 段階で議論しているが、この現象についてさらに理論的な考察を加えてみよう。以下水溶液の温度は 25°C とする。

H_2S は弱酸で、水に比較的良好に溶解し、飽和水溶液の H_2S の濃度は 0.10 mol/L となることが知られており、pH を変化させても H_2S の濃度を 0.10 mol/L に保つことができる。水溶液中では、 H_2S と水素イオン (H^+)、硫化物イオン (S^{2-}) の間には次の電離平衡が成り立つ。



この反応の平衡定数 K は、それぞれの物質のモル濃度を使って以下のように表される。

$$K = \frac{[\text{H}^+]^2[\text{S}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{S}]} = 1.0 \times 10^{-23} (\text{mol/L})^2 \quad (2)$$

飽和水溶液では H_2S の濃度は 0.10 mol/L なので、水素イオンの濃度と硫化物イオンの濃度の関係は次の式で表され、溶液の pH が変化すると水溶液中の S^{2-} の濃度が変化する。

$$[\text{H}^+]^2[\text{S}^{2-}] = 1.0 \times 10^{-24} (\text{mol/L})^3 \quad (3)$$

CdS と FeS の溶解度積は以下の値であることが知られている。

$$[\text{Cd}^{2+}][\text{S}^{2-}] = 1.0 \times 10^{-27} (\text{mol/L})^2 \quad (4)$$

$$[\text{Fe}^{2+}][\text{S}^{2-}] = 1.0 \times 10^{-19} (\text{mol/L})^2 \quad (5)$$

したがって、pH を調整して S^{2-} の濃度を変化させることによって、溶液中のイオンを選択的に沈殿させ、分離することができる。

それではこれを利用して、 Cd^{2+} と Fe^{2+} が溶解している水溶液から、片方のみを沈殿させ、分離する条件を探そう。ビーカーに、 Cd^{2+} と Fe^{2+} がそれぞれ $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 溶解した水溶液を用意した。pH を 0.0 に保ちながら H_2S を吹き込み、 $[\text{H}_2\text{S}] = 0.10 \text{ mol/L}$ にした。以下の操作を繰り返して次第に溶液の pH を大きくする実験を行った。

[操作] H_2S の濃度を 0.10 mol/L に保ちながら溶液に塩基を加え、pH を 0.5 大きくした。 H_2S の濃度と pH を保ち、沈殿生成が起こる場合はそれが終わるまで待った。

この pH を 0.5 ずつ大きくする操作を水溶液の pH が 8.0 になるまで続けた。以下の問題では、上記の実験中の溶液量の変化は無視するものとする。

1. pH = 0.0 において H_2S を通じたときの溶液の変化について正しい記述を選び、解答欄 に記せ。
 - a. 黒色沈殿ができた。
 - b. 黄色沈殿ができた。
 - c. 淡赤色の沈殿ができた。
 - d. 沈殿は生成しなかった。
2. pH = 0.0 の操作が終了したとき、 $[\text{Cd}^{2+}][\text{S}^{2-}]$ の値を以下から選び、解答欄 に記せ。
 - a. $1.0 \times 10^{-27} (\text{mol/L})^2$
 - b. $1.0 \times 10^{-25} (\text{mol/L})^2$
 - c. $1.0 \times 10^{-23} (\text{mol/L})^2$
 - d. $0.0 (\text{mol/L})^2$
3. 上述の実験終了時において、正しい記述を選び、解答欄 に記せ。
 - a. CdS より FeS の方がより小さい pH で沈殿した。
 - b. FeS より CdS の方がより小さい pH で沈殿した。
 - c. CdS と FeS は同じ pH で沈殿した。
 - d. 沈殿は生成しなかった。

4. 実験開始時の Fe^{2+} の濃度を変えた実験を行った。以下の Fe^{2+} の濃度で実験を開始し、指定したpHになったとき、 FeS の沈殿が見られるものはいくつあるか。その数を解答欄

エ

 に記せ。

- ・ $[\text{Fe}^{2+}] = 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ で開始して $\text{pH} = 5.0$ のとき
- ・ $[\text{Fe}^{2+}] = 2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ で開始して $\text{pH} = 4.0$ のとき
- ・ $[\text{Fe}^{2+}] = 3.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ で開始して $\text{pH} = 3.0$ のとき
- ・ $[\text{Fe}^{2+}] = 4.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ で開始して $\text{pH} = 2.0$ のとき

高校の教科書では、酸性条件と、中性から塩基性条件の2条件で沈殿生成の有無を議論しているが、溶解度積を用いて考えると、上の例のように沈殿開始時のpHを正確に求めることができる。 Cd^{2+} と Fe^{2+} に限らず、pHを制御し、1種類の金属イオンを沈殿させ分離していくことができる。

(このページは空白です.)

