

入 学 試 験 問 題 (1 次)

理 科

令和 7 年 1 月 27 日

10 時 50 分—12 時 10 分

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないこと。
- 2 この問題冊子は表紙・白紙を除き 47 ページ(物理 1～9 ページ, 化学 10～22 ページ, 生物 23～47 ページ)である。落丁, 乱丁, 印刷不鮮明の箇所等があった場合は申し出ること。
- 3 物理, 化学, 生物のうちからあらかじめ入学志願票に記入した 2 科目を解答すること。
- 4 解答には必ず黒鉛筆(またはシャープペンシル)を使用すること。
- 5 解答は, 各設問ごとに一つだけ選び, 解答用紙の所定の解答欄の該当する記号を塗りつぶすこと。
- 6 解答を訂正する場合は, 消しゴムできれいに消すこと。
- 7 解答用紙の解答欄は, 左から物理, 化学, 生物の順番になっているので, マークする科目の解答欄を間違えないように注意すること。
- 8 監督員の指示に従って, 問題冊子の表紙の指定欄に受験番号を記入し, 解答用紙の指定欄に受験番号, 受験番号のマーク, 氏名を記入すること。「志願票に記入した科目を 2 つマークしなさい」の欄には, 入学志願票と同じ科目にマークすること。
- 9 この問題冊子の余白は, 草稿用に使用してよい。ただし, 切り離してはならない。
- 10 解答用紙およびこの問題冊子は, 持ち帰ってはならない。

受験番号					
------	--	--	--	--	--

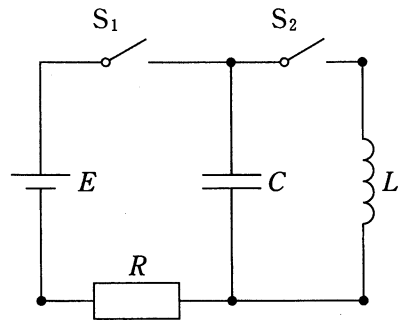
上の枠内に受験番号を記入しなさい。

物 理

設問ごとに、与えられた選択肢の中から最も適当なものを一つ選べ。

次の文章を読み、以下の問い(問題1～3)に答えよ。

起電力 E の電池、抵抗値 R の電気抵抗、電気容量 C のコンデンサー、自己インダクタンス L のコイルとスイッチ S_1 , S_2 を図のように接続した回路がある。最初、スイッチ S_1 , S_2 は開いており、コンデンサーには電荷が蓄えられていないものとする。スイッチ S_2 は開いた状態で、スイッチ S_1 を閉じてから十分な時間が過ぎた後、スイッチ S_1 を開いた。



1 コンデンサーに蓄えられた静電エネルギーはいくらか。

- ㉞ $\frac{CE}{2}$ ㉠ $\frac{CE^2}{2}$ ㉡ $\frac{CE}{2R}$ ㉢ $\frac{CE^2}{2R}$ ㉣ CE

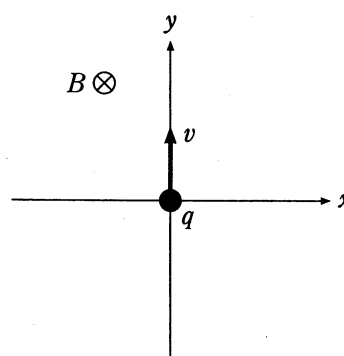
2 次に、スイッチ S_1 は開いたまま、スイッチ S_2 を閉じるとコイルに電流が流れ始めた。スイッチ S_2 を閉じてから、コンデンサーに蓄えられている電気量が初めて最初の半分に減るまでの時間を τ とし、そのときコイルを流れる電流を I_τ とする。また、スイッチ S_2 を閉じた後、コイルを流れる電流の最大値を $I_{\max}$ とする。 $\frac{I_\tau}{I_{\max}}$ はいくらか。

- ㉞ $\frac{1}{4}$ ㉠ $\frac{1}{2}$ ㉡ $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ㉢ $\frac{3}{4}$ ㉣ $\frac{\sqrt{3}}{2}$

3 τ はいくらか。

- ㉞ $\frac{\pi\sqrt{LC}}{8}$ ㉟ $\frac{\pi\sqrt{LC}}{6}$ ㊱ $\frac{\pi\sqrt{LC}}{4}$ ㊲ $\frac{\pi\sqrt{LC}}{3}$ ㊳ $\frac{\pi\sqrt{LC}}{2}$

4 図のように，磁束密度 B の一様な磁場が紙面の表から裏へ垂直にかけられており， xy 平面の原点に置かれた質量 m ，電気量 $q(>0)$ の粒子が y 軸の正方向に初速度の大きさ v で発射された。粒子が再び x 軸上に戻るまでに要する時間はいくらか。重力と空気抵抗の影響は無視できるものとする。



- ㉞ $\frac{\pi m}{qB}$ ㉟ $\frac{2\pi m}{qB}$ ㊱ $\frac{2\pi mv}{qB}$ ㊲ $\frac{qB}{2\pi mv}$ ㊳ $\frac{qB}{2\pi m}$

5 100 回巻きのコイルの断面を貫く磁束が 0.10 秒の間に一定の割合で変化した。このとき，コイルの両端に発生する誘導起電力の大きさは 2.0 V であった。0.10 秒の間に変化した磁束密度の大きさは何 T か。ただし，コイルの断面積は $4.0 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ である。

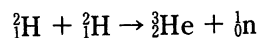
- ㉞ 0.10 ㉟ 0.20 ㊱ 0.30 ㊲ 0.40 ㊳ 0.50

6 材質、形状、大きさの等しい三つの金属小球 A, B, C がある。A と B に等しい負の電気量を与え、真空中の 2 点 P_A と P_B にそれぞれ固定すると、両小球の間に大きさ F の静電気力(斥力)がはたらいた。次に、帯電していない C を A に接触させた後、再び離すと、C と A のもつ電気量は等しくなった。C を P_A と P_B の中点に置いたとき、C にはたらく静電気力の合力の方向と大きさとして正しいものはどれか。

- ㉞ C から P_A に向かう方向で、大きさは F
- ㉟ C から P_B に向かう方向で、大きさは F
- ㊱ C から P_A に向かう方向で、大きさは $2F$
- ㊲ C から P_B に向かう方向で、大きさは $2F$
- ㊳ 合力は 0

次の文章を読み、以下の問い(問題 7, 8)に答えよ。

2 個の重陽子(${}^2_1\text{H}$)が結合して、質量数 3 のヘリウム原子核(${}^3_2\text{He}$)と中性子(${}_0^1\text{n}$)になり、3.27 MeV の核エネルギーが放出される以下の核融合反応がある。



${}^2_1\text{H}$ の核子 1 個当たりの結合エネルギーを 1.11 MeV とする。MeV は 10^6 eV を表す。また、1 eV は 1.60×10^{-19} J とし、光の速さを 3.00×10^8 m/s とする。

7 ${}^3_2\text{He}$ の核子 1 個当たりの結合エネルギーは何 MeV か。

- ㉞ 0.390 ㉟ 2.16 ㊱ 2.57 ㊲ 4.38 ㊳ 5.49

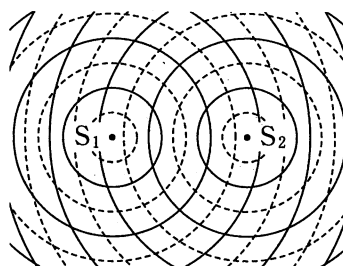
8 ${}^3_2\text{He}$ の質量欠損は何 kg か。

- ㉞ 3.84×10^{-30} ㉟ 7.79×10^{-30} ㊱ 9.76×10^{-30}
- ㊲ 1.37×10^{-29} ㊳ 1.83×10^{-29}

9 半減期 11 日で α 崩壊を起こす ^{223}Ra (質量数 223 のラジウム) は、体内でカルシウムと似た化学的挙動を示すため、カルシウムの取り込みが活発な骨に転移したがんを治療する放射性医薬品として用いられている。24 mg の ^{223}Ra が 33 日経過したとき、残っている ^{223}Ra は何 mg か。

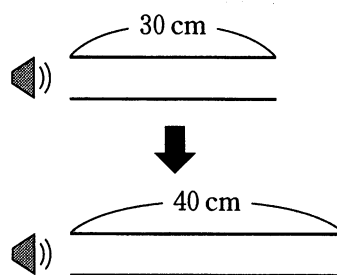
- ㊦ 1.0 ㊧ 2.0 ㊨ 3.0 ㊩ 4.0 ㊪ 6.0

10 図のように、水面上で二つの波源 S_1 と S_2 から、同じ振幅、同じ波長の同位相の波が出て、波源を中心に円形の波紋が広がっている。図の実線はある瞬間における波の山の波面、破線は谷の波面を表している。以下の記述のうち間違っているものはどれか。



- ㊦ 波源 S_1 と S_2 の間には、弱め合う点を連ねた線(節線)が偶数本ある。
 ㊧ 波源 S_1 と S_2 の間には、強め合う点を連ねた線(腹線)が奇数本ある。
 ㊨ 腹線上で山と山が重なってできる大きな山の位置は時間が経過しても動かない。
 ㊩ 節線と腹線は交わらない。
 ㊪ 節線は双曲線になる。

11 図のように、長さを自由に変えることができる開管の一端の外側に小さなスピーカーを置き、一定の振動数 f_0 の音を出した。最初、管の長さを 30 cm にしたところ開管内の気柱が共鳴した。次に、管を徐々に長くしていくと、長さ 40 cm のときにはじめて気柱が共鳴した。 f_0 は何 Hz か。音速を 340 m/s とし、開口端補正は無視できるものとする。



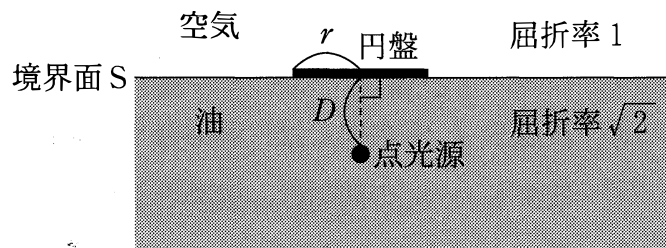
- ㊦ 850 ㊧ 1100 ㊨ 1700 ㊩ 3400 ㊪ 6800

- 12 おんさ A と、振動数 470 Hz のおんさ B を同時に鳴らすと、5 秒間に 20 回のうなりが聞こえた。次に、B に針金を巻き付け振動しにくくすると、A との間のうなりの回数が増えた。A の振動数は何 Hz か。ただし、針金による振動数の変化の大きさは 5 Hz 以下とする。

