

平成22年度（2010年度）日本留学試験

## 理 科

（ 8 0 分）

## 【物理・化学・生物】

※ 3科目の中から、2科目を選んで解答してください。※ 1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

## I 試験全体に関する注意

1. 係員の許可なしに、部屋の外に出ることはできません。
2. この問題冊子を持ち帰ることはできません。

## II 問題冊子に関する注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見ないでください。
2. 試験開始の合図があったら、下の欄に、受験番号と名前を、受験票と同じように記入してください。
3. 各科目の問題は、以下のページにあります。

科目	ページ
物理	1 ～ 21
化学	23 ～ 32
生物	33 ～ 45

4. 足りないページがあったら手をあげて知らせてください。
5. 問題冊子には、メモや計算などを書いてもいいです。

## III 解答用紙に関する注意

1. 解答は、解答用紙に鉛筆（HB）で記入してください。
2. 各問題には、その解答を記入する行の番号 **1**, **2**, **3** …がついています。解答は、解答用紙（マークシート）の対応する解答欄にマークしてください。
3. 解答用紙に書いてある注意事項も必ず読んでください。

※ 試験開始の合図があったら、必ず受験番号と名前を記入してください。

受 験 番 号			*					*					
名 前													

# 物理

## 「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」、「化学」、「生物」がありますので、この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち、1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

「物理」を解答する場合は、右のように、解答用紙の左上にある「解答科目」の「物理」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。

科目が正しくマークされていないと、採点されません。

< 解答用紙記入例 >		
解答科目 Subject		
物 理 Physics	化 学 Chemistry	生 物 Biology
●	○	○

**I** 2～8ページの問いA(問1)、B(問2)、C(問3)、D(問4)、E(問5)、F(問6)、G(問7)に答えなさい。ただし、重力加速度 (acceleration due to gravity) の大きさを  $g$  とし、空気の抵抗は無視できるものとする。

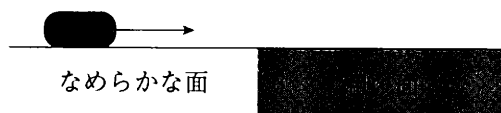
**A** 国際単位系 (SI) では、長さ [m]、質量 [kg]、時間 [s]、電流 [A] が基本単位の一部として使われている。

問1 エネルギーと電圧の単位を、これらの基本単位の組み合わせで表すとどうなるか。  
正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

1

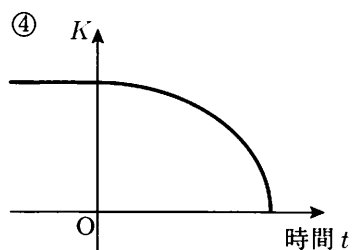
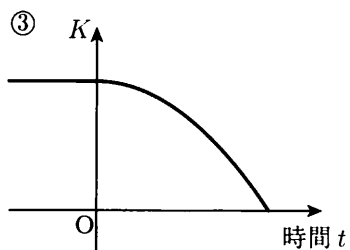
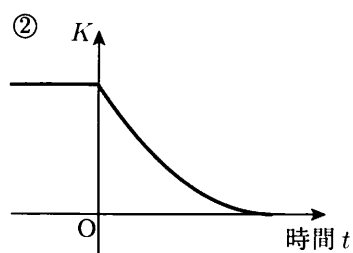
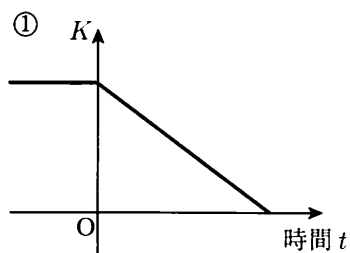
	エネルギー	電圧
①	$[\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{A}^{-1}]$
②	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{A}^{-1}]$
③	$[\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}]$
④	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}]$
⑤	$[\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}]$
⑥	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$	$[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}]$

- B** 次の図のように、小物体 A がなめらかな水平面上を一定の速さで運動している。A は時刻  $t = 0$  に、なめらかな面上から粗い面上に入った。

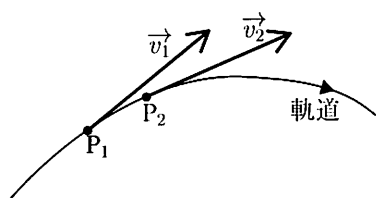


- 問2 A の運動エネルギー  $K$  の時間変化を表すグラフとして、最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

2

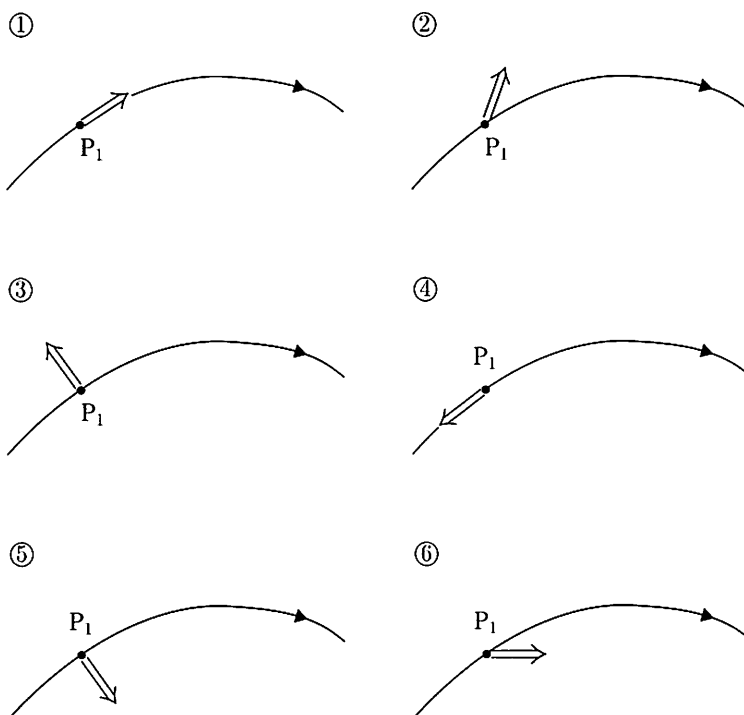


C 次の図は、平面内を運動している物体Aの軌道、ある時刻におけるAの位置 $P_1$ と速度ベクトル $\vec{v}_1$ 、および短い時間 $\Delta t$ 後の位置 $P_2$ と速度ベクトル $\vec{v}_2$ を表している。

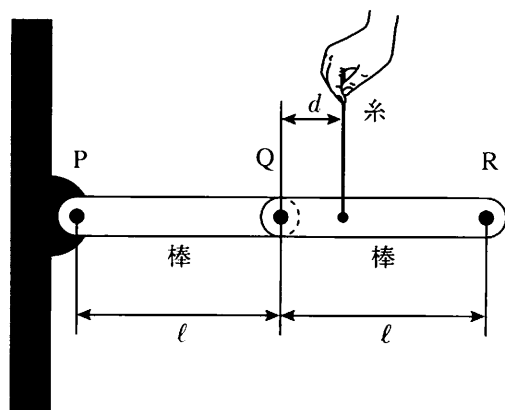


問3  $P_1$ の位置で、Aの速度を変化させる原因となる力の向きを $\Rightarrow$ で表すとどうなるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3



- D** 次の図のように、2本の同じ棒が点Qでつながれ、片方の棒が点Pで壁につながれている。それぞれの棒は鉛直（vertical）面内で、P、Qを中心に自由に回転できる。PとQ、Qと点Rの距離は $\ell$ である。それぞれの棒の重心は、PQの中点、QRの中点にある。右の棒のQから距離 $d$ の位置に糸をつけて鉛直方向に支えたら2本の棒は水平になってつり合った。