PART II

水素，ナトリウム，マグネシウム，アルミニウムの4種類の元素の単体を試料として用意した．それぞれを一定量の酸素と十分に反応させて生成物の質量を測定する実験を行った．使用した酸素の体積（ 1.013×10^5 Pa, 305 K での値．この条件で 1.00 mol の酸素の体積は 25.0 L とする）を横軸に，生成物の質量を縦軸にプロットし，実験値を直線で結んだグラフを図 1 に示す．以下の問に答えよ．必要であれば原子量として，H:1.00, C:12.0, O:16.0, Na:23.0, Mg:24.3, Al:27.0 を使うこと．

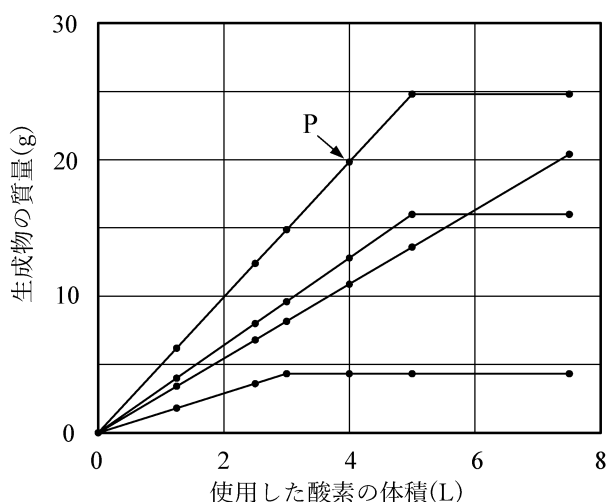


図 1 実験結果

5. 実験結果の点 P に達した時点までに，この試料に対して使用した酸素の質量(g)を小数第 1 位まで求め，記述解答欄

A

 に記せ．
6. 用意したマグネシウム試料の質量(g)に最も近いものを選び解答欄

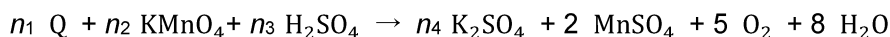
オ

 に記せ．
 - a. 2.4
 - b. 4.9
 - c. 9.7
 - d. 16

7. 実験のために用意した 4 種類の元素の中に、酸素との化合物が 2 種類存在するものがいくつかある。その化合物の中で化合物 Q は常温で液体である。以下に示す硫酸酸性での Q と過マンガン酸カリウムとの化学反応式の係数 n_1 を解答欄

カ

 に記せ。



8. 炭素とナトリウム、マグネシウムの試料が 24 g ずつある。それぞれの試料を気体の酸素と完全に反応させるとき、必要な酸素の体積の比(C: Na: Mg)を一番近い整数の比で表したものをを選び解答欄

キ

 に記せ。

	C	:	Na	:	Mg
a.	1	:	2	:	8
b.	2	:	4	:	8
c.	8	:	1	:	2
d.	8	:	2	:	1

9. 実験に使用した元素のひとつである R から生成した酸素の化合物は、質量として R を 53% 含む。以下の記述のうち R にあてはまる記述はいくつあるか。解答欄

ク

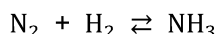
 に記せ。

- ・水より密度が小さい。
- ・水酸化カリウム水溶液に溶解する。
- ・天然資源から電気分解を利用して R の単体が製造される。
- ・酸化物は酸の水溶液にも塩基の水溶液にも溶解する。
- ・R と同族の元素の炭酸塩は鍾乳石の主成分である。
- ・海水に溶解している R のイオンが R の工業資源として利用されている。