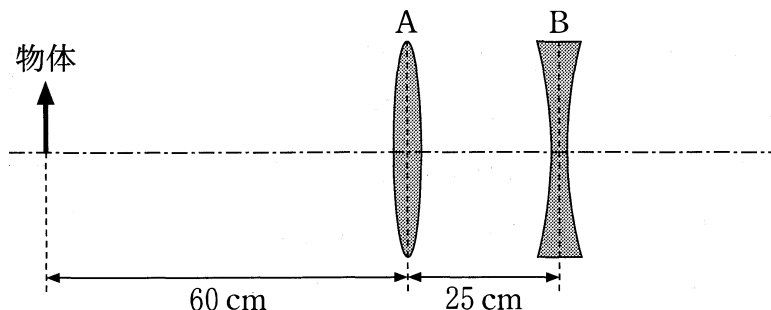
ア 450 イ 466 ウ 470 エ 474 オ 490

- 13 図のように、屈折率 $\sqrt{2}$ の油と屈折率 1 の空気が水平な境界面 S で接しており、油の中には放射状に光を放つ点光源がある。光を通さない半径 r の薄い円盤を S 上に置き、光が空気中に出ないようにしたい。円盤の中心を点光源の鉛直上方、距離 D の位置に置くとき、 r はいくらより大きい必要があるか。

ア $\frac{D}{2}$ イ $\frac{\sqrt{2} D}{2}$
 ウ D エ $\sqrt{2} D$
 オ $2D$



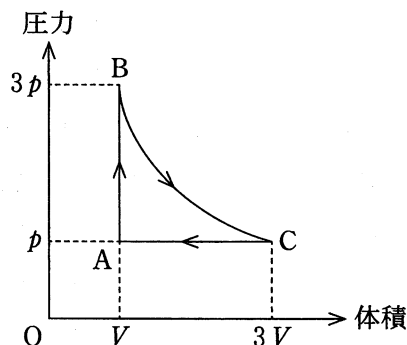
- 14 焦点距離の大きさがそれぞれ 20 cm と 10 cm の薄い凸レンズ A と薄い凹レンズ B がある。図のように、A と B を 25 cm 離して同じ光軸上に置き、レンズ A の前方 60 cm の位置に物体を置く。これら二つのレンズによってできる物体の像の位置は物体の位置から何 cm 離れているか。



ア 90 イ 95 ウ 100 エ 105 オ 110

15 なめらかに動くピストンの付いたシリンダー

の中に一定物質量の単原子分子理想気体が閉じ込められている。この気体を図のように、 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ の順に図中の実線に沿ってゆっくり変化させる。 $A \rightarrow B$ は定積変化、 $B \rightarrow C$ は等温変化、 $C \rightarrow A$ は定圧変化である。このサイクルを熱機関とみなしたときの熱効率はいくらか。ただし、 $B \rightarrow C$ の等温変化で気体が吸収した熱量を $Q (> 0)$ とする。



- ㉞ $\frac{Q - pV}{Q + pV}$ ㉟ $\frac{Q - 2pV}{Q + pV}$ ㊱ $\frac{Q - pV}{Q + 2pV}$
 ㊲ $\frac{Q - pV}{Q + 3pV}$ ㊳ $\frac{Q - 2pV}{Q + 3pV}$

次の文章を読み、以下の問い(問題 16, 17)に答えよ。

断熱材で囲まれた容器に 100 g の水が入っており、全体の温度は 10°C であった。そこに 70°C の水 50 g を加えたところ、全体の温度が 24°C で熱平衡に達した。次に、この中へ 70°C にあたためた 300 g の鉄球を入れた。水の比熱を $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、鉄の比熱を $0.45 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とし、熱の移動は水と容器と鉄球の間でのみ起こったものとする。また、比熱の温度依存性は無視できるものとする。

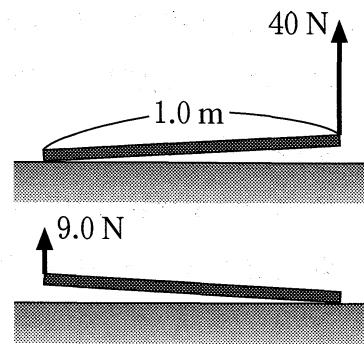
16 容器の熱容量は何 J/K か。

- ㉞ 240 ㉟ 270 ㊱ 300 ㊲ 330 ㊳ 360

17 鉄球を入れた後、熱平衡に達したときの全体の温度は何 $^\circ\text{C}$ か。

- ㉞ 30 ㉟ 35 ㊱ 40 ㊲ 45 ㊳ 50

- 18 密度が不均一な長さ 1.0 m の棒が水平面に置かれている。図のように、この棒の一端に鉛直上向きの力を加えて少し持ち上げた状態を保つには 40 N の力を必要とした。また、もう一端を鉛直に少し持ち上げた状態を保つには 9.0 N の力を必要とした。棒の質量は何 kg か。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

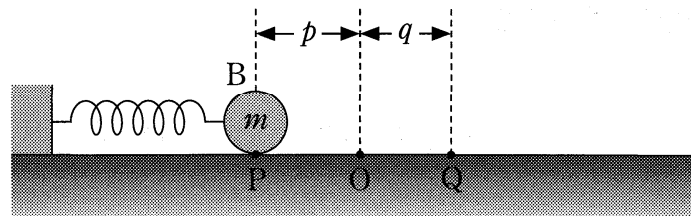


- ㉞ 5.0 ㉟ 8.0 ㊱ 10 ㊲ 12 ㊳ 15
- 19 天体の表面から打ち上げられた物体が、その天体の引力を受けながらも、無限の遠方まで飛んでいくときの最小の初速度の大きさを脱出速度という。地球からの脱出速度は月からのその 4.7 倍であり、地球表面の重力加速度の大きさは月面のその 6.0 倍である。これらのデータから、地球の半径は月の半径の何倍と考えられるか。最も近いものを選び。

- ㉞ 3.5 ㉟ 3.7 ㊱ 3.9 ㊲ 4.1 ㊳ 4.3

次の文章を読み、以下の問い(問題 20～25)に答えよ。

軽いばねの一端に質量 m の小球 B を取り付けて鉛直に吊り下げたところ、ばねは自然の長さ(自然長)から a だけ伸びて静止した。このばねと小球を、図のように、あらい水平面上に置き、ばねの他端を壁に固定する。点 O は、ばねが自然長のときの B の位置であり、点 P は、ばねが自然長から p だけ縮められたときの B の位置である。小球 B と水平面との間の静止摩擦係数と動摩擦係数をそれぞれ μ と μ' とし、重力加速度の大きさを g とする。



- 20 点 P に置かれた B を静かにはなしたところ、B は点 O をこえ、ばねの長さは自然長をこえた。この運動が起こるために p と μ' が満たすべき必要十分条件はどれか。

- ㉠ $p > \frac{1}{4}a\mu'$ ㉡ $p > \frac{1}{2}a\mu'$ ㉢ $p > a\mu'$
 ㉣ $p > 2a\mu'$ ㉤ $p > 4a\mu'$

- 21 点 P から運動を始めた B は点 O をこえた後、点 O から距離 q だけ進んだ点 Q で進行方向を変え、逆向きに進み始めた。この運動が起こるために μ が満たすべき必要十分条件はどれか。

- ㉦ $\mu < \frac{q}{2a}$ ㉧ $\mu < \frac{q}{a}$ ㉨ $\mu < \frac{p-q}{a}$
 ㉩ $\mu < \frac{p+q}{a}$ ㉪ $\mu < \frac{p-q}{2a}$

22 前問の運動が起こるとき、 μ' はいくらか。

㉞ $\frac{q}{2a}$ ㉟ $\frac{q}{a}$ ㊱ $\frac{p-q}{a}$ ㊲ $\frac{p+q}{a}$ ㊳ $\frac{p-q}{2a}$

23 Bが点Pから点Qまで運動する間に、Bの速さが最大となる点を点O'とする。
点Pと点O'の間の距離はいくらか。

㉞ $p-q$ ㉟ q ㊱ $\frac{p+q}{2}$ ㊲ p ㊳ $p+\frac{q}{2}$

24 点O'でのBの速さはいくらか。

㉞ $p\sqrt{\frac{g}{a}}$ ㉟ $\frac{p-q}{2}\sqrt{\frac{g}{a}}$ ㊱ $\frac{p+q}{2}\sqrt{\frac{g}{a}}$
 ㊲ $(p-q)\sqrt{\frac{g}{a}}$ ㊳ $(p+q)\sqrt{\frac{g}{a}}$

25 Bが点Pから点Qまで運動するのに要する時間はいくらか。

㉞ $\pi\sqrt{\frac{a}{g}}$ ㉟ $\pi\sqrt{\frac{a+p}{g}}$ ㊱ $\pi\sqrt{\frac{a+q}{g}}$
 ㊲ $\pi\sqrt{\frac{p-q}{g}}$ ㊳ $\pi\sqrt{\frac{p+q}{g}}$

化 学

設問ごとに与えられた選択肢の中から最も適当なものを一つだけ選び、解答用紙の該当する記号を塗りつぶせ。(原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $S = 32.0$, $Cl = 35.5$, $Cu = 64.0$, $Ag = 108$ とし、理想気体の 0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ における 1 mol の体積は 22.4 L , ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$, 気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$, アボガドロ定数は $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ である。)

1 次の文章のうち正しい記述はいくつあるか。

- ・ヨウ素の放射性同位体 ^{131}I の半減期を 8 日とすると、壊変により ^{131}I が $\frac{1}{8}$ の量になるまでにかかる日数は 32 日である。
- ・原子番号 5, 13, 21 番の原子の価電子の数はすべて同じである。
- ・石英は二酸化ケイ素 SiO_2 のイオン結晶である。
- ・金属結晶に関して、体心立方格子と六方最密構造で配位数は同じである。

