

平成25年度（2013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 ～ 49

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。

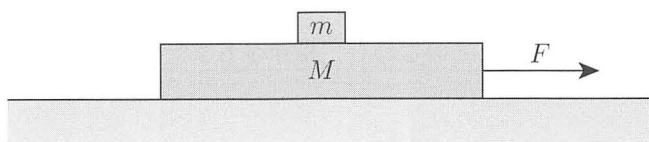
科目が正しくマークされていないと、採点されません。

< 解答用紙記入例 >

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

**I** 次の問い **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** 次の図のように, なめらかで水平な床面上に質量  $M$  の板を置き, その板の上に質量  $m$  の小物体をのせて, 板を大きさ  $F$  の力で水平に引っ張る。板と小物体の間には摩擦があり, はじめ板と小物体は一体となって同じ速さで運動していたが,  $F$  を次第に大きくしていくと,  $F$  が  $F_0$  より大きくなったとき小物体が板の上を滑り始めた。

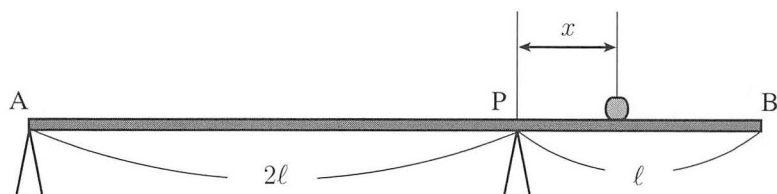


問1 小物体と板との間の静止摩擦係数はどう表されるか。正しいものを, 次の①~④の中から一つ選びなさい。

**1**

- ①  $\frac{F_0}{mg}$       ②  $\frac{F_0}{Mg}$       ③  $\frac{F_0}{(M+m)g}$       ④  $\frac{(M+m)F_0}{Mmg}$

- B** 長さ  $3\ell$ 、質量  $3m$  の一様な剛体棒がある。次の図のように、この棒の一端を A、他端を B、B から距離  $\ell$  の位置を P とする。この棒を、2 点 A、P で下から水平に支えた。次に、質量  $M$  ( $> 3m$ ) の小物体を棒上の PB 間で P から距離  $x$  の位置に静かに置く。



- 問2 このとき、A が浮き上がらないためには  $x$  はどのような範囲にあればよいか。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  $x < \frac{m}{M}\ell$       ②  $x < \frac{3m}{2M}\ell$       ③  $x < \frac{2m}{M}\ell$       ④  $x < \frac{3m}{M}\ell$

- C** 図1のように、なめらかな水平面上で、質量  $m$  の小球 A が、静止している質量  $M$  の小球 B に衝突した。衝突後、図2のように、A は衝突前の進行方向に対して  $30^\circ$  の方向に進み、B は衝突前の A の進行方向に対して  $45^\circ$  の方向に進んだ。衝突後の A の速さを  $v_A$ 、B の速さを  $v_B$  とする。

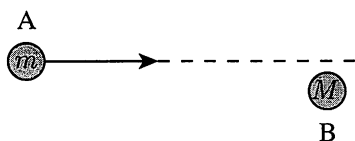


図1

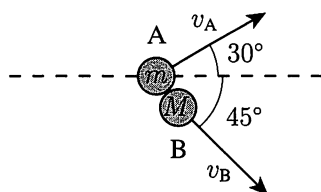


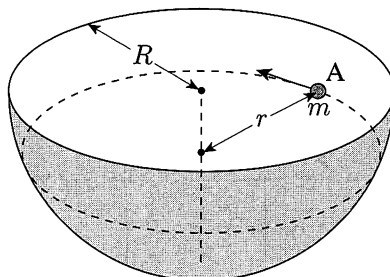
図2

- 問3  $\frac{v_B}{v_A}$  はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

3

- ①  $\frac{\sqrt{2}m}{2M}$       ②  $\frac{\sqrt{6}m}{3M}$       ③  $\frac{\sqrt{6}m}{2M}$       ④  $\frac{\sqrt{2}m}{M}$

- D** 次の図のように、固定された半球面（半径  $R$ ）の内側のなめらかな面上を、質量  $m$  の小物体 A が水平な面内で半径  $r$  ( $< R$ ) の等速円運動をしている。