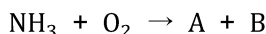
PART III

アンモニアは、ハーバー・ボッシュ法によって工業的に合成され、窒素肥料だけでなく、高分子や、薬剤の原料となり我々の生活を維持するうえで欠かすことができない物質である。以下に示すのは、アンモニア合成と、生成されたアンモニアからできる、ある化合物 X を合成するための手順である。ただし以下の手順 1～4 の化学反応式は係数を省略して書かれている。

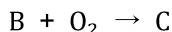
手順 1 窒素と水素を混合し、鉄を主成分とする触媒の存在下で高温高压の条件で反応させ、アンモニアを合成した。



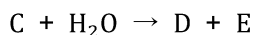
手順 2 手順 1 で合成したアンモニアを空気と混合したのち、触媒として白金網を用いて化合物 A と化合物 B を合成した。295 K, 1.013×10^5 Pa であれば化合物 A は液体であり化合物 B は気体である。



手順 3 手順 2 で生成された化合物 B を空気中で酸化して化合物 C を得た。



手順 4 手順 3 で得た化合物 C をすべて水に吸収させ、化合物 D と化合物 E を得た。化合物 D は水によく溶け、その水溶液は酸性を示す。



10. 手順 1～4 の反応について考える。以下のように反応条件のうち 1 つだけを変化させたときに、平衡が生成物側（右方向）に移動するものはいくつあるか、その数を解答欄

ケ

 に記せ。ただし、手順 1 の正反応のエンタルピー変化 ΔH は -92 kJ/mol 、手順 2 では -905 kJ/mol である。

- ・ 手順 1 で、圧力一定のまま温度を上げる。
- ・ 手順 1 で、触媒の量を 2 倍にする。
- ・ 手順 2 で、圧力一定のまま温度を下げる。
- ・ 手順 2 で、体積一定のままアルゴンを加えて全体の圧力を高くする。
- ・ 手順 3 で、温度一定のまま、圧力を高くする。
- ・ 手順 4 で、化合物 C の濃度を増加させる。

ベンゼンは、ハロゲン化やスルホン化、ニトロ化といった置換反応により、我々の日常生活に欠かせない化合物を生成できる重要な工業原料である。触媒として濃硫酸を用い、化合物 D とベンゼンから香料や医薬品の原料として使われる化合物 F を合成した。スズと塩酸を用いて化合物 F を還元し、水酸化ナトリウム水溶液を用いることにより、特有の臭気を持つ無色の油状物質である化合物 G を得た。

11. 化合物 F と化合物 G の組合せとして正しいものを選び、解答欄

コ

 に記せ。

- | 化合物 F | 化合物 G |
|-----------------|----------|
| a. ニトロベンゼン | アニリン |
| b. ベンジルアルコール | ベンズアルデヒド |
| c. サリチル酸 | フタル酸 |
| d. 塩化ベンゼンジアゾニウム | アセトアニリド |

化合物 G, 安息香酸, トルエン, フェノールの 4 つの化合物をジエチルエーテルに溶かした混合溶液がある. 以下に芳香族化合物の混合物を酸-塩基抽出によって分離する手順を示す.

手順 1 混合溶液を分液ろうとに入れ, HCl 水溶液を加えよく振り混ぜ, 水層 (W_1) とエーテル層 (O_1) に分離した. 分離した水層 (W_1) に NaOH 水溶液を加えると油状物質が遊離した. この操作でエーテル溶液から化合物 H を取り除いた.

手順 2 エーテル層 (O_1) に NaHCO_3 水溶液を加えよく振り混ぜ, 水層 (W_2) とエーテル層 (O_2) に分離した. 分離した水層 (W_2) に HCl 水溶液を加え, 白色の沈殿物として化合物 I をエーテル溶液から分離した.

手順 3 分離したエーテル層に NaOH 水溶液を加えよく振り混ぜ, 水層 (W_3) とエーテル層 (O_3) に分離した. 分離した水層 (W_3) に HCl 水溶液を加えた. この操作でエーテル溶液から化合物 J を取り除いた.

手順 4 エーテル層 (O_3) では, エーテルが自然蒸発した後に無色の液体である化合物 K が残った.

12. 手順 1 ~ 4 において, 化合物 H, I, J, K の組合せとして正しいものを選び, 解答欄

サ

 に記せ.