問4  $\frac{d}{\ell}$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

4

- ①  $\frac{1}{6}$       ②  $\frac{1}{5}$       ③  $\frac{1}{4}$       ④  $\frac{1}{3}$       ⑤  $\frac{1}{2}$

**E** 次の図1のように、水平な床の上でばねの一端を左側の壁に固定し、他端に小球を取り付けた。ばねが自然長にあるとき、小球と右側の壁までの距離を $d$ とする。次に、図2のようにばねを自然長から $2d$ 縮め、静かに手をはなしたところ、小球はばねから離れることなく運動し、右側の壁に衝突してはねかえった。はねかえり係数を $e$ とし、床との摩擦は無視できるものとする。

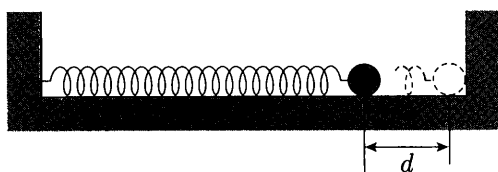


図1

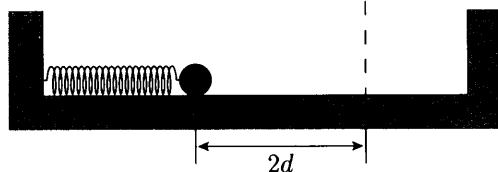


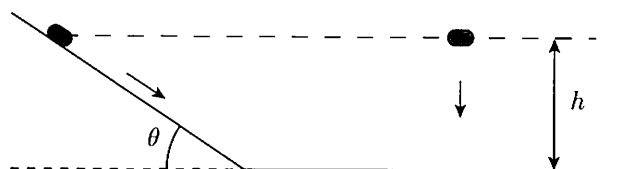
図2

問5 小球がはねかえった後で、ばねが最も縮んだとき、ばねは自然長からどれくらい縮んでいるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

5

- ①  $\sqrt{3}ed$       ②  $2ed$       ③  $\sqrt{1+e^2}d$       ④  $\sqrt{1+3e^2}d$

**F** 次の図のように、小物体が傾斜角 $\theta$ の斜面上を高さ $h$ の位置から初速度0ですべり下りる時間 $t_1$ と、同じ高さ $h$ から初速度0で自由落下する時間 $t_2$ を比較する。小物体と斜面との摩擦はないものとする。



問6  $\frac{t_1}{t_2}$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

**6**

①  $\frac{1}{\sqrt{\sin \theta}}$

②  $\frac{1}{\sin \theta}$

③  $\frac{1}{\sin^2 \theta}$

④ 1

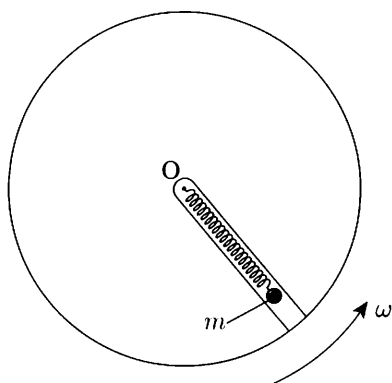
⑤  $\frac{1}{\sqrt{\cos \theta}}$

⑥  $\frac{1}{\cos \theta}$

⑦  $\frac{1}{\cos^2 \theta}$



**G** 次の図は、水平に置かれた円板を上から見た図である。円板には中心  $O$  を通る直線状の溝 (trench) があり、その中に、ばね定数  $k$ 、自然長  $\ell_0$  の軽いばねが置かれている。ばねの一端は  $O$  に固定され、他端には質量  $m$  の小球が取り付けられている。ばねは溝に沿って伸び縮みし、小球も溝に沿ってなめらかに運動できる。この円板が一定の角速度  $\omega$  で  $O$  を中心として図の向きに回転しているとき、小球は円板に対して静止していた。



問7 このときのばねの長さはいくらか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

7

①  $\frac{k\ell_0}{m\omega^2}$

②  $\frac{m\ell_0\omega^2}{k}$

③  $\frac{k\ell_0}{k+m\omega^2}$

④  $\frac{(k+m\omega^2)\ell_0}{k}$

⑤  $\frac{k\ell_0}{k-m\omega^2}$

⑥  $\frac{(k-m\omega^2)\ell_0}{k}$

**Ⅱ**

次の問い **A** (問 1), **B** (問 2), **C** (問 3) に答えなさい。

**A** 70°C, 400 g の水に 0°C の氷を入れたところ、氷は全部融けて、全体が 50°C の水となった。氷の融解熱 (heat of fusion) を  $3.3 \times 10^2 \text{ J/g}$ , 水の比熱 (specific heat) を  $4.2 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$  とする。熱は外部に逃げないものとする。

問 1 入れた氷は何 g か。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。 **8** g

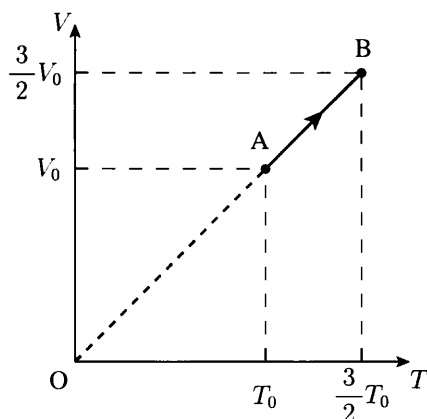
① 31

② 51

③ 62

④  $1.0 \times 10^2$

**B** 次の図は、単原子分子理想気体（monatomic ideal gas）の状態変化  $A \rightarrow B$  を表している。横軸は絶対温度  $T$ ，縦軸は体積  $V$  である。状態  $A$  での気体の絶対温度は  $T_0$ ，体積は  $V_0$ ，圧力は  $p_0$  であり，状態  $B$  での絶対温度は  $\frac{3}{2}T_0$ ，体積は  $\frac{3}{2}V_0$  であった。

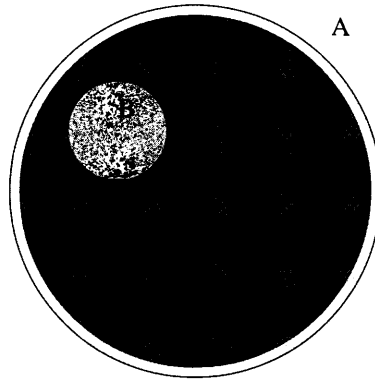


問2 過程  $A \rightarrow B$  において，気体に与えられた熱量はいくらか。正しいものを，次の①～④の中から一つ選びなさい。

9

- ①  $\frac{3}{4}p_0V_0$       ②  $\frac{5}{4}p_0V_0$       ③  $\frac{9}{4}p_0V_0$       ④  $\frac{15}{4}p_0V_0$

- C 次の図のように、熱を伝えない硬い材質で作られた容器A（容積  $V_A$ ）と薄くて硬い材質で作られた容器B（容積  $V_B$ ）がある。BはAの中に入られている。A、Bの中には同じ温度の同じ理想気体（ideal gas）が入っている。Aの中の圧力は  $p_A$ 、Bの栓は閉じられていて中の圧力は  $p_B$  である。Bの厚さと栓の体積は無視できるものとする。



- 問3 Bの栓を開けてじゅうぶん時間がたったとき、気体の圧力はいくらになるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

10

- ①  $p_A + p_B \frac{V_B}{V_A}$       ②  $p_B + p_A \frac{V_A}{V_B}$       ③  $p_A + (p_B - p_A) \frac{V_B}{V_A}$
- ④  $p_B + (p_A - p_B) \frac{V_A}{V_B}$       ⑤  $\frac{1}{V_A + V_B} (p_A V_A + p_B V_B)$       ⑥  $p_A \frac{V_A}{V_B} + p_B \frac{V_B}{V_A}$