- 問4 Aの運動エネルギーはどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

4

①  $\frac{mgr}{2}$

②  $\frac{mgR}{2}$

③  $\frac{mgr^2}{2R}$

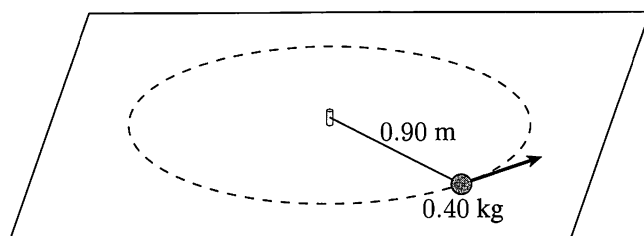
④  $\frac{mg\sqrt{R^2 - r^2}}{2}$

⑤  $\frac{mgr\sqrt{R^2 - r^2}}{2R}$

⑥  $\frac{mgr^2}{2\sqrt{R^2 - r^2}}$

⑦  $\frac{mgrR}{2\sqrt{R^2 - r^2}}$

**E** 次の図のように、なめらかな水平面上で、長さ  $0.90\text{ m}$  の糸の端に質量  $0.40\text{ kg}$  の小球をつけて、糸のもう一方の端を中心にして円運動をさせる。糸は張力の大きさが  $16\text{ N}$  になると切れる。ただし、糸は軽く、伸び縮みしないものとする。



問5 小球の速さを少しずつ大きくしていくと、速さが何  $\text{m/s}$  になったときに糸が切れるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**5**  $\text{m/s}$

① 3.0

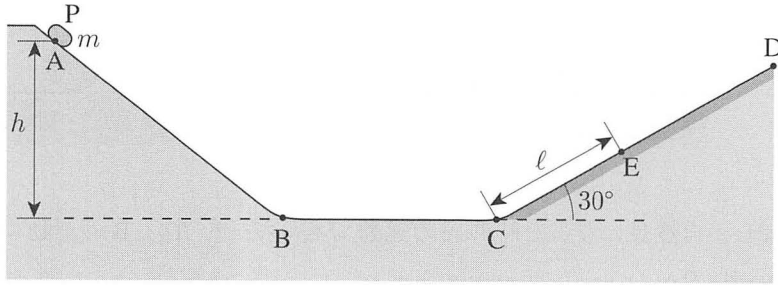
② 6.0

③ 9.0

④ 18

⑤ 36

**F** 次の図のように、質量  $m$  の小物体  $P$  を、水平面  $BC$  から高さ  $h$  の位置にある点  $A$  に置き、静かに手を離した。 $P$  は、なめらかな斜面  $AB$  にそって滑り降りた後、なめらかな水平面  $BC$  の上を進み、水平面とのなす角が  $30^\circ$ 、動摩擦係数が  $\frac{\sqrt{3}}{6}$  の粗い斜面  $CD$  を上って、点  $C$  からの距離が  $\ell$  の点  $E$  で静止した。



問6  $\ell$  はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

6

①  $\frac{2}{3}h$

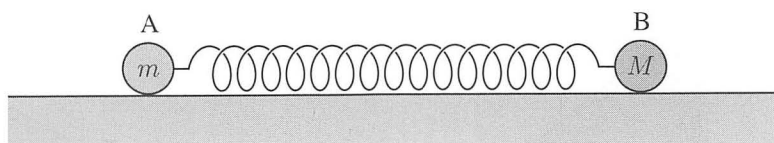
②  $\frac{4}{5}h$

③  $h$

④  $\frac{4}{3}h$



**G** 次の図のように、なめらかな水平面上に軽いばねを置き、ばねの一端に質量  $m$  の小物体 A を付け、他端に質量  $M$  の小物体 B を付けた。両手で A と B を引き、ばねの長さを自然長より長くして静止させ、同時に静かに両手を離れたところ、A、B ともに単振動をした。



問7 ばねが自然長になった時の A の運動エネルギーを  $K_A$ 、B の運動エネルギーを  $K_B$  とする。 $\frac{K_A}{K_B}$  はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

7

- ①  $\frac{m^2}{M^2}$       ②  $\frac{m}{M}$       ③ 1      ④  $\frac{M}{m}$       ⑤  $\frac{M^2}{m^2}$