	H	I	J	K
a.	安息香酸	化合物 G	トルエン	フェノール
b.	化合物 G	安息香酸	フェノール	トルエン
c.	フェノール	トルエン	化合物 G	安息香酸
d.	トルエン	フェノール	安息香酸	化合物 G

(このページは空白です.)

生 物

PART I ～ PART III の問題がある。マークセンス方式の解答欄ア～スおよび記述方式の解答欄 A ～ C を使って解答せよ。

PART I

花の形成には、3 種類の家オディック遺伝子（A クラス、B クラス、C クラス）がつくるタンパク質が関わっている（図 1）。これらの遺伝子の組合せによって、茎頂分裂組織の 4 つの領域（①～④）がどの器官になるかが決定される。この花器官の形成に関するモデルは、ABC モデルと呼ばれる。正常型のシロイヌナズナの花芽では、領域①で A クラスの遺伝子が働くと、がく片という器官になり、領域②で A クラスの遺伝子と B クラスの遺伝子と一緒に働くと花弁という器官になることが明らかになっている（図 1）。

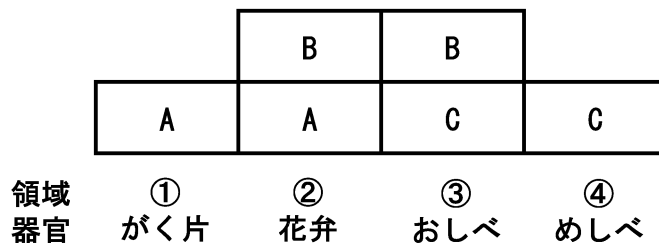


図1 シロイヌナズナ正常型の花芽形成モデル

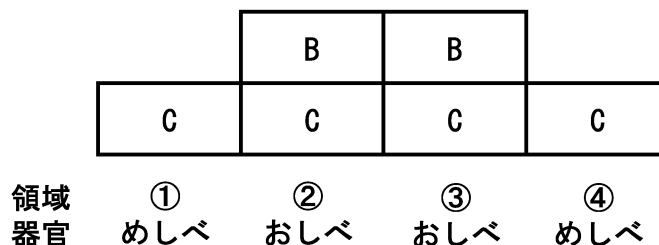


図2 Aクラス遺伝子の機能欠損型変異体の花芽形成

A, B, C の3つのクラスの遺伝子が全て正常に働くと、花器官の外側（図1では左側）から順番に、がく片、花弁、おしべ、めしべが形成される。しかし、これらの遺伝子に変異がおこり欠損すると花の構造が正常につくられなくなる（図2～4）。このような変異を機能欠損型変異（その遺伝子が本来もっていた機能が失われる変異）という。なお、Aクラスの遺伝子とCクラスの遺伝子は、互いの働きを抑制することが分かっている。例えば、Aクラスの遺伝子の働きが失われた場合には、Cクラスの遺伝子が外側の領域①と②でも働くようになり、Cクラスの遺伝子が領域①～④全体で働くことになる（図2）。