Ⅲ

次の問い A（問 1）、B（問 2）、C（問 3）に答えなさい。

A  $x$  軸上を進む正弦波形（sinusoidal wave）をした進行波を考える。図 1 は、時刻  $t = 0$  のときの進行波の波形を表している。図 1 に示した  $x$  軸上の点 A での変位（displacement）を時間  $t$  の関数として表したものが図 2 である。図 1 では 1 つの目盛りが長さ  $a$ ，図 2 では 1 つの目盛りが時間  $b$  である。

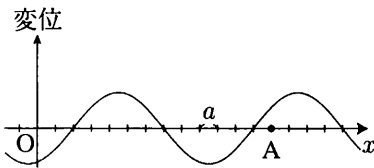


図 1

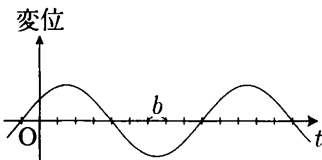


図 2

問 1 この波は  $x$  軸上の正の向きに進んでいるか、負の向きに進んでいるか。また、その速さはいくらか。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 **11**

	進む向き	速さ
①	正	$\frac{a}{2b}$
②	負	$\frac{a}{2b}$
③	正	$\frac{a}{b}$
④	負	$\frac{a}{b}$
⑤	正	$\frac{2a}{b}$
⑥	負	$\frac{2a}{b}$

**B** 次の図1のように、音源 (sound source) からの音を両端が開いている円筒に向け、共鳴する振動数を調べたところ、低い方から3番目に共鳴した振動数が840 Hzであった。

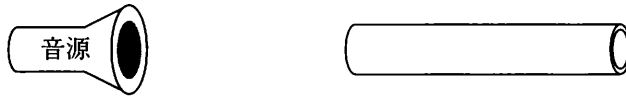


図 1

問2 図2のように、音源から遠い方の円筒の端を閉じて、同様の実験を行うとき、低い方から3番目に共鳴する振動数は何 Hz か。最も適当な値を、以下の①～④の中から一つ選びなさい。ただし、開口端の補正 (open end correction) は無視できるものとする。

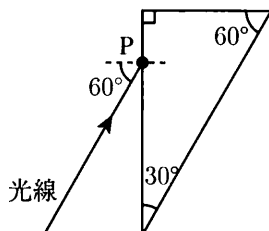
**12** Hz



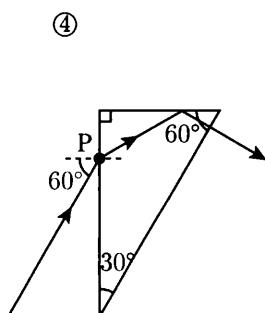
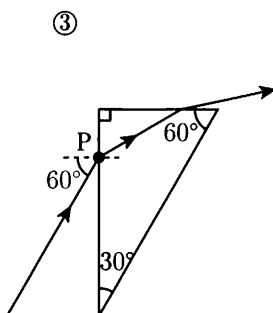
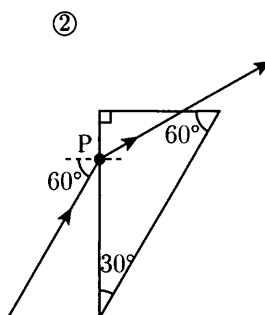
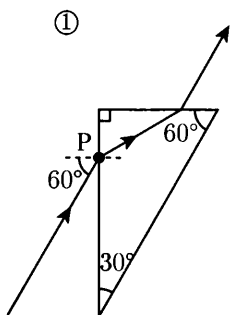
図 2

- ① 560                      ② 700                      ③ 980                      ④ 1120

- C 屈折率 (refractive index)  $1.73 (\simeq \sqrt{3})$  のガラスでできた直角三角柱がある。その頂角は  $30^\circ$  と  $60^\circ$  である。次の図のように、この直角三角柱の点 P に、底面に平行な面内で単色の光線を入射角  $60^\circ$  で入射させた。



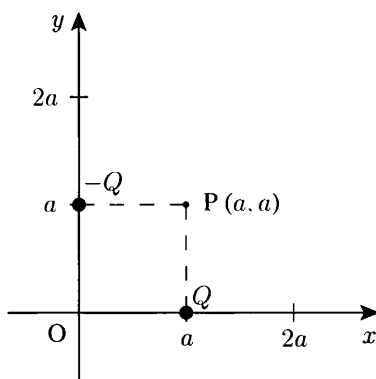
問3 光線の経路として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。 **13**



IV

次の問い A (問 1, 問 2), B (問 3), C (問 4), D (問 5), E (問 6) に答えなさい。

- A** 次の図のように,  $xy$  平面上の点  $(a, 0)$  に電気量  $+Q$  の正の電荷, 点  $(0, a)$  に電気量  $-Q$  の負の電荷を置いた。さらに, 点  $P(a, a)$  からの距離が  $\sqrt{2}a$  のある点 A に電気量  $q$  をもった正の電荷を置いたところ, P での電場が 0 になった。



問 1 A はどこか。正しい座標を, 次の①~④の中から一つ選びなさい。

14

- ①  $(0, 0)$       ②  $(0, 2a)$       ③  $(2a, 2a)$       ④  $(2a, 0)$

問 2  $q$  はいくらか。正しいものを, 次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

15

- ①  $Q$       ②  $\sqrt{2}Q$       ③  $2Q$       ④  $2\sqrt{2}Q$       ⑤  $4Q$



**B** 次の図1のような，極板の面積が $S$ で，極板間の距離が $d$ の平行平板コンデンサー（parallel plate capacitor）がある。このコンデンサーの極板間に，面積 $\frac{S}{2}$ ，厚さ $\frac{d}{2}$ の導体板を図2のように，極板に平行に挿入した。

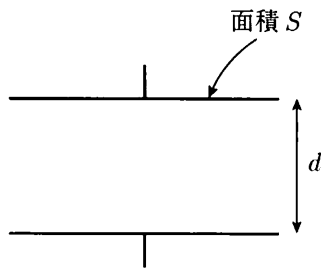


図1

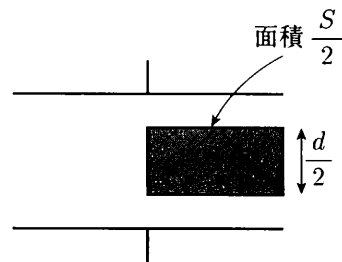


図2

問3 導体板を挿入したコンデンサーの電気容量は，挿入前の電気容量に比べて何倍になったか。最も適当なものを，次の①～④の中から一つ選びなさい。 16 倍

①  $\frac{3}{4}$

②  $\frac{3}{2}$

③ 2

④ 3

**C** 同じ電池2個と同じ抵抗4個を使用して，図1と図2の2つの回路を組み立てた。

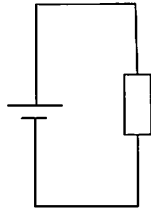


図1

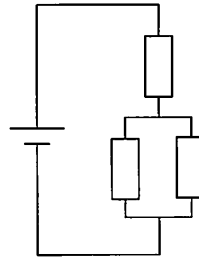


図2

問4 図2の回路中での全抵抗の消費電力は，図1で1個の抵抗が消費する電力の何倍か。  
正しいものを，次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし，電池の内部抵抗は無視  
できるものとする。 17 倍

- ①  $\frac{4}{9}$       ②  $\frac{3}{5}$       ③  $\frac{2}{3}$       ④  $\frac{3}{2}$       ⑤  $\frac{5}{3}$       ⑥  $\frac{9}{4}$