㊦ 0 ㊧ 1 ㊨ 2 ㊩ 3 ㊪ 4

凝固点降下について以下の問い(問題 2, 3)に答えよ。

2 次の文章のうち正しい記述はいくつあるか。

- ・不揮発性の非電解質の希薄溶液において、凝固点降下度は溶質の種類に固有である。
- ・溶質が電解質の場合、凝固点降下度は同じ濃度の非電解質水溶液よりも大きくなる。
- ・溶液の凝固が進む間は温度が一定に保たれる。
- ・溶液の凝固開始時の温度を凝固点とする。

㊦ 0 ㊧ 1 ㊨ 2 ㊩ 3 ㊪ 4

3 シクロヘキサン(C_6H_{12})は密度 0.779 g/mL 、凝固点が 6.50°C の物質である。このシクロヘキサン 100 mL に 1.00 g のナフタレン(C_{10}H_8)を溶かしたところ、この溶液の凝固点は 4.50°C となった。シクロヘキサンのモル凝固点降下 [$\text{K}\cdot\text{kg/mol}$] にもっとも近い値はどれか。

- ア 15.6 イ 20.0 ウ 25.6 エ 30.0 オ 35.6

4 ある金属の塩化物 10.0 g を水に溶かした。この水溶液に十分量の硝酸銀水溶液を加えたところ、 13.8 g の塩化銀が沈澱した。この金属は2価陽イオンになるものとする、この金属の原子量はいくらか。

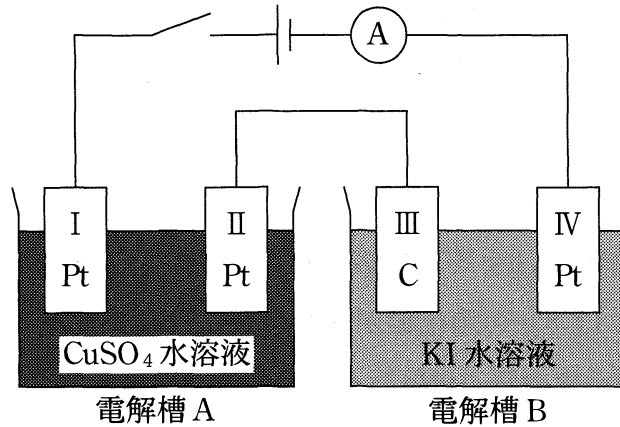
- ア 24.3 イ 40.0 ウ 65.4 エ 119 オ 137

5 硫酸銅(Ⅱ)五水和物 25.0 g をすべて溶かした 60°C の飽和水溶液を調製した。この水溶液を 20°C に冷やすと硫酸銅(Ⅱ)五水和物が何 g 析出するか。もっとも近い値はどれか。ただし、硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 の水への溶解度は 60°C で 40.0 、 20°C で 20.0 とする。

- ア 9.30 イ 10.9 ウ 12.5 エ 14.1 オ 15.7

次の文章を読み、以下の問い(問題6～8)に答えよ。

下図のような電解槽を直列につないだ装置を組み立て、電気分解した。



6 次の文章のうち正しい記述はいくつあるか。

- ・電極Ⅰの質量が減少し、電極Ⅱの質量は増加した。
- ・電極Ⅱでは還元反応、電極Ⅲでは酸化反応が起きた。
- ・電極Ⅲ付近の水溶液が褐色を呈した。
- ・電極Ⅳ付近の水溶液のpHが増加した。
- ・電解槽Aと電解槽Bでは同じ気体が発生した。

ア 1 イ 2 ウ 3 エ 4 オ 5

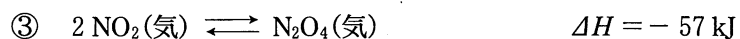
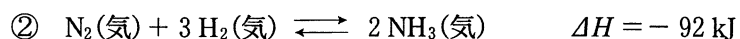
7 0.500 A の電流で【 X 】秒間電気分解すると，電解槽 A で金属が 2.56 g 析出した。このとき，電解槽 B で発生した気体の体積は，27 °C， 1.00×10^5 Pa で【 Y 】L になった。X と Y にもっとも近い値はどれか。ただし，電気分解で発生した気体は水に溶けないものとする。

- ㉞ X = 1.54×10^4 Y = 0.997
- ㉟ X = 1.54×10^4 Y = 1.99
- ㊱ X = 1.54×10^5 Y = 0.498
- ㊲ X = 1.54×10^5 Y = 0.997
- ㊳ X = 1.54×10^5 Y = 1.99

8 問題 7 の電気分解後，電解槽 A には 0.50 L の水溶液が残っていた。この水溶液 50 mL を新しいビーカーに取り出した。このとき，電気分解により pH が変化した水溶液を中和するために適した水溶液と必要な溶液の体積はどれか。

- ㉞ 0.10 mol/L の塩酸，20 mL
- ㉟ 0.10 mol/L の塩酸，40 mL
- ㊱ 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液，20 mL
- ㊲ 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液，40 mL
- ㊳ 0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液，40 mL

9 次の反応①～③が平衡状態に達しているとき、正しいのはどれか。



- ア 圧力を高くすると、①の平衡は右向きに移動する。
イ 触媒を加えると、②の平衡は右向きに移動する。
ウ 加熱すると、②の平衡は右向きに移動する。
エ 体積一定でアルゴンを加えると、③の平衡は右向きに移動する。
オ 冷却すると、③の平衡は右向きに移動する。

10 メタノール (CH_3OH) とエタノール ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) を混合し、完全燃焼させると、
3099 kJ の熱が発生し、126.0 g の水を生じた。燃焼前の混合液の質量(g)を求めよ。
メタノール、エタノールの燃焼エンタルピーは、それぞれ -726.0 kJ/mol 、
 -1368 kJ/mol とする。また、燃焼前の液体に水は含まれないものとする。

- ア 64.00 g イ 87.00 g ウ 92.00 g エ 108.0 g オ 124.0 g

以下の問い(問題 11, 12)に答えよ。

第 2 周期から第 4 周期までの元素を, A から C のグループに分け, 以下の周期表に示した。

族 周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2	A	A											C	C	C	C	C	C
3	A	A											C	C	C	C	C	C
4	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C

A 

B 

C 

11 正しいのはどれか。

- ㊦ A の元素の中で, 炎色反応を示し, イオン化エネルギーがもっとも小さい元素は Li である。
- ㊩ B の元素の最外殻電子の数は, 原子番号が大きくなるほど多くなる。
- ㊴ B には, 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の両方に溶ける元素の単体は含まれない。
- ㊥ C の元素の中で, 地殻中にもっとも多く含まれる元素は Si である。
- ㊸ C には, 不動態を形成するため単体が濃硝酸に溶けない元素が含まれる。

12 グループ C に属する最外殻電子数 8 の元素について正しいのはどれか。

- A : 単体の沸点は, 原子番号が大きくなるほど高い。
- B : 第 2 周期の元素は, 常温・常圧で橙赤色の気体である。
- C : 第 4 周期の元素の電子配置は, N 殻に収容される電子数がもっとも多い。
- D : 第 3 周期の元素は, 空気中の存在量(体積比)が二酸化炭素よりも小さい。
- E : 単体は, 原子 1 個で存在して分子のようにふるまう。

- ㊦ A と E ㊩ B と A ㊴ C と D ㊥ D と E ㊸ B と C

次の文章を読み、以下の問い(問題 13, 14)に答えよ。

Fe^{3+} , Cu^{2+} , Ca^{2+} , Li^{+} , Ag^{+} を含む水溶液に以下の操作を順に行った。

- ・希塩酸を加えて、沈殿 a とろ液 1 に分離した。
- ・ろ液 1 に硫化水素を通じて、沈殿 b とろ液 2 に分離した。
- ・ろ液 2 を加熱し、希硝酸を加えた。
- ・さらにアンモニア水を過剰に加え、沈殿 c とろ液 3 に分離した。
- ・ろ液 3 に炭酸アンモニウム水溶液を加えて、沈殿 d とろ液 4 に分離した。

13 正しいのはどれか。

- ㉖ 沈殿 a はアンモニア水に不溶である。
- ㉗ ろ液 2 には Fe^{2+} が含まれる。
- ㉘ 沈殿 a, b, c, d はすべて色が異なる。
- ㉙ 下線の操作は、硫化水素を濃縮させるために行う。
- ㉚ ろ液 4 に浸した白金線を加熱すると橙色の炎が見られる。

14 沈殿 b に含まれる金属について、正しい記述はいくつあるか。

- ・単体は希塩酸に溶けないが、希硝酸には溶ける。
- ・この金属のイオンを含む水溶液に、少量のアンモニア水を加えると緑白色沈殿を生じる。
- ・水酸化物沈殿に過剰量のアンモニア水を加えると沈殿が溶ける。
- ・単体は熱濃硫酸に酸化されて有色、刺激臭の気体を発生する。

- ㉖ 0 ㉗ 1 ㉘ 2 ㉙ 3 ㉚ 4

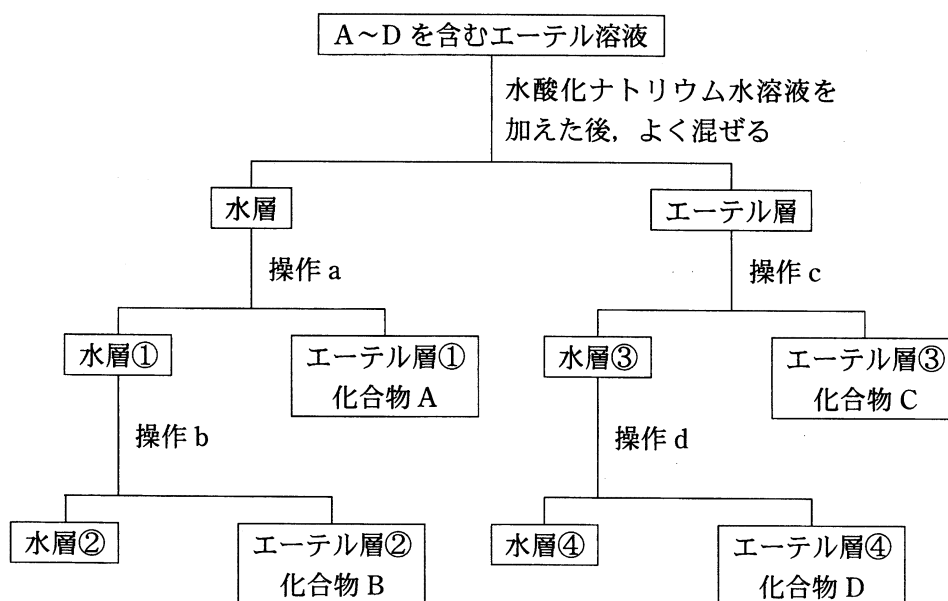
15 以下の反応により， 0°C ， $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 11.2 m^3 のアンモニアを完全に硝酸に変換し，濃度 60.0 % の硝酸を得た。得られた硝酸の質量は何 kg か。