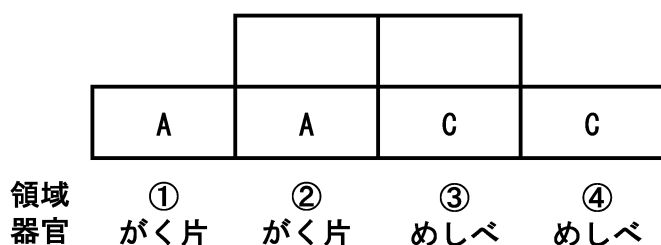


図3 Bクラス遺伝子の機能欠損型変異体の花芽形成

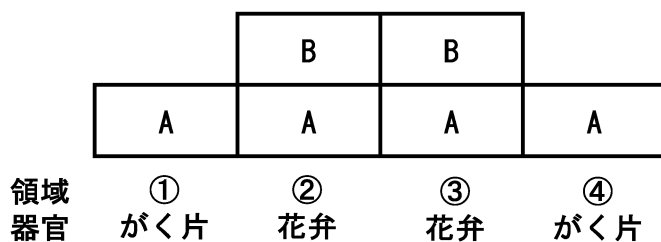


図4 Cクラス遺伝子の機能欠損型変異体の花芽形成

上記の図 1～4 の ABC モデルをもとにして，ある種の植物の器官形成を考えてみよう．ある植物の領域①～⑥において，2 つまたは 3 つの遺伝子と一緒に働き，i～vi のそれぞれ異なる器官が形成されるものとする（図 5）．例えば，領域③では(V, W, Y)の 3 つの遺伝子の組合せで器官 iii が形成される．図 5 の階層 2 の W と X，階層 1 の Y と Z は互いの働きを抑制しており，どちらかの遺伝子の機能欠損型変異体では，その階層の全領域で他方の遺伝子が発現するものとする．(V, X, Y)，(V, W, Z)の組合せでは，図中には示されていないが，それぞれ器官 vii，viii という i～vi とは異なる器官が形成されるものとする．V～Z の 5 つの遺伝子は全て異なる染色体上に存在しているものとする．それぞれの遺伝子の機能欠損型変異は正常型に対して潜性変異として遺伝するものとする．

階層3			V	V		
階層2	X	W	W	X	X	W
階層1	Y	Y	Y	Z	Z	Z
領域	①	②	③	④	⑤	⑥
器官	i	ii	iii	iv	v	vi

図5 ある植物正常型の花芽形成モデル

1. 遺伝子 Z の機能欠損型変異体における領域⑤と⑥で形成される器官名について，最も適切な組合せを a～d から選び，解答欄

ア

 に記せ．

- a. 領域⑤ i， 領域⑥ ii
- b. 領域⑤ ii， 領域⑥ i
- c. 領域⑤ i， 領域⑥ i
- d. 領域⑤ ii， 領域⑥ ii

2. 遺伝子 V, W, X, Y, Z のうちいずれかの 1 遺伝子の機能欠損型変異体に関する下記の記述の中で最も適切なものを a～d から選び、解答欄

に記せ.

- a. いずれの場合も 2 種類の器官からなる花芽が形成される.
- b. いずれの場合も 4 種類の器官からなる花芽が形成される.
- c. 他の遺伝子と比較して、遺伝子 V の機能欠損型変異体でより多くの種類の器官が形成される.
- d. 他の遺伝子と比較して、遺伝子 X または W の機能欠損型変異体でより多くの種類の器官が形成される.

遺伝子 V と X の二重機能欠損型変異体と遺伝子 Y の機能欠損型変異体を交配して、雑種第一世代 (F_1) を得た. 雑種第一世代 (F_1) の自家受粉により、雑種第二世代 (F_2) の集団を得た. なお、上記の変異体は双方ともホモ接合体である.

3. 雑種第二世代 (F_2) の集団における、遺伝子 V, X, Y の三重機能欠損型変異体 (三重ホモ接合体) の割合と、その変異体の全領域で形成される器官について、最も適切な組合せを a～d から選び、解答欄 に記せ. なお、上記の変異が植物の成育や生存に影響することはない、遺伝的解析に十分大きな集団を用いることとする.

- a. 割合 : 1/64, 器官 : vi
- b. 割合 : 1/128, 器官 : vi
- c. 割合 : 1/64, 器官 : viii
- d. 割合 : 1/128, 器官 : viii

図5の植物について、領域②の器官がiiではなくiになっている2種の変異系統（s系統とt系統）が同定された（図6）。それぞれ、1遺伝子座により変異形質が生じている。それぞれ異なる染色体上に存在する異なる遺伝子変異を有している。これら2つの変異（s、t）の原因遺伝子はV～Zの5つの遺伝子とは異なる染色体上に存在している。s変異遺伝子のホモ接合体とt変異遺伝子のホモ接合体とを交配して、雑種第一世代（F₁）を得た。雑種第一世代（F₁）の自家受粉により、雑種第二世代（F₂）の集団を得た。領域②の器官がiの個体とiiの個体の分離比が約15:1であった。