**D** 図1のように、鉄心に導線を巻いたコイルに交流電源とスイッチを接続した。鉄心の右端近くに銅の円環を糸でつり下げた。円環は左右に動くことができる。コイルおよび円環に流れる電流の向きは、図1の鉄心の左端の矢印の向きを正とする。円環の自己インダクタンス (self-inductance) は無視できるものとする。いま、スイッチを入れたところ、コイルには図2のような電流  $I_1$  が流れた。

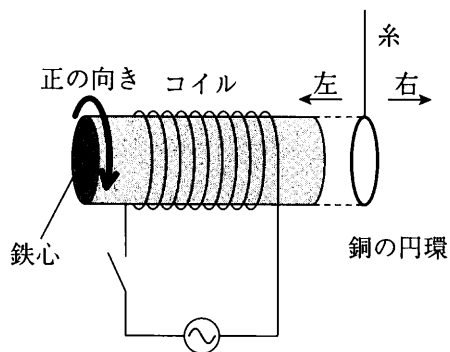


図1

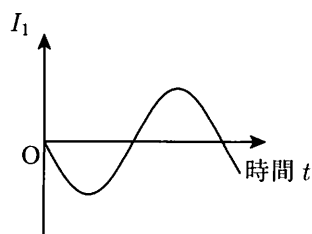
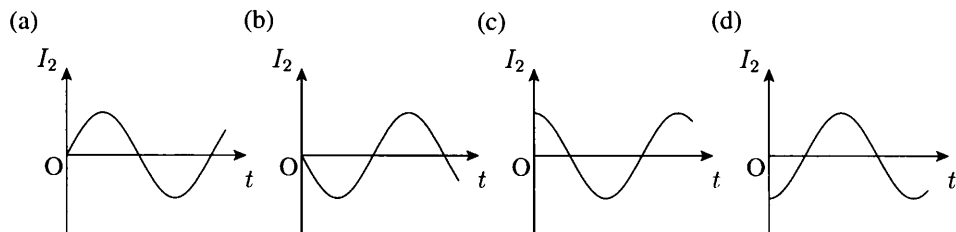


図2

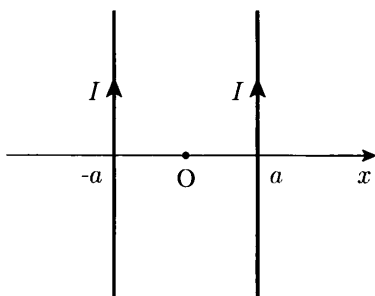
問5 スイッチを入れた直後、円環は左右のどちらの向きに動くか。また、スイッチを入れた後、円環に流れる電流  $I_2$  は時間  $t$  とともにどのように変化するか。円環が動く向きと、 $I_2$  の時間変化を表した次の図の最も適当な組み合わせを、右ページの①～⑧の中から一つ選びなさい。

18



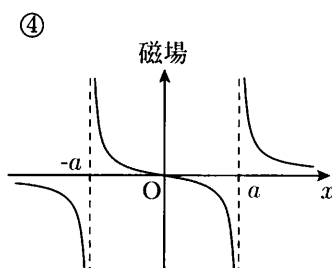
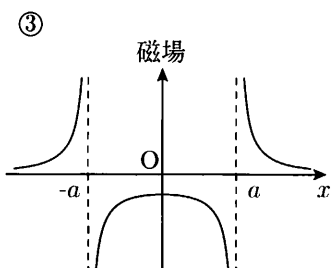
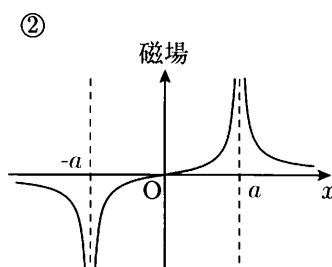
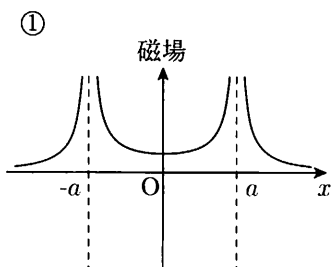
	円環が動く向き	電流の時間変化
①	右	(a)
②	左	(a)
③	右	(b)
④	左	(b)
⑤	右	(c)
⑥	左	(c)
⑦	右	(d)
⑧	左	(d)

**E** 十分に長い2本の直線導線が平行に置かれ、同じ向きに電流  $I$  が流れている。次の図のように、2本の導線を含む平面内で導線に垂直に  $x$  軸をとる。2本の導線から等距離にある  $x$  軸上の点を原点  $O$  とする。



問6 紙面の表から裏への向きを磁場の正の向きとすると、電流が  $x$  軸上につくる磁場を表すグラフはどうか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

19



物理の問題はこれで終わりです。解答欄の **20** ～ **75** はマークしないでください。  
解答用紙左上の科目欄に「物理」が正しくマークしてあるか、もう一度確かめてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。

## 化学

## 「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」、「化学」、「生物」がありますので、この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち、1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

「化学」を解答する場合は、右のように、解答用紙の左上にある「解答科目」の「化学」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。

＜解答用紙記入例＞

解答科目 Subject		
物 理 Physics	化 学 Chemistry	生 物 Biology
○	●	○

**科目が正しくマークされていないと、採点されません。**

計算には次の数値を用いること。また、体積の単位リットル (liter) は L で表す。

標準状態 (standard state) :  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  (= 1.0 atm)

標準状態における気体 1 mol の体積 : 22.4 L

気体定数 (gas constant) :  $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

アボガドロ定数 (Avogadro constant) :  $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

原子量 (atomic weight) : H : 1.0 C : 12 O : 16

問1 次の分子①～⑥のうち、電子 (electron) の総数が最も少ないものを一つ選びなさい。

1

- |                       |                     |                          |
|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| ① 一酸化炭素 $\text{CO}$   | ② 一酸化窒素 $\text{NO}$ | ③ 塩化水素 $\text{HCl}$      |
| ④ 二酸化炭素 $\text{CO}_2$ | ⑤ フッ化水素 $\text{HF}$ | ⑥ ホルムアルデヒド $\text{HCHO}$ |

問2 イオン化エネルギー（第一イオン化エネルギー：first ionization energy）に関する記述として最も適当なものを，次の①～④の中から一つ選びなさい。

**2**

- ① 周期表（periodic table）で同じ族（group）の元素は，イオン化エネルギーが互いに等しい。
- ② 同じ周期（period）の元素は，イオン化エネルギーが等しい。
- ③ 同じ周期の典型元素（main group element）では，1 族の元素より 18 族の元素のほうがイオン化エネルギーは小さい。
- ④ 同じ周期の典型元素では，1 族の元素より 18 族の元素のほうがイオン化エネルギーは大きい。

問3 同素体（allotrope）に関する次の記述(a)～(d)のうち，正しいものの組み合わせを，下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**3**

- (a) 同素体は同じ元素からなるので，その性質に違いはない。
- (b) 水素（hydrogen）と重水素（deuterium）は互いに同素体である。
- (c) 赤リン（red phosphorus）と黄リン（white phosphorus）は互いに同素体である。
- (d) 水と氷は状態の違いであり，互いに同素体ではない。

- ① a, b      ② a, c      ③ a, d      ④ b, c      ⑤ b, d      ⑥ c, d



問4 次の表は元素の周期表（periodic table）の一部である。

族 周期	1	2	13	14	15	16	17	18
1	H							He
2	<b>A</b>			<b>B</b>			<b>C</b>	

表中の **A**～**C** に位置する元素からなる次の物質(a)～(c)は、それぞれどのような種類の化学結合（chemical bond）でできているか。最も適当な組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