- ① 白金触媒でアンモニアを酸化し，一酸化窒素にした。
 ② 得られた一酸化窒素を酸化して二酸化窒素にした。
 ③ 得られた二酸化窒素を水と反応させ，硝酸を得た。

㉗ 5.25 ㉘ 6.30 ㉙ 52.5 ㉚ 55.0 ㉛ 63.0

次の文章を読み，以下の問い(問題 16，17)に答えよ。

化合物 A～D は，ベンゼン環上に異なる官能基， $-\text{OH}$ ， $-\text{NH}_2$ ， $-\text{NO}_2$ ， $-\text{COOH}$ のいずれか 1 つをもつ。A～D を図のようにエーテルと水溶液による抽出操作によって分離したところ，エーテル層①，②，③，④にそれぞれ A，B，C，D が含まれていた。



16 操作 a～d は(い)～(に)のいずれかである。正しい組み合わせはどれか。

- (い) 塩酸を加えた後、よく混ぜる。
- (ろ) 塩酸を加えた後、エーテルを加え、よく混ぜる。
- (は) 二酸化炭素を吹きこんだ後、エーテルを加え、よく混ぜる。
- (に) 水酸化ナトリウム水溶液を加えた後、エーテルを加え、よく混ぜる。

	a	b	c	d
ア	(は)	(ろ)	(い)	(に)
イ	(い)	(に)	(は)	(ろ)
ウ	(ろ)	(に)	(い)	(は)
エ	(は)	(に)	(い)	(ろ)
オ	(い)	(ろ)	(は)	(に)

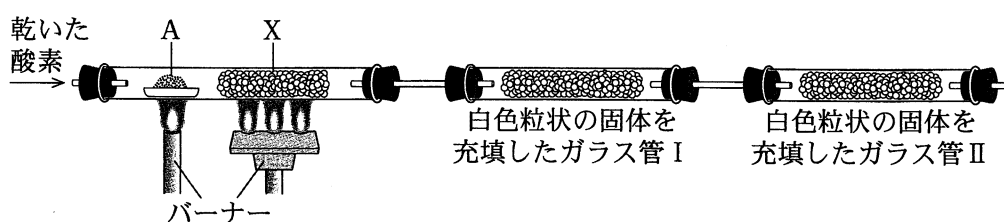
17 化合物 A～D について誤っているのはどれか。

- (い) ベンゼンは A よりも置換反応を受けやすい。
- (ろ) B はトルエンを過マンガン酸カリウム水溶液で酸化すると得られる。
- (は) C は常温で淡黄色の液体である。
- (に) D はさらし粉水溶液を加えると酸化されて、水に不溶の黒色物質を生じる。
- (ほ) C は D の原料となる。

ア (い)と(ろ) イ (は)と(に) ウ (は)と(ほ) エ (ろ)と(ほ) オ (い)と(に)

次の文章を読み、以下の問い(問題 18~20)に答えよ。

炭素、水素、酸素からなる化合物 A, B, C, D および E は互いに構造異性体の関係にある。図のような装置を用いて A の元素分析を行った。



18 X について正しい組み合わせはどれか。

	物質名	役 割
㉖	酸化銅(I)	乾燥剤
㉗	酸化銅(I)	酸化剤
㉘	酸化銅(I)	還元剤
㉙	酸化銅(II)	乾燥剤
㉚	酸化銅(II)	酸化剤

19 7.40 mg の A を完全燃焼させたところ、ガラス管 I と II の質量は、それぞれ 9.00 mg と 17.6 mg 増加した。また、A の分子量は 140 以下であった。A の分子式はどれか。

㉖ C_4H_8O ㉗ $C_4H_{10}O$ ㉘ $C_5H_{12}O$ ㉙ C_7H_8O ㉚ $C_8H_{10}O_2$

20 A～Eに金属ナトリウムを加えると、A、B、C、Dは反応して水素を発生したが、Eは反応しなかった。次に、A、B、C、Dを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液と反応させたところ、A、B、Cは完全に酸化され、それぞれ化合物F、G、Hを生じたが、Dは酸化されにくかった。Fはヨードホルム反応陽性であった。また、Bの沸点はCの沸点よりも低かった。以下の記述で正しいのはどれか。

- (い) Aは不斉炭素原子をもつ。
- (ろ) Cは第一級アルコールである。
- (は) Dは第二級アルコールである。
- (に) Eは水によく溶ける。
- (ほ) GとHは銀鏡反応を示す。

㊦ (い)と(ろ) ㊧ (は)と(に) ㊨ (に)と(ほ) ㊩ (ろ)と(ほ) ㊪ (い)と(は)

糖類①～⑤について、以下の問い(問題21、22)に答えよ。

- ① マルトース
- ② セルロース
- ③ ガラクトース
- ④ デオキシリボース
- ⑤ フルクトース

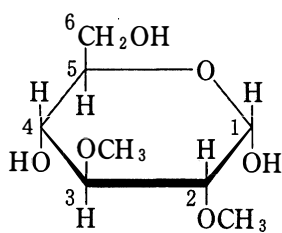
21 1分子中に含まれる炭素数が多い順にならべた。正しいのはどれか。

- ㊦ ② > ① > ③ = ⑤ > ④
- ㊧ ① > ② = ③ > ⑤ > ④
- ㊨ ② > ① > ③ = ④ = ⑤
- ㊩ ② > ① = ③ > ⑤ > ④
- ㊪ ① > ③ = ⑤ > ④ > ②

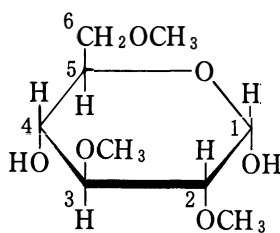
22 正しいのはどれか。

- ㉞ ②は、ヨウ素デンプン反応を示す。
- ㉟ ①～⑤のすべての糖は、水に可溶性である。
- ㊱ ①と②のみ、分子内にグリコシド結合をもつ。
- ㊲ ③と⑤の水溶液は、銀鏡反応陰性である。
- ㊳ ⑤の水溶液のみ、フェーリング液を還元する。

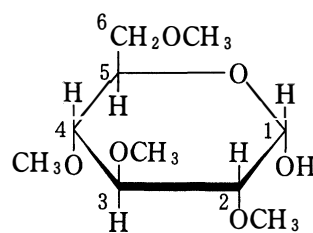
23 あるアミロペクチンをヨウ化メチル(CH_3I)と反応させ、すべてのヒドロキシ基をメチル化したのち、希硫酸でグリコシド結合とグルコースの1位の炭素に結合した $-\text{OCH}_3$ を加水分解したところ、以下の3つの化合物が得られた。このアミロペクチン(平均分子量 3.24×10^5) 20.2 g から A 0.52 g, B 26.6 g, C 0.59 g が得られたとするとこのアミロペクチン1分子中には何ヶ所の枝分かれが存在するか。もっとも近い値を選べ。



A ($\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_6$)



B ($\text{C}_9\text{H}_{18}\text{O}_6$)

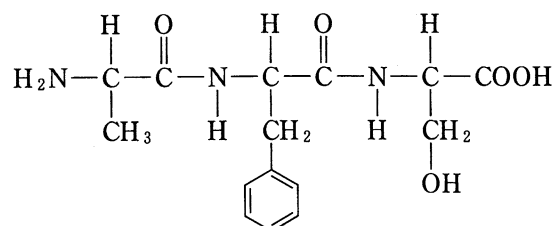


C ($\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_6$)

- ㉞ 20 ㉟ 40 ㊱ 50 ㊲ 80 ㊳ 100

- 24 図に示したペプチド A に含まれるものと同一のアミノ酸で構成されるトリペプチドの異性体はいくつ考えられるか。ただし，鏡像異性体を区別する。

図：ペプチド A



- ㉠ 6 ㉡ 12 ㉢ 24 ㉣ 48 ㉤ 72
- 25 以下の高分子について正しい記述はいくつあるか。

- ・乳酸から合成されるポリ乳酸は生分解性樹脂である。
- ・ポリエチレンは導電性樹脂である。
- ・光硬化性樹脂は，光をあてることにより重合が促進し硬化する。
- ・シリコーンゴムは，不飽和結合をもたないため天然ゴムに比べて劣化しにくい。

- ㉠ 0 ㉡ 1 ㉢ 2 ㉣ 3 ㉤ 4

生 物

設問ごとに、与えられた選択肢の中から最も適当なものを一つ選べ。

1 A～Eの中で正しいものはいくつあるか。

- A 獲得免疫(適応免疫)は、物理的バリアや化学的バリアによって異物の侵入を防ぐ。
- B 自然免疫は、細胞による食作用によって異物を排除する。
- C 獲得免疫(適応免疫)は、非特異的に異物を認識して反応する。
- D 自然免疫は、特定の病原体に対する記憶を持ち、再感染時に反応する。
- E 獲得免疫(適応免疫)は、B細胞とキラーT細胞が働き、自然免疫とは関連しない。

㊦ 0 ㊧ 1 ㊨ 2 ㊩ 3 ㊪ 4

2 アレルギーについて、正しいものはどれか。

- ㊦ 特定の抗原に対するIgG抗体の産生により引き起こされる。
- ㊧ ヘルパーT細胞が、直接アレルゲンを攻撃する。
- ㊨ マスト細胞の表面に結合したIgE抗体が、アレルゲンと結合する。
- ㊩ B細胞がアレルゲンを認識し、抗原提示細胞に抗原を提示する。
- ㊪ 樹状細胞が、IgE抗体を産生する。