階層3			V	V		
階層2	X	X	W	X	X	W
階層1	Y	Y	Y	Z	Z	Z
領域器官	① i	② i	③ iii	④ iv	⑤ v	⑥ vi

図6 図5の植物の②領域において遺伝子Wの代わりに遺伝子Xが働くことで器官がiiからiに変化した変異体の花芽形成

4. s変異とt変異それぞれの正常型に対する遺伝様式の組合せとして、最も適切なものをa～dの中から選び、解答欄

エ

 に記せ。

- a. s変異：顕性，t変異：顕性
- b. s変異：顕性，t変異：潜性
- c. s変異：潜性，t変異：顕性
- d. s変異：潜性，t変異：潜性

PART II

5. 生物進化に関する下記文章 a～d の中で、最も適切なものを選び、解答欄 に記せ。
- a. 真核細胞のミトコンドリアはシアノバクテリアが、そして葉緑体は好気性細菌が宿主細胞に取り込まれて共生したものに由来すると考えられている。
 - b. DNAのエキソンに生じた突然変異のうち、置換の場合、アミノ酸配列が必ず変化する。
 - c. 減数分裂時に、対合した相同染色体の間で染色体の乗換えが起こった場合、連鎖した遺伝子間で遺伝子の組換えが起こり、新たな遺伝子の組合せをもった配偶子ができる。
 - d. 生殖的隔離によって遺伝子プールが分断されると、それぞれで起こった異なる突然変異が自然選択や遺伝的浮動によってそれぞれの遺伝子プールに広がり、それぞれの集団が変化して、地理的隔離が起こる。
6. 生命現象と物質に関する下記文章 a～d の中で、最も適切なものを選び、解答欄 に記せ。
- a. ATPがADPと糖に分解されるとき、エネルギーが放出され、このエネルギーが生命活動に利用される。
 - b. 呼吸は、サイトゾル（細胞質基質）で進行する解糖系、ミトコンドリアで進行するカルビン回路と電子伝達系の3段階からなる。
 - c. 光エネルギーを利用して炭酸同化を行う働きを化学合成といい、この炭酸同化を行う細菌を化学合成細菌という。
 - d. 酵素の活性部位以外の部分に阻害物質が結合することによる酵素反応の阻害を非競争的阻害という。

7. 遺伝情報の発現と発生に関する下記文章 a～d の中で、最も適切なものを選び、解答欄

キ

 に記せ.

- a. 眼杯は表皮から水晶体を誘導する. 水晶体は表皮から角膜を誘導する.
- b. 細胞内での遺伝子発現のパターンを網羅的に解析する方法には、ゲノム編集や形質転換法がある.
- c. 骨格筋は筋繊維（筋細胞）から構成され、筋繊維には多数の筋原繊維が含まれている. 筋繊維は、 α チューブリンと β チューブリンから構成されている.
- d. 卵巣内で、卵原細胞は一次卵母細胞になる. 一次卵母細胞は減数分裂して1個の卵を生じる. 精巣内で、精原細胞は一次精母細胞になる. 一次精母細胞は減数分裂して4個の精細胞になり、その後、精子になる.

PART III

細胞構造，細胞分裂，細胞周期に関する以下の文章を読み，問いに答えよ．

生物体の最小単位は細胞である．細胞は原核細胞と真核細胞に分けられる．大腸菌などの細菌は原核生物に属し，i) 極めて単純な構造である．一方，真核細胞は核をもち，染色体が核膜で包まれ，様々な細胞小器官が存在する．また大きさも，原核細胞は数 μm と極めて小さい．真核細胞はふつう数 μm から数十 μm と多様であり，光学顕微鏡で観察できる．光学顕微鏡で真核細胞の構造を観察すると，ii) 動物細胞と植物細胞で共通する構造が見られる一方で，それぞれの細胞にだけ存在するものもある．

真核細胞の体細胞分裂の過程は，間期と分裂期に区分される．間期では核と核小体がみられ，染色体はほぐれた状態で存在する．この時期には，iii) 染色体が複製されて 2 倍になるなど，分裂期にはいる準備が行われている．分裂期には **A** と **B** が起こる．**A** は，前期，中期，後期，終期と進み，終期に **B** を経て，細胞は 2 つに分裂する．前期には，糸状に核内に散在していた染色体が，徐々に凝集することにより棒状にはっきりと見えるようになる．核小体と核膜が消え，動物細胞の場合，両極に分かれた中心体の周辺から，多数の **C** が伸長し，**C** の一部が各染色体の動原体に付着し，紡錘体が形成される．中期になると，やがてそれらは赤道面に並ぶ．後期に入ると，それぞれの染色体が **C** に引っ張られるように裂け目の部分で分離し，紡錘体の両端に向かって移動する．そして終期には，再び核膜と核小体が現れ，もとと同じ核が 2 個形成され，**A** が終了する．この時期の細胞には，1 個の細胞に 2 個の核が存在することになり，引き続き 2 個の核を隔てる **B** が起こり，細胞質が二分され，体細胞分裂が終了する．この細胞分裂のサイクルを iv) 細胞周期という．