- (a) **A** のみからなる物質  
 (b) **B** のみからなる物質  
 (c) **A** と **C** からなる物質

	a	b	c
①	イオン結合	共有結合	金属結合
②	イオン結合	金属結合	共有結合
③	共有結合	イオン結合	金属結合
④	共有結合	金属結合	イオン結合
⑤	金属結合	共有結合	イオン結合
⑥	金属結合	イオン結合	共有結合

注) イオン結合 (ionic bond), 共有結合 (covalent bond), 金属結合 (metallic bond)

問5 次の文章は食酢 (vinegar) の中和滴定 (neutralization titration) について述べたものである。

用いるガラス器具(a)～(d)のうち、洗浄して蒸留水 (distilled water) ですすいだ後、乾燥せずに使用できる器具の組み合わせとして正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5

濃度未知の食酢 10.0 mL を(a)ホールピペット (whole pipet) ではかり取り、(b)メスフラスコ (volumetric flask) に移して蒸留水で 100 mL に希釈 (dilution) した。この薄めた食酢を、ホールピペットを用いて 10.0 mL はかり取り、(c)コニカルビーカー (conical beaker) に移してフェノールフタレイン (phenolphthalein) を 1 滴加えた。この溶液に、(d)ビュレット (buret) を用いて 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq を滴下し、中和点 (point of neutralization) を求めた。



(a)



(b)



(c)



(d)

- ① a, b      ② a, c      ③ a, d      ④ b, c      ⑤ b, d      ⑥ c, d

問6 メタン  $\text{CH}_4$  と水素  $\text{H}_2$  の等モル (equimolar) 混合気体 100 mL を完全に燃焼させるのに必要な同温・同圧の酸素  $\text{O}_2$  の体積として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

6 mL

- ① 50      ② 100      ③ 125      ④ 150      ⑤ 200      ⑥ 250

問7 次の記述①～④の中で、下線部に誤りを含むものを一つ選びなさい。

7

- ① 水の蒸発熱 (heat of vaporization) は  $44 \text{ kJ/mol}$  である。したがって、水蒸気  $18 \text{ g}$  が凝縮 (condensation) するとき、 $44 \text{ kJ}$  の熱を吸収する。
- ② C (黒鉛 (graphite))  $1 \text{ mol}$  が完全燃焼 (complete combustion) するとき、 $394 \text{ kJ}$  の発熱がある。したがって、二酸化炭素  $\text{CO}_2$  の生成熱 (heat of formation) は  $394 \text{ kJ/mol}$  である。
- ③ 標準状態で  $11.2 \text{ L}$  のメタン  $\text{CH}_4$  が完全燃焼すると  $446 \text{ kJ}$  の発熱がある。したがって、メタンの燃焼熱 (heat of combustion) は  $892 \text{ kJ/mol}$  である。
- ④ 強酸 (strong acid) の希薄溶液 (dilute solution) と強塩基 (strong base) の希薄溶液の中和熱 (heat of neutralization) は、強酸や強塩基の種類にかかわらず一定の値である。

問8 次の酸(a)～(e)のうち、弱酸 (weak acid) の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

8

(a)  $\text{CH}_3\text{COOH}$       (b)  $\text{HCl}$       (c)  $\text{HNO}_3$       (d)  $\text{H}_2\text{S}$       (e)  $\text{H}_2\text{SO}_4$

- ① a, c      ② a, d      ③ b, d      ④ b, e      ⑤ c, e

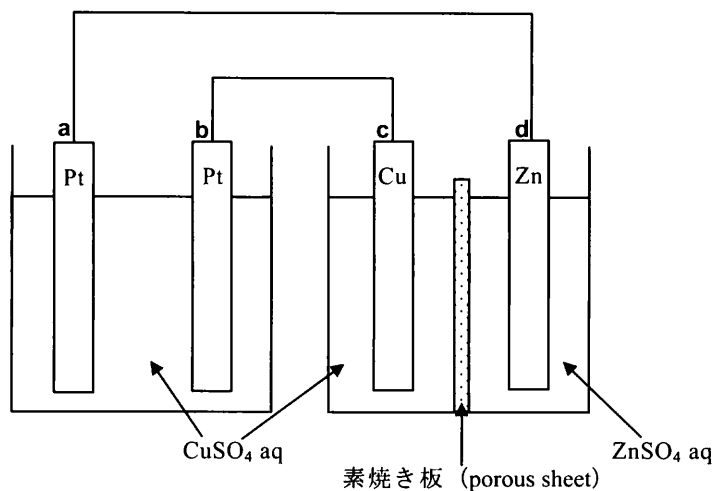
問9 次の化学反応式①～⑤のうち、酸化還元反応 (oxidation-reduction reaction) を一つ選びなさい。

9

- ①  $2\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- ②  $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3$
- ③  $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \longrightarrow [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$
- ④  $\text{NaHSO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$
- ⑤  $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$

問 10 次の図のように四つの電極 (electrode) を接続したとき、銅 Cu が析出 (deposition) する電極の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

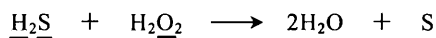
10



- ① a, b      ② a, c      ③ a, d      ④ b, c      ⑤ b, d      ⑥ c, d

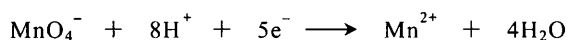
問 11 次の反応で下線部の原子の酸化数 (oxidation number) の変化について最も適当なものを、下の①～⑦の中から一つ選びなさい。

11



	H	S	O
①	変化なし	変化なし	変化なし
②	変化なし	増加する	減少する
③	変化なし	減少する	増加する
④	増加する	変化なし	減少する
⑤	減少する	変化なし	増加する
⑥	増加する	減少する	変化なし
⑦	減少する	増加する	変化なし

問 12 硫酸酸性 (acidified with sulfuric acid) の水溶液中での過マンガン酸イオン  $\text{MnO}_4^-$  は、次の式のように酸化剤 (oxidizing agent) となる。



硫酸酸性の 0.010 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液  $\text{KMnO}_4$  aq 100 mL によって水溶液中の硫酸鉄(II)  $\text{FeSO}_4$  は何 mol 酸化されるか。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**12** mol

- ① 0.0010              ② 0.0020              ③ 0.0025  
④ 0.0050              ⑤ 0.010                ⑥ 0.020

問 13 次の化合物のうち、性質(a)，(b)にあてはまるものはそれぞれいくつあるか。正しい数の組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**13**

$\text{CO}_2$        $\text{MgO}$        $\text{Na}_2\text{O}$        $\text{P}_4\text{O}_{10}$        $\text{SO}_2$

(a) 水に溶けて酸性を示す。

(b) 常温常圧 (normal temperature and pressure) で気体である。

	a	b
①	2	2
②	2	3
③	3	2
④	3	3
⑤	4	2
⑥	4	3

問 14 次の記述(a), (b)にあてはまる金属の組み合わせとして最も適当なものを, 下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

14

(a) 希塩酸 dil. HCl に溶けるが, 濃硝酸 conc. HNO<sub>3</sub> には溶けない。

(b) 希塩酸, 水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq, 濃硝酸のすべてと反応する。

	a	b
①	Al	Zn
②	Cu	Al
③	Fe	Cu
④	Mg	Fe
⑤	Zn	Mg

問 15 次の塩(a)～(f)のうち, 水溶液が色をもつものの組み合わせとして最も適当なものを, 下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15