3 A さん、B さん、C さんの 3 人に同じ時間に同じ食事をとってもらい、1 日の血糖濃度と血液中のインスリン濃度を測定したところ、図 1 と図 2 の結果が得られた。この実験の考察として最も適当なものはどれか。

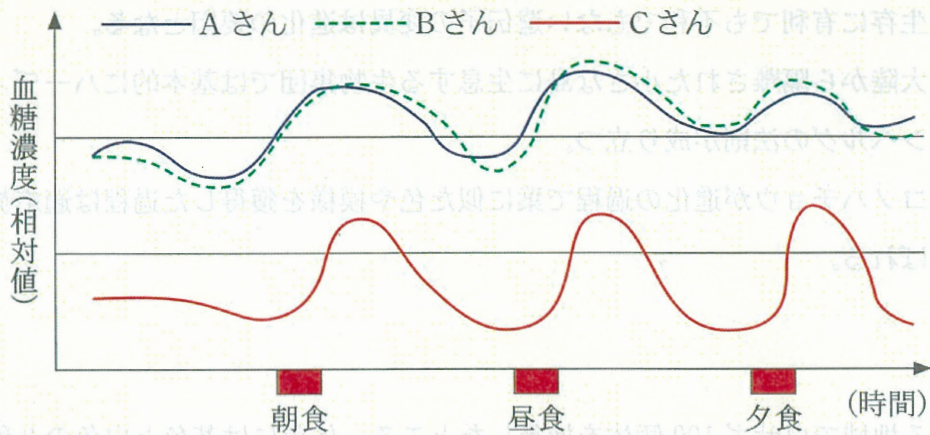


図 1 血糖濃度の変化

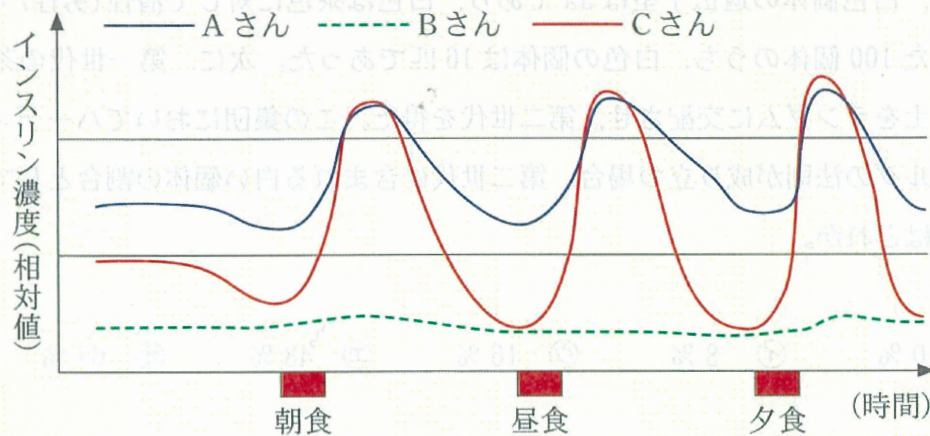


図 2 血液中のインスリン濃度の変化

- ㉗ A さんは、I 型糖尿病である。
- ㉘ B さんは、II 型糖尿病である。
- ㉙ C さんは、細胞内へのグルコースの取り込みに障害がある。
- ㉚ 食後に、A さんにインスリンを投与すると血糖濃度が正常化する。
- ㉛ 食後に、B さんにインスリンを投与すると血糖濃度の最高値が低下する。

4 遺伝子の変化および進化について適当なものはどれか。

- ㉖ 減数分裂の際に組換えが起こると遺伝的多様性が低下する。
- ㉗ 遺伝的浮動の影響は集団の大きさに比例して大きくなる。
- ㉘ 生存に有利でも不利でもない遺伝子の変異は進化の要因となる。
- ㉙ 大陸から隔離された小さな島に生息する生物集団では基本的にハーディ・ワインベルグの法則が成り立つ。
- ㉚ コノハチヨウが進化の過程で葉に似た色や模様を獲得した過程は適応放散とよばれる。

5 ある地域でウサギ 100 個体を捕獲したところ、体色には茶色と白色の 2 種類が存在した。この形質は常染色体上に位置する一対の対立遺伝子(アレル)A と a が決定し、白色個体の遺伝子型は aa であり、白色は茶色に対して潜性(劣性)である。集めた 100 個体のうち、白色の個体は 16 匹であった。次に、第一世代の茶色の個体同士をランダムに交配させ、第二世代を得た。この集団においてハーディ・ワインベルグの法則が成り立つ場合、第二世代に含まれる白い個体の割合として適当なものはどれか。

- ㉖ 0 % ㉗ 8 % ㉘ 16 % ㉙ 48 % ㉚ 64 %

6 ヒトと他の動物種で、タンパク質 A の一次構造中のアミノ酸の違いの数と、ヒトとの共通祖先から分かれてからの時間の関係をグラフにした(図 1)。

このようなグラフを用いると、異なるアミノ酸の数をもとに、ある生物がヒトとの共通祖先から分かれた年代を推定することができる。例えばタンパク質 A のアミノ酸が、ヒトと比べて 30 個異なる生物がいた場合、共通の祖先から分かれたのは約(Ⅰ)億年前と推測できる。ただし、仮に突然変異が他よりも多く起きた動物種があった場合、実際よりも(Ⅱ)見積もられてしまう。また、アミノ酸の変化の起こりやすさはタンパク質ごとに異なり、タンパク質 A に比べて、より生存に重要な分子について同様のグラフを作成した場合、グラフの傾きは(Ⅲ)。

(Ⅰ)から(Ⅲ)に入る語句の組み合わせとして最も適当なものはどれか。

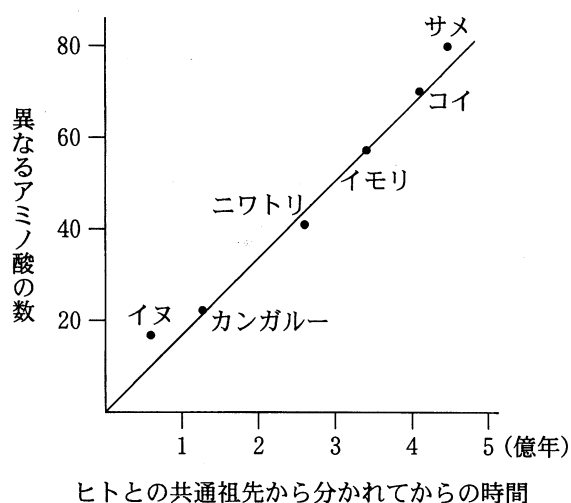


図 1 タンパク質 A の分子時計

	I	Ⅱ	Ⅲ
㊦	2	遠く	より小さくなる
㊧	2	遠く	より大きくなる
㊨	3	近く	より小さくなる
㊩	2	近く	より大きくなる
㊪	1	近く	より小さくなる

次の文章を読み、以下の問い(問題7～9)に答えよ。

微生物は酸素がない状態でも有機物を分解し、ATPを合成する。ワイン作りに利用される酵母は、グルコースを分解してピルビン酸をつくり、ATPを合成する。^(I)その後、脱炭酸酵素と脱水素酵素のはたらきでピルビン酸は二酸化炭素とエタノールに変換される。ヨーグルト作りに利用される乳酸菌では、ピルビン酸は乳酸に変換される。

動物の骨格筋も、酸素不足の状態でもATPを合成することができる。長距離を走ると筋肉で大量のATPを消費する。走行時にATPを合成する経路はおもに3つ^(II)あり、運動開始時からの経過時間に応じて変化する。合成されたATPは骨格筋の収縮に利用される。運動ニューロンの興奮が筋繊維に伝わると、アクチンフィラメントがミオシンフィラメントの間に滑り込み、①ミオシン頭部とアクチンフィラメントの結合、②ミオシン頭部の屈曲によるアクチンフィラメントの滑走、③ミオシン頭部とアクチンフィラメントの解離、④ミオシン頭部の角度の変化をくり返し、^(III)筋収縮が起こる。しかし、走行時に外呼吸が不十分な時間が続くと、エネルギーの供給が不足して十分な収縮ができなくなる。

- 7 下線部(I)において、分解されるグルコースの量的な変化(点線)を図1に示した。
生産されるエタノールの量的な変化は図1の曲線(実線)のどれか。ただし、分子数は最初に加えたグルコースを1.0として、相対値で示している。

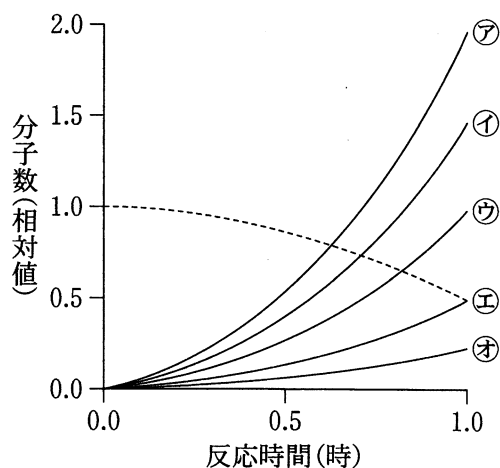


図1 グルコースとエタノールの量的な変化

- 8 下線部(II)について、ATP合成のおもな経路は下記A～Cである。ランニングをする場合、スタート時から利用される順番として正しいものはどれか。なお、走行中の栄養補給はないものとする。

- A 筋肉内のグリコーゲンからATPを合成する経路
- B 筋肉内の酸化的リン酸化によりATPを合成する経路
- C 筋肉内のクレアチンリン酸からATPを合成する経路

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ㉞ A→B→C | ㉟ A→C→B | ㉡ B→A→C |
| ㉢ C→A→B | ㉣ C→B→A | |

9 下線部(Ⅲ)について、ATP が分解された時の放出エネルギーを必要とするのはどれか。

- ア ① イ ①と② ウ ③ エ ③と④ オ ④

10 ヒトの赤血球を生理食塩水に入れて4℃に保存したところ、赤血球内外の Na^+ と K^+ の分布が変化した。その後、37℃に戻して生理食塩水に物質Aを加えたところ、 Na^+ と K^+ の分布が元に戻った。物質Aはどれか。