8. 上記の文章中の **A** ～ **C** に入る最も適切な語句を解答欄 **A** ～ **C** に記せ．

9. 下線部 i) について，原核細胞に関する以下の記述のうち適切なものはいくつあるか，その数を解答欄 に記せ．

- ・ 染色体としてRNAをもつものもある．
- ・ リボソームをもたない．
- ・ 核膜に包まれた明瞭な核がない．
- ・ ATPを生産する．
- ・ ミトコンドリアなどの細胞小器官をもっている．

10. 下線部 ii) について，以下の記述は動物細胞や植物細胞で見られる構造体の機能・特徴である．これらの記述のうち適切なものはいくつあるか，その数を解答欄 に記せ．

- ・ 葉緑体はクロロフィルを含み，光を利用して光合成を行う．
- ・ 細胞壁は細胞膜の外側にあり，植物の細胞壁は多糖類のセルロースやペクチンからなり，強い構造をもち細胞を保護し形を保持する役割をもつ．
- ・ ミトコンドリアは呼吸に関する酵素を多く含み，ATP生産の場である．
- ・ 染色体はDNAとタンパク質から構成され，この染色体は核に含まれる．
- ・ ゴルジ体は細胞が2つに分裂する際に，DNA情報を含んだ染色体をそれぞれの細胞に分配する．

下線部 iii) について，以下の文章を読み，問いに答えよ．

DNA複製はある特定の場所で二重らせんがほどかれてはじまる．二重らせんを構成する一方のヌクレオチド鎖では，二重らせんの開裂が進む方向に連続的に新しい鎖が合成される．ほどかれたヌクレオチド鎖の塩基配列を鋳型として，[あ] とよばれる相補的な短い鎖が合成される．DNA合成酵素（DNAポリメラーゼ）はその[あ] を足場に，鋳型鎖に相補結合したヌクレオチド鎖を5' から3' の方向に伸長していく．もう一方のヌクレオチド鎖では，DNA合成酵素が5' から3' の方向へのみヌクレオチド鎖を伸長するため，開裂が進む方向とは逆向きの新生鎖合成が必要になる．この機構は，日本人研究者らにより以下のように解明された．DNAが開裂して1本鎖の部分がある程度長くなると，図7のように二重らせんの開裂方向とは逆向きに，[あ] が合成され，DNA合成酵素が5' から3' の向きに短いDNA断片，すなわち[い] を伸長する．DNA合成酵素により[あ] は分解されつつDNAが伸長され，最終的に[う] の働きによって連結される．このように連続的に合成される新生鎖を[え] ，不連続に合成される新生鎖を[お] という．

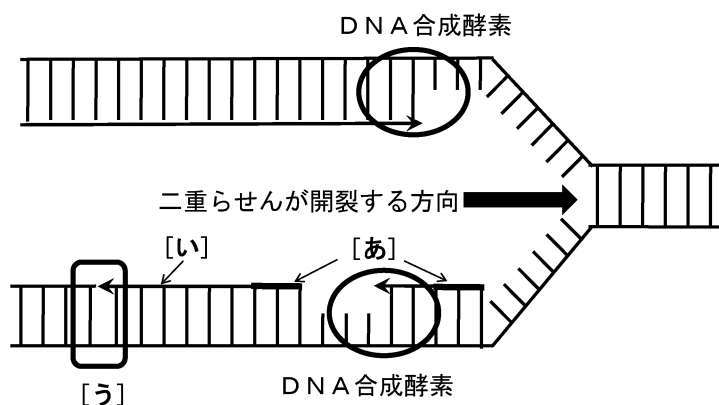


図7 DNA複製の様子

11. 文章中の[あ]～[う]に当てはまる言葉として、適切な組み合わせを下記から選び、解答欄 に記せ.