## II

次の問いA（問1）、B（問2）、C（問3）に答えなさい。

- A** 図1のように、断熱材で囲まれた容器に200 gの水が入っている。かきまぜ棒と容器の熱容量の合計は40 J/K、水の比熱は4.2 J/(g·K)である。最初、かきまぜ棒と容器と水の温度は20°Cであった。ヒーターに直流20 Vの電圧を加え、かきまぜ棒で静かに水をかきまぜ続けたら、かきまぜ棒と容器と水の温度は図2のように時間とともに上昇した。電気を通している間ヒーターの電気抵抗は変化しない。ヒーターと温度計の熱容量は無視できるものとする。

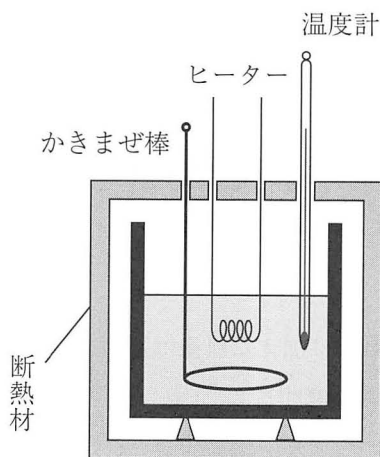


図1

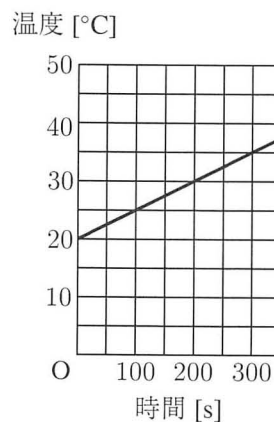


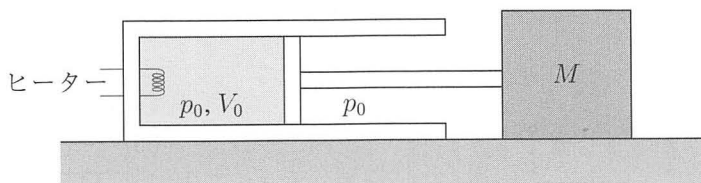
図2

- 問1 ヒーターに流れていた電流は何Aか。最も適当な値を次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**8** A

- ① 0.22      ② 0.44      ③ 2.2      ④ 4.4      ⑤ 22      ⑥ 44

**B** 次の図のように、水平な床に固定されたシリンダー内に、断面積  $S$  のなめらかに動くことのできる軽いピストンを使って、単原子分子理想気体を閉じ込めた。この理想気体の圧力は大気圧  $p_0$  と等しく、体積は  $V_0$  であった。ピストンの右端に接するように質量  $M$  の物体が床の上に置かれている。シリンダー内部のヒーターで理想気体をゆっくり加熱したところ、しばらくすると物体が右へ移動し始めた。物体と床の間の静止摩擦係数を  $\mu$  とし、重力加速度 (acceleration due to gravity) の大きさを  $g$  とする。シリンダーとピストンは断熱材でできており、外部との熱の出入りはないものとする。



問2 物体が移動し始める直前までに理想気体に加えた熱量はどのように表されるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

9

①  $\frac{\mu MgV_0}{S}$

②  $\frac{3\mu MgV_0}{2S}$

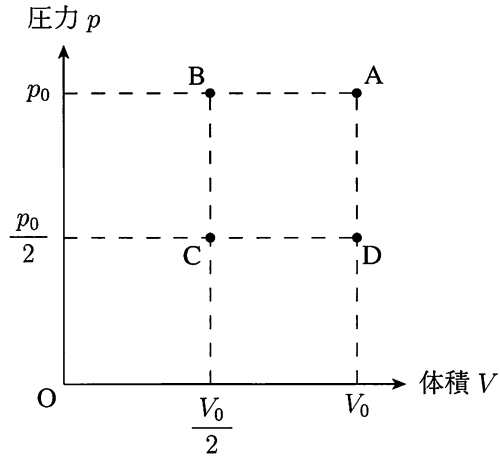
③  $\frac{5\mu MgV_0}{2S}$

④  $\frac{(\mu Mg - p_0 S)V_0}{S}$

⑤  $\frac{3(\mu Mg - p_0 S)V_0}{2S}$

⑥  $\frac{5(\mu Mg - p_0 S)V_0}{2S}$

- C** 次の図は、一定量の単原子分子理想気体の4つの状態A, B, C, Dを  $p$ - $V$  図中に示している。状態A, B, C, Dでの気体の内部エネルギーをそれぞれ  $U_A$ ,  $U_B$ ,  $U_C$ ,  $U_D$  とする。