- ア Na^+ イ K^+ ウ ATP
エ グルコース オ ヘモグロビン

以下のバイオテクノロジー実験に関する問い(問題11~13)に答えよ。

生体内での DNA 複製では(1), (2), (3)が用いられる。PCR 法では高温により二本鎖を解離させ, (2)と(3)を用いて標的 DNA を増幅する。PCR 法で使用する(2)は好熱菌由来のものであり, 生体内で DNA が複製される際は(3)として(4)が用いられる。

遺伝子の解析では, プラスミドとよばれる環状 DNA が用いられることがある。プラスミド A, B, C は緑色蛍光タンパク質(GFP)遺伝子の cDNA とその発現を調節するそれぞれ異なるプロモーター a, b, c, 薬剤 X に対する耐性遺伝子とその発現を活性化するプロモーターを含んでいる(図1)。これらのプラスミドを用いて GFP の発現を指標にプロモーターのはたらきを調べる実験を行った。

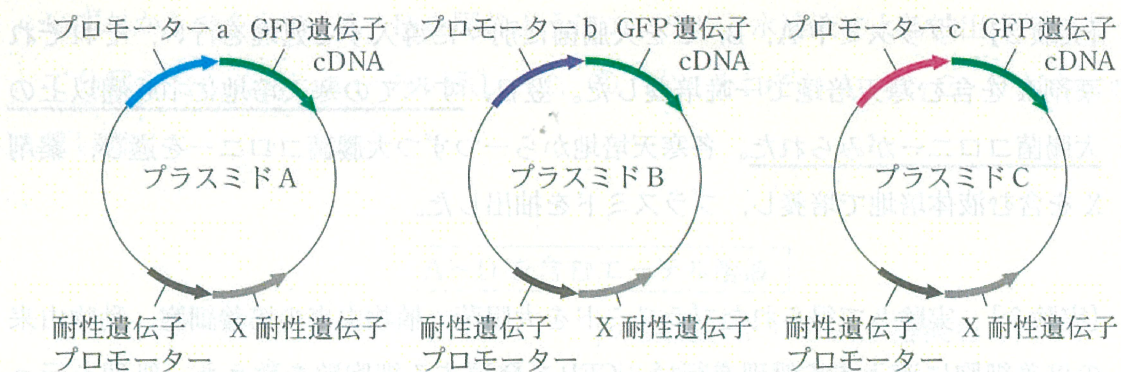


図1 プラスミド A, B, C の模式図

【実験 1】 薬剤 X または薬剤 Y を含む培地で大腸菌，植物由来の培養細胞，動物由来の培養細胞を培養した。薬剤を含まない培地で培養し，生存した細胞数を 100 とした場合，薬剤を含む培地での結果は図 2 のようになった。

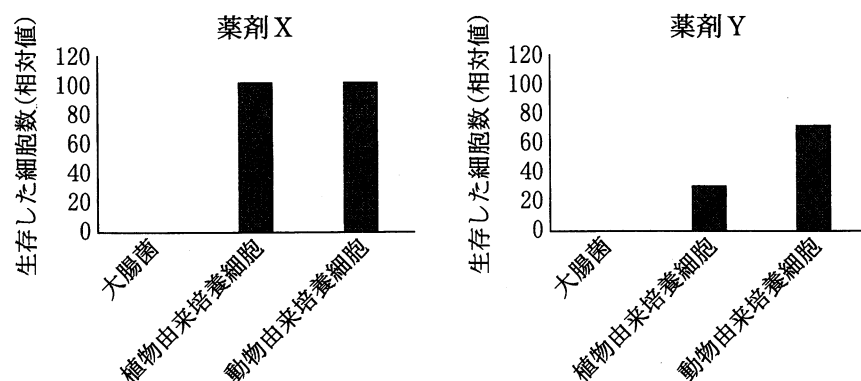


図 2 薬剤 X または Y を加えた培地での細胞数

【実験 2】 プラスミド A, B, C を大腸菌に別々に導入する処理を行い，それぞれ薬剤 X を含む寒天培地で一晚培養した。翌日，すべての寒天培地に 100 個以上の大腸菌コロニーがみられた。各寒天培地から一つずつ大腸菌コロニーを選び，薬剤 X を含む液体培地で培養し，プラスミドを抽出した。

【実験 3】 実験 2 で得られたプラスミドを大腸菌，植物由来の培養細胞，動物由来の培養細胞に導入する処理を行い，GFP を発現する細胞数を数えた。処理を行った細胞 100 個あたり GFP を発現する細胞数は図 3 のようになった。

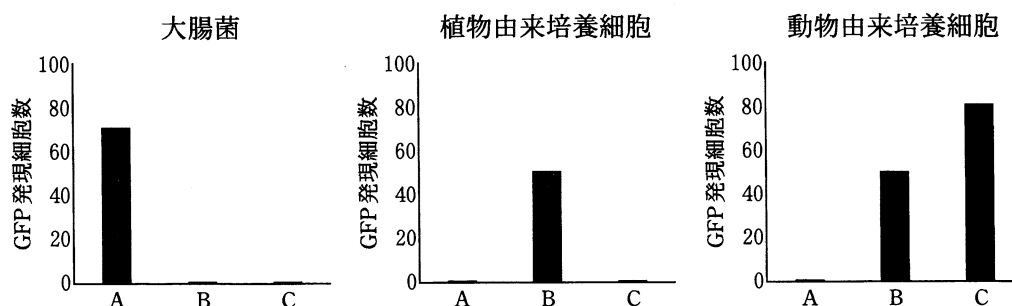


図 3 プラスミド A, B, C を導入する処理を行った細胞における GFP の発現

11 (1)から(4)に入る語句の組み合わせとして最も適当なものはどれか。

	1	2	3	4
㉞	DNA ヘリカーゼ	DNA ポリメラーゼ	プライマー	DNA
㉟	DNA リガーゼ	DNA ポリメラーゼ	DNA ヘリカーゼ	RNA
㊱	DNA リガーゼ	DNA ヘリカーゼ	プライマー	DNA
㊲	DNA リガーゼ	プライマー	DNA ポリメラーゼ	RNA
㊳	DNA ヘリカーゼ	DNA ポリメラーゼ	プライマー	RNA

12 この実験に関連する記述として正しいものはいくつあるか。

- A 下線部のコロニーのうち、GFPを発現しないコロニーにはプラスミドが導入されていない。
- B 下線部のコロニーを作った大腸菌にはプラスミドが導入されている。
- C 実験2で薬剤Xを加えない場合、培地一面に大腸菌が生育する。
- D 実験2で薬剤Xの代わりに薬剤Yを培地に加えると形成されるコロニーがなくなる。

㉞ 0 ㉟ 1 ㊱ 2 ㊲ 3 ㊳ 4

13 この実験に関連する記述として正しいものはいくつあるか。

- A 同じプラスミドを導入した場合、GFPを発現する細胞の割合は大腸菌、植物由来の培養細胞、動物由来の培養細胞で一定である。
- B GFP 遺伝子 cDNA の代わりにインスリン遺伝子 cDNA を挿入したプラスミド A を使うと、大腸菌がインスリン遺伝子を発現すると考えられる。
- C プロモーター b につなげた薬剤 Y を合成する遺伝子を植物のゲノムに挿入すると、大腸菌に対する抵抗性が失われる。
- D ある遺伝子 z が欠失しているために早期に死亡する系統のマウスがいる。このマウスのゲノムに、プロモーター c につなげた z 遺伝子を挿入すると、寿命が延びる可能性がある。

㉞ 0 ㉟ 1 ㊱ 2 ㊲ 3 ㊳ 4

- 14 下記の遺伝子に変異が生じた場合の説明として適当なものはいくつあるか。ただし終止コドンはUAA, UGA, UAGとする。

変異前の遺伝子の開始コドンから終止コドンまでの DNA 配列

5'-ATG/AAG/CTG/CTG/CCG/TCG/GTG/ATC/GAT/CCG/ATC/GAT/CCG/ATC/GGG/TGC/
TTA/AGC/TCT/TTC/TGG/CTC/TGG/TGA-3'

- A 10 番目から 15 番目のアミノ酸をコードする塩基配列の間で一塩基が欠失した場合、変異前より短いタンパク質が合成される。
- B 開始コドンの A が欠失した場合でも、開始コドン直前の塩基配列によってはタンパク質が合成される。
- C 20 番目から 23 番目のアミノ酸をコードする塩基配列の間で一塩基が欠失した場合、変異前に比べて長いタンパク質が合成される。
- D 終止コドンに一塩基の置換が起こった場合、変異前に比べて必ず長いタンパク質が合成される。

㉞ 0 ㉟ 1 ㊱ 2 ㊲ 3 ㊳ 4

次の文章を読み、以下の問い(問題 15～17)に答えよ。

異なる種であるウニ A とウニ B を用い、同種間、異種間の受精について以下の実験を行った。

【実験 1】 ウニ A とウニ B からそれぞれ採卵、採精した。得られた未受精卵を 5000 個ずつ 200 mL ビーカーに入れた。精子は海水 1 mL あたり $1 \times 10^2 \sim 10^8$ 個の 7 段階用意し、ウニ A およびウニ B の卵と混合したところ、図 1 の結果が得られた。

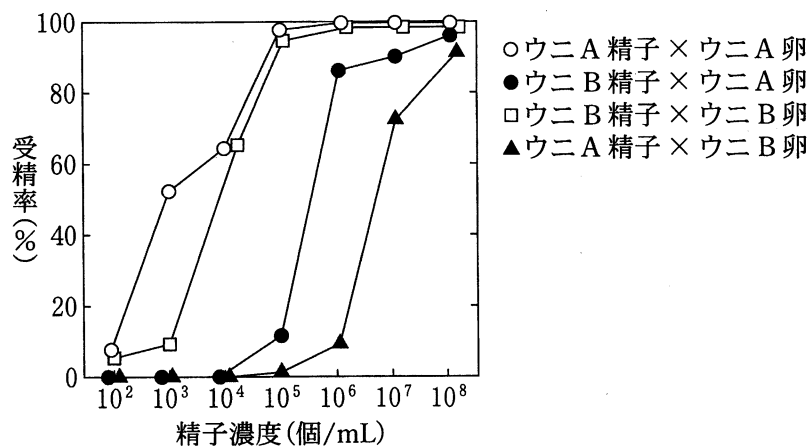


図 1 ウニの精子濃度と受精率の関係

【実験 2】 ウニの受精に対するゼリー層の影響をみるために、未受精卵のゼリー層を単離し、それを高濃度で含む海水(ゼリー海水)を用意した。ウニ A とウニ B から用意したゼリー海水を 10^5 個/mL のウニ A とウニ B の精子とそれぞれ混合したところ、表 1 の結果が得られた。