- a. [あ] 岡崎フラグメント [い] RNA (プライマー)
[う] リボソーム
- b. [あ] RNA (プライマー) [い] 岡崎フラグメント
[う] リボソーム
- c. [あ] 岡崎フラグメント [い] RNA (プライマー)
[う] DNAリガーゼ
- d. [あ] RNA (プライマー) [い] 岡崎フラグメント
[う] DNAリガーゼ

12. 文章中の [え], [お] に当てはまる言葉として、適切な組み合わせを下記から選び、解答欄 に記せ.

- a. [え] センス鎖 [お] アンチセンス鎖
- b. [え] アンチセンス鎖 [お] センス鎖
- c. [え] リーディング鎖 [お] ラギング鎖
- d. [え] ラギング鎖 [お] リーディング鎖

13. 上記の文章中の下線部 5' から 3' の方向へのみヌクレオチド鎖を伸長するDNA合成酵素 (ポリメラーゼ) の働きについて、下記の文章中の [か], [き] に当てはまる言葉として、適切な組み合わせを下記から選び、解答欄 に記せ.

伸長中のヌクレオチド鎖の最後尾のヌクレオチドの [か] に、鋳型鎖に相補結合した次のヌクレオチドの [き] を結合する反応を触媒する.

- a. [か] 糖の 5' 末端 [き] 3' 末端のリン酸
- b. [か] 糖の 3' 末端 [き] 5' 末端のリン酸
- c. [か] 5' 末端のリン酸 [き] 3' 末端の糖
- d. [か] 3' 末端のリン酸 [き] 5' 末端の糖

ワトソンとクリックは 1953 年、英科学雑誌に DNA の分子構造が二重らせん構造であると発表した。その中ではこの構造こそが DNA 複製の様式を示唆していると述べている。つまり複製期には DNA の 2 本の鎖がほどけ、それぞれの鎖を鋳型鎖（もとの DNA のヌクレオチド鎖）にして A と T、G と C が対合するように新生鎖（伸長中のヌクレオチド鎖）が合成されるというモデルであった。メセルソンとスタールは、窒素を ^{14}N より重い同位体である ^{15}N に置き換えた窒素源を含む培地で大腸菌を培養すると、複製に際し合成された鎖には ^{15}N が取り込まれ、複製の前後で親 DNA 分子と娘 DNA 分子の重さを区別できると考え、この方法で半保存的複製という DNA の複製様式を解明した。

14. まず大腸菌を ^{15}N の窒素源のみを含む培地で長時間培養して、次にこの大腸菌を ^{14}N の窒素源のみを含む培地で一斉に分裂させ、2 回目の分裂後、再度、 ^{15}N の窒素源のみを含む培地で 2 回分裂させ、DNA を抽出した。抽出した DNA の中で、重い DNA : 中間の重さの DNA : 軽い DNA の比はどうなるか。最も適切なものを選び、解答欄

ス

 に記せ。

- a. 9:7:0
- b. 0:1:7
- c. 3:1:0
- d. 5:3:0

(このページは空白です.)

(このページは空白です.)

(このページは空白です.)

解答上の注意

1. 問題の文中の ア，イ などには，特別の指示がない限り，文字（a～d）または数字（0～9）のいずれか一つが入ります．それらを解答カードの解答欄にマークして答えて下さい．
2. 問題の文中の A，B などには，記述式の解答が入ります．それらを解答カードの解答欄の枠からはみ出さないように，明瞭に記入して下さい．
3. 分数形で解答する場合は，それ以上約分できない形で答えて下さい．例えば， $\frac{2}{3}$ と答えるところを $\frac{4}{6}$ のように答えてはいけません．
4. 根号を含む形で解答する場合は，根号の中に現れる正の整数が最小となる形で答えて下さい．例えば， $6\sqrt{2}$ ， $\frac{\sqrt{17}}{3}$ と答えるところを， $3\sqrt{8}$ ， $\frac{\sqrt{68}}{6}$ のように答えてはいけません．

1つに マーク		ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ	コ	サ	シ	ス	セ	ソ	タ	チ	ツ	テ	ト	A	B	C	D	E
〇	〇	数	学	数	学	数	学	数	学	数	学	数	学	数	学	数	学	数	学	数	学					
〇	〇	物	理	物	理	物	理	物	理	物	理	物	理	物	理	物	理	物	理	物	理					