(a) 塩化亜鉛 ZnCl<sub>2</sub>

(b) 塩化鉄(Ⅲ) FeCl<sub>3</sub>

(c) 炭酸水素ナトリウム NaHCO<sub>3</sub>

(d) ヨウ化カリウム KI

(e) 硫酸亜鉛 ZnSO<sub>4</sub>

(f) 硫酸銅(Ⅱ) CuSO<sub>4</sub>

① a, b

② a, d

③ b, e

④ b, f

⑤ c, d

⑥ e, f

問 16 アセトアルデヒド (acetaldehyde) とアセトン (acetone) についての記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

16

- ① 触媒 (catalyst) を用いてエチレン (ethylene) を酸化すると、アセトアルデヒドが生成する。
- ② アセトアルデヒドにフェーリング液 (Fehling's solution) を加えて熱すると、黄色の酸化銅(Ⅰ)  $\text{Cu}_2\text{O}$  が沈殿 (precipitate) する。
- ③ アセトンは、アセトアルデヒドより沸点 (boiling point) が低い。
- ④ アセトンは、水と混ざりにくい。
- ⑤ アセトンに酸性の条件下でヨウ素  $\text{I}_2$  を作用させると、ヨードホルム (iodoform) が生成する。

問 17 アルカン (alkane)  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  ( $n \geq 2$ ) を完全燃焼 (complete combustion) させる際に、必要な酸素  $\text{O}_2$ 、生成する二酸化炭素  $\text{CO}_2$  および水  $\text{H}_2\text{O}$  の物質質量 (amount of substance) [mol] を大きいものから順に並べたものとして、正しいものを次の①～④の中から一つ選びなさい。

17

- ①  $\text{H}_2\text{O} > \text{CO}_2 > \text{O}_2$       ②  $\text{H}_2\text{O} > \text{O}_2 > \text{CO}_2$
- ③  $\text{O}_2 > \text{CO}_2 > \text{H}_2\text{O}$       ④  $\text{O}_2 > \text{H}_2\text{O} > \text{CO}_2$

問 18 分子式  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$  で表される化合物の異性体 (isomer) の中で、銀鏡反応 (silver mirror test) を示すものはいくつあるか。正しい数を次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、光学異性体 (optical isomer) については考えなくてよい。

18

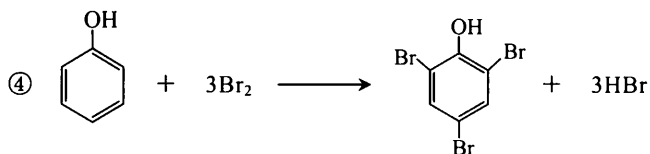
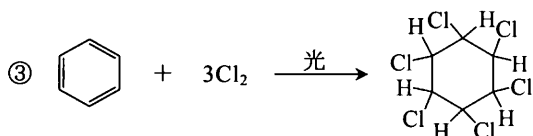
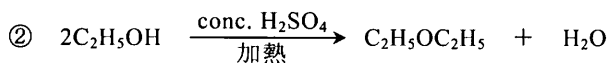
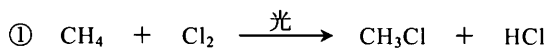
- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5      ⑥ 6

問 19 ベンゼン (benzene) の 3 個の水素原子 H を, 2 個の塩素原子 Cl と 1 個の臭素原子 Br で置換 (substitution) した化合物の構造異性体 (structural isomer) はいくつあるか。  
正しい数を, 次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**19**

- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5      ⑥ 6

問 20 次の反応①～④の中から, 縮合反応 (condensation reaction) であるものを一つ選びなさい。

**20**

化学の問題はこれで終わりです。解答欄の **21** ～ **75** はマークしないでください。  
解答用紙左上の科目欄に「化学」が正しくマークしてあるか, もう一度確かめてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。



# 生物

## 「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」、「化学」、「生物」がありますので、この中から 2 科目を選んで解答してください。選んだ 2 科目のうち、1 科目を解答用紙の表面に解答し、もう 1 科目を裏面に解答してください。

「生物」を解答する場合は、右のように、解答用紙の左上にある「解答科目」の「生物」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。

科目が正しくマークされていないと、採点されません。

＜解答用紙記入例＞

解答科目 Subject		
物 理 Physics	化 学 Chemistry	生 物 Biology
○	○	●

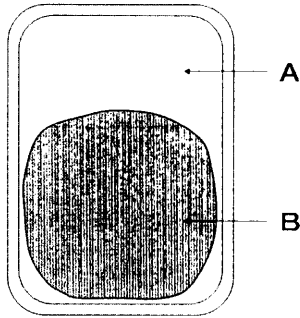
問 1 細胞分裂には、体細胞分裂 (somatic cell division) と減数分裂 (meiosis) がある。次の a～f のうち減数分裂だけに当てはまるものの正しい組み合わせを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

1

- a 細胞分裂後も核相 (nuclear phase) は変わらない。
- b 細胞分裂後に核相は変化する。
- c 相同染色体 (homologous chromosome) の対合 (synapsis) が起こる。
- d 相同染色体の対合は起こらない。
- e すべての娘細胞 (daughter cell) は遺伝子組成 (genetic composition) が同じである。
- f すべての娘細胞の遺伝子組成は同じとは限らない。

- |           |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ① a, c, e | ② a, c, f | ③ a, d, e | ④ a, d, f |
| ⑤ b, c, e | ⑥ b, c, f | ⑦ b, d, e | ⑧ b, d, f |

問2 ある植物細胞を十分な量の 15%スクロース (sucrose) 液にしばらく浸したところ、次の図のような原形質分離(plasmolysis)の状態に達し、それ以上の体積変化は見られなくなった。  
下の問い(1)、(2)に答えなさい。



(1) 図の A の部分には何が入っているか。正しいものを次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

2

- ① 純水
- ② 細胞液 (cell sap)
- ③ 細胞質基質 (cytoplasmic matrix)
- ④ 10%スクロース液
- ⑤ 15%スクロース液

(2) 図の B の状態について正しく説明した文を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3

- ① B 中のスクロース濃度は外液と同じ 15%になっている。
- ② B 中のスクロース濃度は A の部分の溶液と等しくなっている。
- ③ B 中の浸透圧(osmotic pressure)は 15%スクロース液の浸透圧と等しくなっている。
- ④ B 中の浸透圧は 15%スクロース液の浸透圧より高くなっている。
- ⑤ B 中の吸水力 (suction force) は 15%スクロース液の浸透圧より低くなっている。
- ⑥ B 中の吸水力は 15%スクロース液の浸透圧より高くなっている。

問3 一般的な植物の組織の特徴について述べた文として誤っているものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

- ① 道管 (vessel) は、死細胞からできている。
- ② 師管 (sieve tube) は、生細胞からできている。
- ③ 葉の内部では、裏側に海綿状組織 (spongy tissue) が分布している。
- ④ 気孔 (stoma) をつくる孔辺細胞 (guard cell) は、表皮細胞 (epidermal cell) なので葉緑体 (chloroplast) をもたない。
- ⑤ 葉と根のうち、クチクラ (cuticle) 層が発達しているのは葉である。
- ⑥ 根の先端付近には、分裂組織 (meristem) がある。

問4 次のa～iは、被子植物 (angiosperms) の生殖 (reproduction) の過程で生じる細胞や組織である。それらのうち、核相 (nuclear phase) が複相 (2n, diploid phase) であるものはどれか。組み合わせとして正しいものを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

5

- a 花粉 (pollen)
- b <sup>はい</sup>胚のう細胞 (embryo sac cell)
- c 胚のう母細胞 (embryo sac mother cell)
- d 助細胞 (synergid)
- e 卵細胞 (egg cell)
- f 雄原細胞 (generative cell)
- g 受精卵 (fertilized egg)
- h 胚 (embryo)
- i 胚乳 (endosperm)