- 問3  $U_A$ ,  $U_B$ ,  $U_C$ ,  $U_D$  の大小関係は、どのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

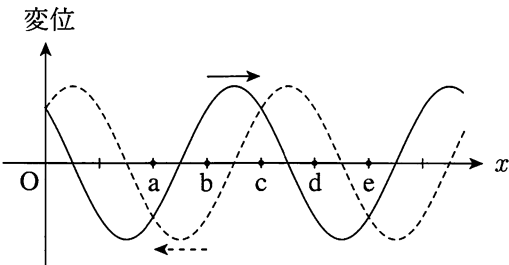
10

- ①  $U_A > U_B = U_D > U_C$                       ②  $U_B > U_A = U_C > U_D$
- ③  $U_C > U_B = U_D > U_A$                       ④  $U_D > U_A = U_C > U_B$

Ⅲ

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

**A** 波長，振幅，速さがそれぞれ等しく，互いに逆向きに， $x$  軸上を進む 2 つの正弦波が重なり合って定常波ができています。下に示す図は，ある時刻におけるこの 2 つの正弦波の波形を示している。図中で，実線は右方向に進む正弦波を，破線は左方向に進む正弦波を表している。

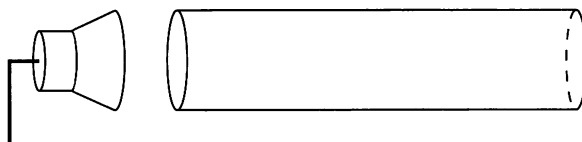


問 1 図に示した  $a$  から  $e$  までの点で，定常波の腹（最も大きく振動する場所）と節（全く振動しない場所）になるのはそれぞれどこか。最も適当な組み合わせを，次の①～④の中から一つ選びなさい。

11

	①	②	③	④
腹	b, d	a, c, e	c	a, e
節	a, c, e	b, d	a, e	c

**B** 両端が開いた管がある。次の図のように、管の片方の端にスピーカーを置き、発する音の振動数を 0 から次第に大きくして、最初に共鳴が起こる振動数を調べた。この実験を空気中で行った場合に測定された振動数は  $f_1$  であった。次に、同じ管のスピーカーとは逆の端を閉じて、同様の実験を別の気体 A 中で行った場合に測定された振動数は  $f_2$  であった。空気中の音速を  $V$  とする。また、開口端補正は無視できるものとする。

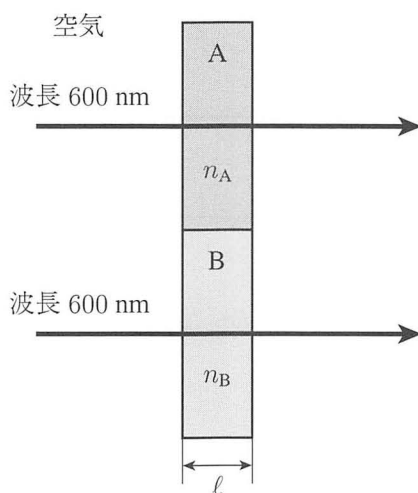


問2 気体 A 中の音速はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

12

- ①  $\frac{2f_1V}{f_2}$       ②  $\frac{2f_2V}{f_1}$       ③  $\frac{f_1V}{2f_2}$       ④  $\frac{f_2V}{2f_1}$

- C** 次の図のように、空気中での波長が  $600\text{ nm}$  の光が、厚さ  $\ell$  の 2 枚の透明な薄膜 A、B に同位相で垂直に入射した。A の屈折率は  $n_A$ 、B の屈折率は  $n_B$  である。2 つの屈折率の差  $n_A - n_B$  は  $6.0 \times 10^{-3}$  であり、空気の屈折率は  $1.00$  である。ここで、 $1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$  である。



- 問3 薄膜と空気の境界面で反射されずに、直接 A と B を透過した 2 つの光の位相が互いに逆になる（半波長分ずれる）ようにするには、膜の厚さ  $\ell$  をいくらにすればよいか。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