【実験 3】 ゼリー層を取り除いた未受精卵と精子を混合したところ、どの組み合わせでも先体反応は起こらなかった。

【実験 4】 同種の未受精卵に由来するゼリー海水によって先体突起を形成したウニ A とウニ B の精子(10^5 個/mL)を、ゼリー層を取り除いた未受精卵とそれぞれ混合したところ、表 2 の結果が得られた。

表 1 先体突起を形成した精子の割合

	ウニ A 精子	ウニ B 精子
ウニ A ゼリー海水	90 %	60 %
ウニ B ゼリー海水	10 %	89 %

表 2 受精した卵の割合

	先体突起を形成した精子	
	ウニ A	ウニ B
ゼリー除去卵 A	87 %	9 %
ゼリー除去卵 B	7 %	85 %

15 ウニの受精の過程を早い順に並べたとき 3 番目にくるものはどれか。

- ㊦ 精子頭部でのアクチンフィラメントの伸長
- ① 細胞膜の融合
- ㊵ 表層粒の放出
- ㊥ 卵黄膜の硬化
- ㊵ 卵黄膜の解離

16 実験1～4から導かれる同種のウニの受精に関する考察として正しいものはいくつあるか。

- A 精子濃度を高くしても受精率は上昇しない。
- B 精子の先体反応には未受精卵と精子の融合が必要である。
- C 精子の先体突起形成にはゼリー層が必要である。
- D 受精にはゼリー層が必要である。
- E 未受精卵と先体突起が形成された精子の融合には、ゼリー層が必要である。

㊦ 1 ㊧ 2 ㊨ 3 ㊩ 4 ㊪ 5

17 実験1～4の結果から、実験1の考察として適当なものはどれか。

- a 未受精卵Aと精子Bで受精が起こりにくいのは、精子に先体突起が形成されないためである。
- b 未受精卵Bと精子Aで受精が起こりにくいのは、精子に先体突起が形成されないためである。
- c 未受精卵Aと精子Bで受精が起こりにくいのは、精子に先体突起は形成されるが卵と融合できないためである。
- d 未受精卵Bと精子Aで受精が起こりにくいのは、精子に先体突起は形成されるが卵と融合できないためである。

㊦ aとb ㊧ aとc ㊨ aとd ㊩ bとc ㊪ bとd

18 モノアラガイの貝の巻型は、2種類あり、自然界では右巻きが約98%、左巻きが約2%である。右巻の貝は右旋性の、左巻貝は左旋性のらせん卵割*を生じ巻型の違いを生み出す。巻型は単一の母性効果遺伝子で決定され、母親の遺伝子型に応じて顕性(優性)が右巻き、潜性(劣性)が左巻きの表現型を示す。モノアラガイを用いて以下の実験を行った。

*らせん卵割：細胞分裂面が卵の動植物軸に対して斜めに傾くために、分裂後に生じた割球がらせん状に配向するさま。

【実験】 親の遺伝子型が右あるいは左巻型のドナー巻貝受精卵の細胞質を、それぞれ親の遺伝子型が左あるいは右巻型のレシピエント巻貝受精卵へ注入した。レシピエント巻貝の成体の巻型を表1に示す。

表1 巻貝の細胞質の移植実験

ドナー		レシピエント			レシピエントの巻型	
親遺伝子型	細胞質採取期	親遺伝子型	細胞質注入期	注入容量	右巻き(個体数)	左巻き(個体数)
右巻き	受精卵	左巻き	受精卵	5-15 nL	3	17
				16-30 nL	15	3
左巻き	受精卵	右巻き	受精卵	5-15 nL	8	0
				16-30 nL	11	0
左巻き	受精卵	左巻き	受精卵	16-30 nL	0	12

実験の考察として正しいものはどれか。

- ㊦ 母親が右巻の受精卵の細胞質には、左巻きを決める母性因子がある。
- ㊦ 母親が左巻の受精卵の細胞質には、右巻きを決める母性因子がある。
- ㊦ 母親が左巻の受精卵の細胞質には、左巻きを決める母性因子がある。
- ㊦ 注入する母性因子の量が多いと、巻型が変化しやすい。
- ㊦ レシピエントの発生が進むと、巻型は変化しにくくなる。

19 光を吸収して生物に一定の作用を及ぼす物質を光受容体とよぶ。植物がもつ数種類の光受容体のうちのひとつについて、赤/遠赤色光による分子構造の可逆的変化，吸収スペクトルを図1に示す。

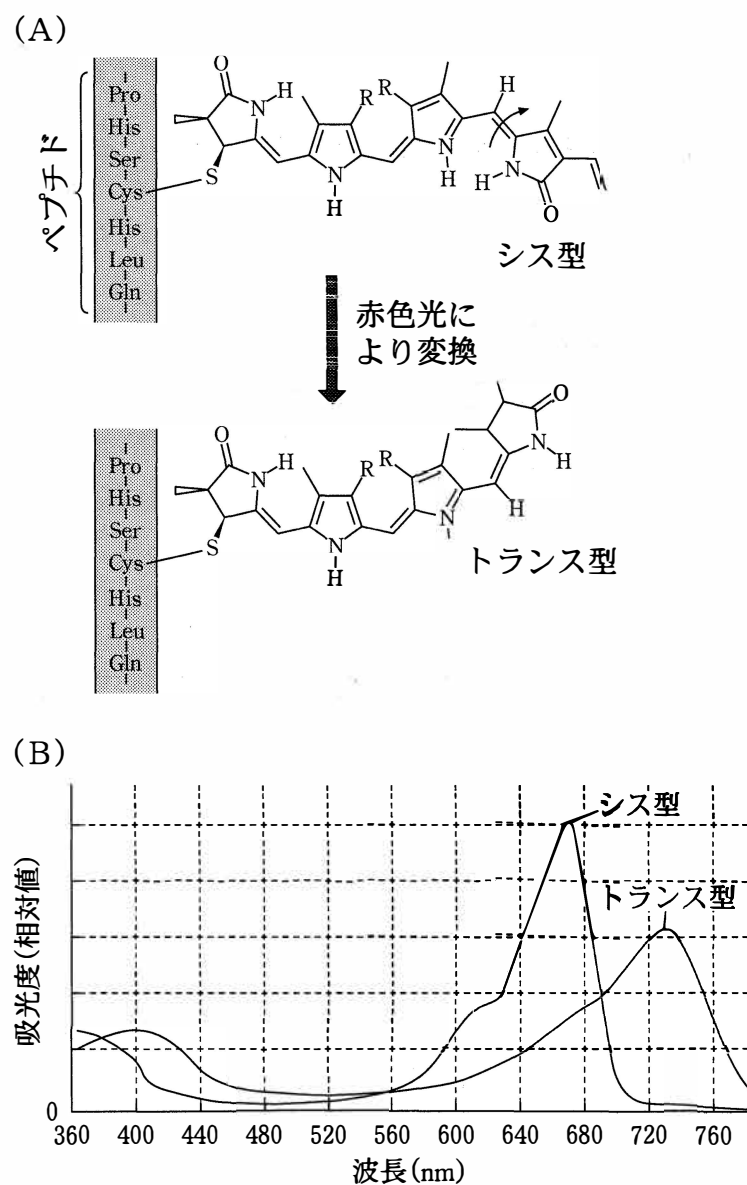


図1 ある光受容体の(A)分子構造の可逆的変化，(B)吸収スペクトル

この光受容体について正しいものはいくつあるか。

- A 花芽形成に重要である。
- B フォトトロピンとよばれる。
- C シス型は気孔を開口させる。
- D トランス型は核の中に移行する。
- E トランス型はジベレリンの合成を抑制する。

㊦ 1以下 ㊧ 2 ㊨ 3 ㊩ 4 ㊪ 5

- 20 図1のように1本の骨格筋繊維と1本の神経繊維とを考える。A 点に電気刺激を加えたところ、筋繊維が収縮した。興奮の伝導について正しいものはいくつあるか。

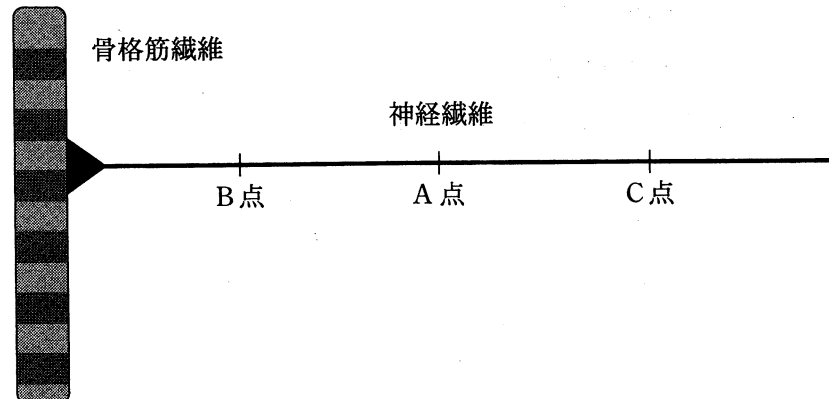


図1 取り出した骨格筋繊維と神経繊維を刺激する実験の模式図

- I 活動電位はB点とC点、どちらにも伝わる。
- II B点での活動電位の大きさは、A点に加えられた刺激の強さに比例する。
- III A点に生じた活動電位の大きさは、B点を通過する時点でも変わらない。
- IV 生体では活動電位は、隣接する神経繊維に伝わり、到達した範囲の骨格筋繊維が同時に収縮する。
- V B点に活動電位が生じるまでの時間は、無髄神経繊維より有髄神経繊維の方が短い。