- |           |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ① a, c, f | ② a, f, h | ③ b, d, g | ④ c, g, h |
| ⑤ c, f, g | ⑥ d, f, g | ⑦ f, g, i | ⑧ g, h, i |

問5 カイコガ (silkmoth) のまゆ (cocoon) の色には黄色のものと白色のものがあり、まゆを黄色にする遺伝子 (gene) (Y) は白色にする遺伝子 (y) に対して優性 (dominant) である。しかし、Y の働きを抑制する遺伝子 (I) が存在すると、Y をもっている個体でも白色のまゆを形成する。I の対立遺伝子 (allele) として、Y の働きを抑えない劣性 (recessive) の遺伝子 (i) が存在する。

遺伝子型 (genotype) が IiYy の個体に、遺伝子型が不明な個体を交配 (cross) したところ、黄色のまゆをつくる個体と白色のまゆをつくる個体が 3 : 5 の割合で現れた。交配に用いた個体の遺伝子型として正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

6

- ① IiYY      ② IiYy      ③ Iiyy      ④ liyy      ⑤ iiYY      ⑥ iiYy

問6 遺伝子型 (genotype) AaBb の個体を自家受精 (self-fertilization) した場合、次世代の表現型 (phenotype) の分離比は、A (a) と B (b) が染色体 (chromosome) 上でどのように配列しているかによって異なる。次に示すような分離比は、起こり得るか。もし起こるとするとどのような場合に起こるか。正しいものを下の①～⑤の中から一つ選びなさい。なお、[ ] で示された記号は、表現型を示す。

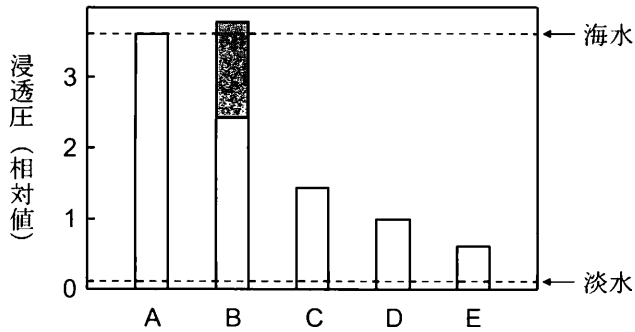
7

$$[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 2 : 1 : 1 : 0$$

- ① 起こり得ない。  
 ② 完全連鎖 (complete linkage) の場合にだけ起こり得る。  
 ③ 不完全連鎖 (incomplete linkage) の場合にだけ起こり得る。  
 ④ 独立の場合にだけ起こり得る。  
 ⑤ 連鎖でも独立でも起こり得る。

問7 次の図は、水中に生活するいろいろな動物A～Eの体液（body fluid）の浸透圧（osmotic pressure）を示したものである。A～Eの動物の種類について、下表の①～⑥の中から正しい組み合わせを一つ選びなさい。

8



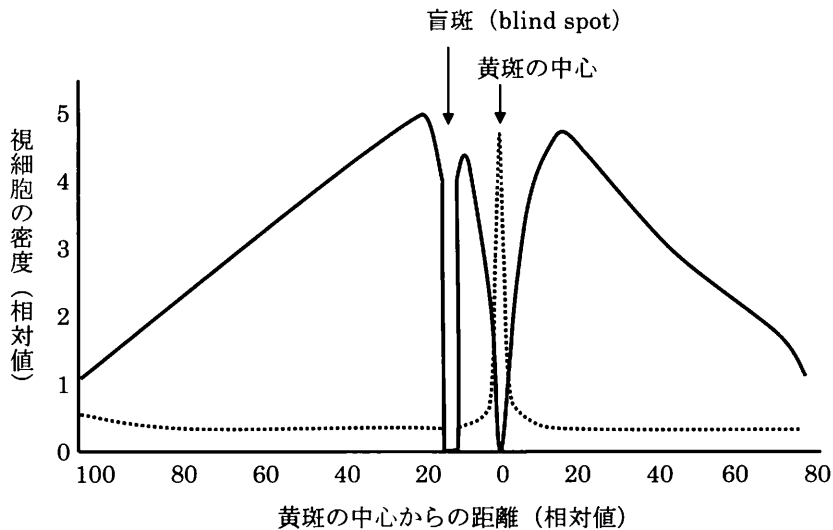
□ は無機塩類（mineral salts），◻ は尿素（urea）による浸透圧を示している。

	海水産 硬骨魚	海水産 軟骨魚	淡水産 硬骨魚	海水産 無脊椎動物	淡水産 無脊椎動物
①	A	B	C	D	E
②	A	B	E	C	D
③	B	C	D	A	E
④	B	C	E	D	A
⑤	C	B	D	A	E
⑥	C	B	A	E	D

硬骨魚（bony fish），軟骨魚（cartilaginous fish），無脊椎動物（invertebrate）

問8 ヒトの目の網膜 (retina) には、かん体細胞 (rod cell) と錐体細胞 (cone cell) の2種類の視細胞 (visual cell) がある。次の図は、ヒトの眼球の水平断面での網膜における、黄斑 (macula lutea) の中心からの距離と視細胞の密度との関係を示している。この図について述べた文として正しいものを、下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

9



- ① 網膜の中心部の黄斑には、一方の視細胞しかないために、この部分では色覚 (color vision) を生じない。
- ② 黄斑の中心からの距離が 20 付近 (盲斑を除く) では最も視細胞が多いので、この部分の色覚が最も敏感である。
- ③ 盲斑には、どちらの視細胞もないので、代わりに視神経細胞 (optic nerve cell) が光を受容する。
- ④ 黄斑の中心部に多いのが錐体細胞で、かん体細胞は黄斑の中心部と盲斑を除いた網膜に広く分布している。
- ⑤ 黄斑の中心から左側に盲斑があるので、右側に鼻がある。

問 9 生物における刺激と反応について述べた文として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

10

- ① チューリップ (tulip) の花が開くのは、温度傾性 (thermonasty) による。
- ② オジギソウ (*Mimosa pudica*) の葉に触れると垂れ下がるのは、細胞の膨圧運動 (turgor movement) による。
- ③ 植物の根が下に伸びるのは、正の重力屈性 (gravitropism) による。
- ④ メダカ (medaka fish) が水の流れに逆らって定位置を保ち続けるのは、負の流れ走性 (rheotaxis) による。
- ⑤ カイコガ (silkmoth) の雄 (male) が雌 (female) に近づくのは、性フェロモン (sex pheromone) への正の化学走性 (chemotaxis) による。

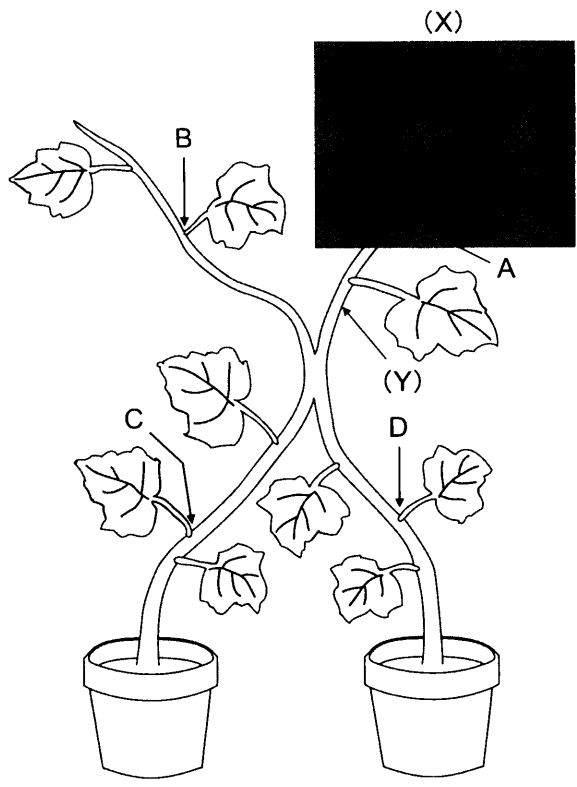
問 10 植物が行う光合成 (photosynthesis) について述べた次の文 a～d の中から正しいものを選び、その組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