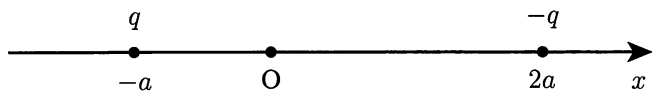
**13** m

- |                        |                        |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① $1.0 \times 10^{-3}$ | ② $5.0 \times 10^{-4}$ | ③ $2.0 \times 10^{-4}$ |
| ④ $1.0 \times 10^{-4}$ | ⑤ $5.0 \times 10^{-5}$ | ⑥ $2.0 \times 10^{-5}$ |

**IV**

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

**A** 次の図のように,  $x$  軸上の点  $x = -a$  ( $a > 0$ ) に電気量  $q$  ( $q > 0$ ) の点電荷を, 点  $x = 2a$  に電気量  $-q$  の点電荷を固定した。無限遠を電位の基準とし, クーロンの法則の比例定数を  $k$  とする。



問1 原点  $O$  での電場の  $x$  成分  $E_x$  と電位  $V$  はどのように表されるか。正しい組み合わせを, 次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

**14**

	①	②	③	④	⑤	⑥
$E_x$	$\frac{3kq}{4a^2}$	$\frac{3kq}{4a^2}$	$\frac{3kq}{4a^2}$	$\frac{5kq}{4a^2}$	$\frac{5kq}{4a^2}$	$\frac{5kq}{4a^2}$
$V$	$-\frac{kq}{2a}$	$+\frac{kq}{2a}$	$+\frac{3kq}{2a}$	$-\frac{kq}{2a}$	$+\frac{kq}{2a}$	$+\frac{3kq}{2a}$



**B** 真空中で、無限に広い平面が、単位面積あたりの電気量  $q$  で一様に帯電していると  
き、電場は平面に垂直で、その大きさは平面からの距離によらず  $|q|$  に比例している。  
 $q > 0$  のとき、図1のように、電場は平面から離れる方向を向く。 $q < 0$  のとき、図2  
のように、電場は平面に近づく方向を向く。図3に示すように、互いに平行な無限に  
広い平面 I, II, III がそれぞれ単位面積あたりの電気量  $-2Q$ ,  $Q$ ,  $3Q$  で一様に帯電し  
ている ( $Q > 0$ )。図3の領域 A, B, C の電場の大きさを、それぞれ  $E_A$ ,  $E_B$ ,  $E_C$  と  
する。

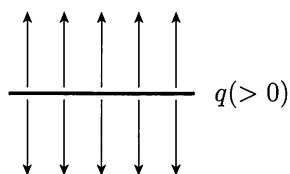


図1

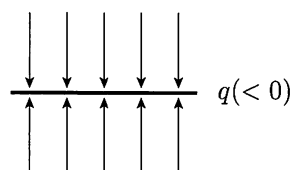


図2

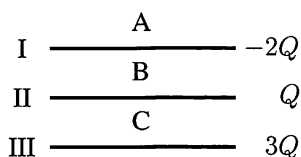


図3

問2  $E_A$ ,  $E_B$ ,  $E_C$  の大小関係はどうなるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選  
びなさい。

15

①  $E_A > E_B > E_C$

②  $E_A > E_C > E_B$

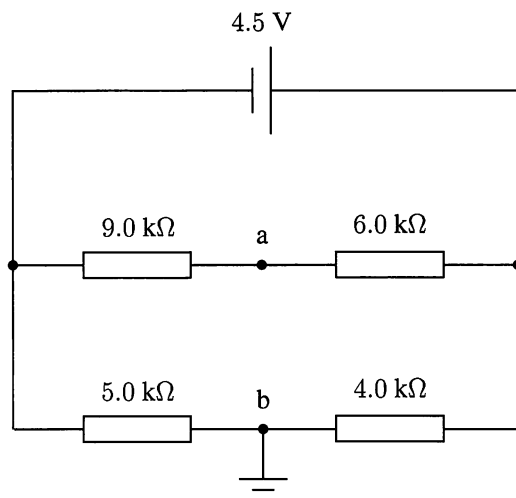
③  $E_B > E_A > E_C$

④  $E_B > E_C > E_A$

⑤  $E_C > E_A > E_B$

⑥  $E_C > E_B > E_A$

- C** 次の図のように、起電力  $4.5\text{ V}$  の電池、抵抗値  $4.0\text{ k}\Omega$ 、 $5.0\text{ k}\Omega$ 、 $6.0\text{ k}\Omega$ 、 $9.0\text{ k}\Omega$  の 4 つの抵抗を接続した。電池の内部抵抗は無視できるものとする。