㊦ 1以下 ㊧ 2 ㊨ 3 ㊩ 4 ㊪ 5

- 21 神経終末に興奮が伝わった後、骨格筋繊維が収縮を開始するまでの過程を下に示した。㉗～㉜のうち誤っているものはどれか。

運動ニューロン終末部からアセチルコリンが放出される。



- ㉗ アセチルコリンが筋繊維の細胞膜に存在する受容体に結合する。



- ㉘ 筋繊維内に Na^+ が流入し、筋繊維の終板部に活動電位が生じる。



- ㉙ 活動電位が細胞膜を伝わり、T管を通じて興奮が筋小胞体に伝わる。



- ㉚ 筋小胞体に存在する Ca^{2+} ポンプによって、筋小胞体から Ca^{2+} が放出される。



- ㉛ Ca^{2+} がトロポニンに結合し、アクチンとミオシンの結合部が露出する。



アクチンフィラメントとミオシンの相互作用が起こり、筋繊維が収縮する。

次の文章【A】と【B】を読み、以下の問い(問題 22～25)に答えよ。

【A】 諏訪湖は 512 km^2 という広大な流域面積を持ち、31 本の河川が流入する。

流出河川は 1 本しかなく、土砂の堆積や人間の活動のために小さく浅くなってきた歴史があり、現在は面積 13.3 km^2 、平均深度 4.7 m である。高度経済成長期に産業排水や生活排水の流入量が増え、水質が急激に悪化し、水面が青緑色になる青粉(アオコ)という現象が発生した。アオコの原因となるシアノバクテリ^(a)アは動物プランクトンに捕食されにくい形状をしている。シアノバクテリアによる悪臭と景観の悪化が問題になり、下水道の整備や窒素とリンを除去する高度処理を含む複数の水質浄化対策が取られた。以降、水質は徐々に改善し、ある年からシアノバクテリアの大量発生は見られなくなり、水質が改善した湖として注目されることになった。

2022 年に諏訪湖を訪れた生物部のアオイさんとミドリさんは、「資料」を見ながら人間の生活が生態系におよぼす影響について話し合った。

ミドリ：図 1 の COD は化学的酸素要求量の略称で水中の有機物による汚濁の程度を示す指標になっていて、環境基準は 3 mg/L だったよね。

アオイ：そう。下水道普及率が高くなって COD は低くなってきた。特にシアノバクテリアの大量発生がなくなった年から環境基準の(b)倍を大きく超えていないね。

ミドリ：本当だ。じゃあ、別のデータも見てみようか。

アオイ：図 2 の窒素と図 3 のリンは栄養塩類でずいぶん濃度は違うけど、どちらも低く抑えられるようになったね。

ミドリ：20 年くらい前から環境基準の(c)倍を大きく超えるようなことはなくなって、4 年前からは両方ともほぼ環境基準程度だ。

アオイ：図 4 の透明度も傾向としては改善してきていて、今年で 10 年連続(d)m 以上を達成できそうだね。じゃあ、水質浄化対策の効果について考えてみようか。

ミドリ：うん、そうしよう。

資料

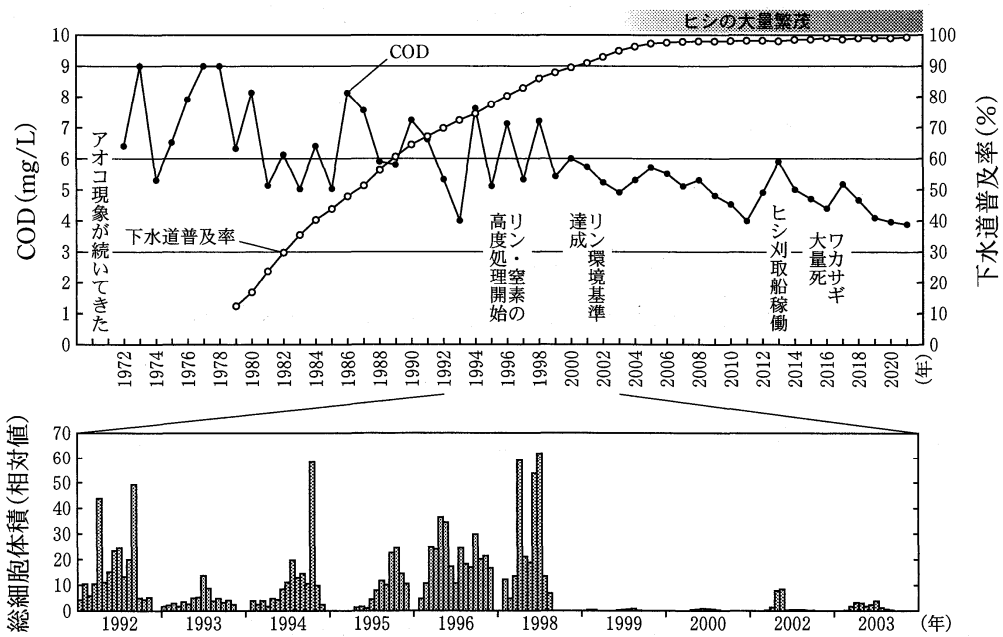


図1 COD, 下水道普及率, シアノバクテリアの総細胞体積

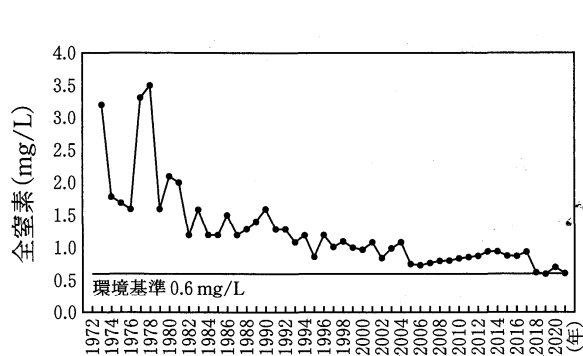


図2 全窒素濃度

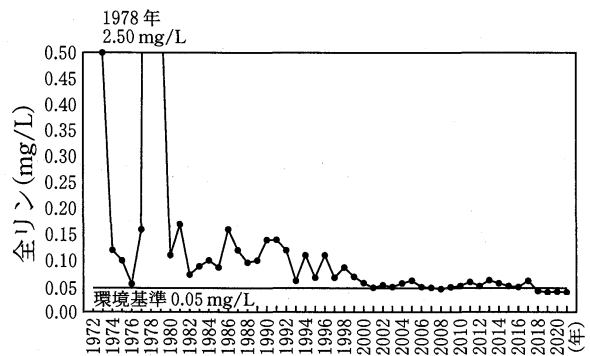


図3 全リン濃度

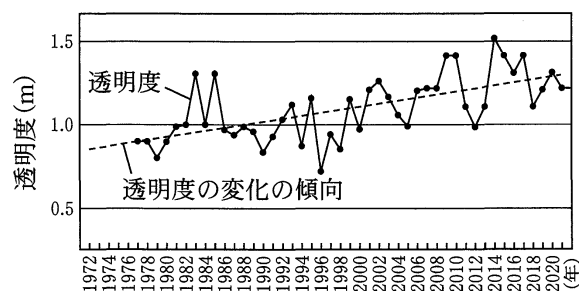


図4 透明度

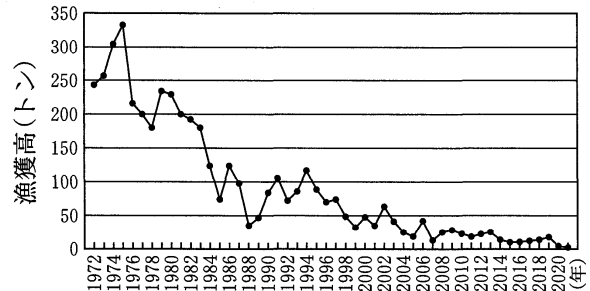


図5 ワカサギの漁獲量

22 下線部(a)の特徴として正しい記述はいくつあるか。

- A 化学合成を行う。
- B クロロフィル a を持つ。
- C ミトコンドリアと葉緑体を持つ。
- D リボソーム RNA の塩基配列は藻類より大腸菌と類似性が高い。

ア 0 イ 1 ウ 2 エ 3 オ 4

23 文章【A】と資料に基づく記述として最も適切なものはどれか。

- ア (b), (c), (d)に当てはまる数字は, 順番に 3, 2, 1 である。
- イ リンの濃度よりも窒素の濃度が COD の値の決定に重要である。
- ウ シアノバクテリアの大量発生は 1993 年に終わった。
- エ 水の透明度の改善が, シアノバクテリア大量発生終了の主要な原因である。
- オ 2021 年でも COD の値が環境基準を上まわっているのは産業排水や生活排水以外の汚濁物質の流入が原因である可能性が高い。

【B】 2人の会話は続く。

アオイ：諏訪湖といえばワカサギだね。

ミドリ：それなのに、水質が改善したら、図5のような結果になったのはどうしてだろう？

アオイ：私は、栄養塩類が少なくなってシアノバクテリアは減ったけど、ワカサギのエサになる動物プランクトンも栄養塩類減少の影響で、少なくなったことが一因だとする記事を見たよ。

ミドリ：その記事の仮説だと、水質改善が(e)漁獲量に影響したということになるのかな。私が見た記事には、底泥の除去や浅瀬の埋め立てによって、水辺の生態系が破壊され、ワカサギの生息場所や(f)が縮小したというものや、浮葉植物のヒシもワカサギが生育しにくい環境を作り出しているというのがあった。あとは、オオクチバスやブルーギルが増えてワカサギ(g)することが影響しているというのと、地球温暖化が諏訪湖の(h)、鳥が冬場でもワカサギを捕食するためというのがあった。

アオイ：殺虫剤の影響も疑われているらしいよ。生態系保全の難しさを痛感するね。

24 (e)に入る記述として最も適当なのはどれか。

- ㉗ 中規模かく乱として作用することで種の多様性を増やして
- ㉘ キーストーン種のシアノバクテリアを減らして
- ㉙ 補償深度を変えて
- ㉚ 環境収容力を低下させて
- ㉛ 人間→シアノバクテリア→動物プランクトン→ワカサギという間接効果によって

- 25 ワカサギの漁獲量が減少した原因に関して、(f)から(h)に入る語句・記述の組み合わせとして最も適当なものはどれか。

	f	g	h
㉞	産卵場所	を捕食	凍結を妨げ
㉟	産卵場所	と競争	水位を低下させ
㊱	貝の生育場所	を捕食	水位を低下させ
㊲	貝の生育場所	と競争	凍結を妨げ
㊳	ニッチ	を捕食	凍結を妨げ