11

- a 光合成速度 (photosynthetic rate) は、見かけの光合成速度と呼吸速度 (respiration rate) との差である。
- b 見かけの光合成速度が 0 になる光の強さは補償点 (compensation point) と呼ばれる。
- c 陽生植物 (sun plant) と陰生植物 (shade plant) を比べると、陽生植物のほうが補償点は低い。
- d 陽生植物と陰生植物を比べると、陽生植物のほうが光飽和点 (light saturation point) は高い。

- ① a, b      ② a, c      ③ a, d      ④ b, c      ⑤ b, d      ⑥ c, d

問 11 次の図のように、同じ種類のある短日植物（short-day plant）2 個体を接ぎ木（grafting）し、(X) の部分だけに短日処理（short-day treatment）を行った。図中の A～D は、葉のつけ根を指しており、ここから側芽（lateral bud）が生じる。この実験に関する次のページの問い(1), (2)に答えなさい。





- (1) この実験について述べた次の文の空欄 **a** ～ **c** に入る語句の正しい組み合わせを、下の①～⑨の中から一つ選びなさい。 **12**

図中の (X) の部分において、日長を感じる部分は **a** であり、花芽形成 (flower bud formation) では連続した一定時間の **b** 期を感知している。図中の A～D のうち、側芽から花芽が形成されるところをすべて挙げると **c** である。

	a	b	c
①	芽	明	A
②	芽	明	A, D
③	芽	暗	A, B, D
④	葉	明	A, D
⑤	葉	暗	B, C, D
⑥	葉	暗	A, B, C, D
⑦	茎	明	A
⑧	茎	暗	B, C, D
⑨	茎	暗	A, B, C, D

- (2) 図中の (Y) の部分を環状除皮 (girdling) して同じ実験を行うと、花芽が形成されるのは A～D のうちどれか。すべて挙げたものを次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 **13**

- ① A      ② A, B      ③ A, B, C, D      ④ B, C, D      ⑤ A, D

問 12 血液凝固（blood coagulation）に関する次の文の空欄 **a** ～ **c** に当てはまる語句の正しい組み合わせを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

14

ヒトでは、血管が傷ついて出血すると、そこに **a** が集まってかたまりをつくり、血液が凝固する。血液凝固は、血液中のフィブリノーゲン（fibrinogen）が **b** イオンと **c** の作用により繊維状のフィブリン（fibrin）となり、そのフィブリンが血球（blood corpuscle）をからめとることにより起こる。

	a	b	c
①	白血球 (leukocyte)	カルシウム (calcium)	トリプシン (trypsin)
②	白血球	カルシウム	トロンビン (thrombin)
③	白血球	ナトリウム (sodium)	トリプシン
④	白血球	ナトリウム	トロンビン
⑤	血小板 (blood platelet)	カルシウム	トリプシン
⑥	血小板	カルシウム	トロンビン
⑦	血小板	ナトリウム	トリプシン
⑧	血小板	ナトリウム	トロンビン

問 13 呼吸 (respiration) に関する次の問い(1), (2)に答えなさい。

- (1) 好気呼吸 (aerobic respiration) では, グルコース (glucose) が分解されると二酸化炭素 (carbon dioxide) と水と ATP ができる。次の a~d のうち, 解糖系 (glycolysis) とクエン酸回路 (citric acid cycle) に共通するものはどれか。組み合わせとして正しいものを, 下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

15

- a 脱水素反応により水素 [H] がはずされる。  
 b 脱炭酸反応により二酸化炭素がはずされる。  
 c ATP が分解される。  
 d ATP が合成される。

- ① a, b      ② a, c      ③ a, d      ④ b, c      ⑤ b, d      ⑥ c, d

- (2) アルコール発酵 (alcoholic fermentation) と乳酸発酵 (lactic fermentation) では, グルコース 1 分子が分解されたとき, それぞれ最終的に a ATP 何分子が合成されるか。また, b 二酸化炭素が生じる反応はどれか。下線部 a, b の組み合わせとして正しいものを, 次の①~⑧の中から一つ選びなさい。ただし, ○は二酸化炭素が生じる反応を, ×は生じない反応を示している。

16

	アルコール発酵		乳酸発酵	
	a	b	a	b
①	2	○	0	×
②	2	×	0	○
③	2	○	2	×
④	2	×	2	○
⑤	4	○	2	×
⑥	4	×	2	○
⑦	4	○	4	×
⑧	4	×	4	○

問 14 ある生物の DNA の塩基組成 (base composition) を調べたところ、A が G の 3 倍量含まれていた。この DNA の推定される T の割合として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

17

- ① 5.0%      ② 7.5%      ③ 12.5%      ④ 20.5%  
 ⑤ 37.5%      ⑥ 40.2%

問 15 一定の順序に塩基 (base) が繰り返し配列する人工 mRNA を合成し、試験管内につくったタンパク質 (protein) 合成系に入れると、次の実験 1, 2 のように特定のアミノ酸 (amino acid) が結合したポリペプチド (polypeptide) を生じた。

〔実験 1〕 ウラシル (uracil) とグアニン (guanine) を (—UGUGUG—) のように反復した人工 mRNA では、バリン (valine) とシステイン (cysteine) が交互につながったポリペプチドができた。

〔実験 2〕 ウラシルとグアニンを (—UGGUGG—) のように反復した人工 mRNA では、バリンのみが結合したものの、トリプトファン (tryptophan) のみが結合したものの、グリシン (glycine) のみが結合したものの 3 種類ができた。

この二つの結果を比べることで、二つのコドン (codon) について、指定するアミノ酸が明らかになった。解明された二つのコドンの組み合わせとして正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

18

- ① GUG と GGU      ② UGU と UGG      ③ UGU と GGU  
 ④ GUG と UGG      ⑤ UGU と GUG      ⑥ UGG と GGU

生物の問題はこれで終わりです。解答欄の **19** ～ **75** はマークしないでください。  
解答用紙左上の科目欄に「生物」が正しくマークしてあるか、もう一度確かめてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。

〈理 科〉

物理			
問		解答欄	正解
Ⅰ	問 1	1	6
	問 2	2	2
	問 3	3	5
	問 4	4	4
	問 5	5	4
	問 6	6	2
	問 7	7	5
Ⅱ	問 1	8	3
	問 2	9	2
	問 3	10	3
Ⅲ	問 1	11	4
	問 2	12	2
	問 3	13	4
Ⅳ	問 1	14	2
	問 2	15	4
	問 3	16	2
	問 4	17	3
	問 5	18	5
	問 6	19	4

化学		
問	解答欄	正解
問 1	1	5
問 2	2	4
問 3	3	6
問 4	4	5
問 5	5	4
問 6	6	3
問 7	7	1
問 8	8	2
問 9	9	5
問10	10	2
問11	11	2
問12	12	4
問13	13	3
問14	14	1
問15	15	4
問16	16	1
問17	17	4
問18	18	4
問19	19	6
問20	20	2

生物		
問	解答欄	正解
問 1	1	6
問 2	2	5
	3	3
問 3	4	4
問 4	5	4
問 5	6	6
問 6	7	2
問 7	8	5
問 8	9	4
問 9	10	4
問10	11	5
問11	12	6
	13	1
問12	14	6
問13	15	3
	16	3
問14	17	5
問15	18	5