- 問3 点bを基準としたときの点aの電位はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

**16** V

- ①  $-0.3$                       ②  $-0.2$                       ③  $-0.1$                       ④  $0$
- ⑤  $0.1$                           ⑥  $0.2$                           ⑦  $0.3$

- D** 図1は、ある電球の電流-電圧特性を表すグラフである。これと同じ電球2個と起電力10 Vの電池を図2のように接続した。電池の内部抵抗は無視できるものとする。

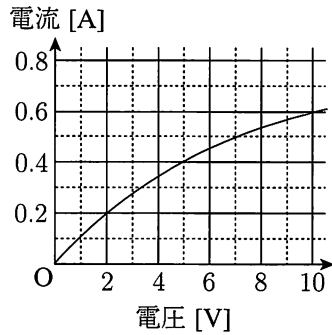


図1

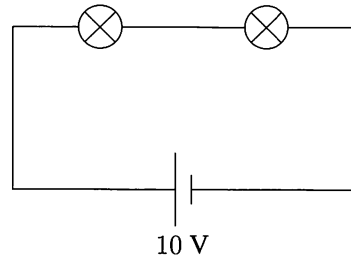


図2

- 問4 このとき、2つの電球が消費する電力の合計はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

17

 W

① 2.0

② 4.0

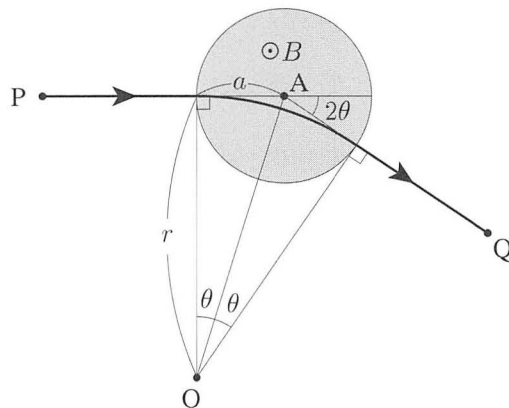
③ 6.0

④ 8.0

⑤ 10

⑥ 12

**E** 次の図のように、点Aを中心とした半径 $a$ の円内に、紙面に垂直で裏から表に向かう方向に、磁束密度の大きさ $B$ の一樣な磁場が加えられている。質量 $m$ 、電荷 $q(>0)$ の荷電粒子が、磁場の外の点PからAに向かって速さ $v$ で直進し、磁場中に入った。その後、荷電粒子は点Oを中心とする半径 $r$ の円軌道にそって運動し、磁場から出て点Qへと直進した。このように、 $P \rightarrow A$ 方向に進んできた荷電粒子は磁場中で角 $2\theta$ だけ曲げられて $A \rightarrow Q$ 方向へと進んだ。



問5  $\tan \theta$  はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

18

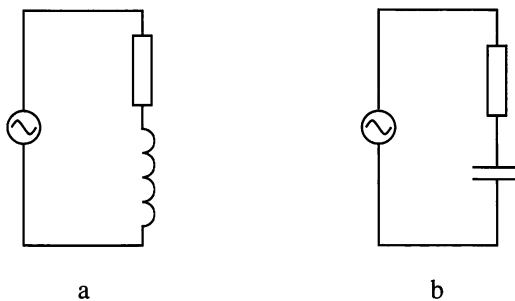
①  $\frac{aqB}{mv}$

②  $\frac{amv}{qB}$

③  $\frac{mv}{aqB}$

④  $\frac{qB}{amv}$

**F** 次の図のように、抵抗、コイル、コンデンサー、交流電源を接続して、2つの回路 a, b を作成した。2つの回路において交流電源の周波数は  $f$  であった。



問6 交流電源の電圧の実効値を変えずに周波数を  $f$  から増加させたとき、2つの回路 a, b の抵抗で消費される電力の時間平均はどのように変化するか。正しい組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

19

	a	b
①	増える	増える
②	増える	減る
③	減る	増える
④	減る	減る

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。

**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
○	●	○

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)

標準状態における理想気体 (ideal gas) のモル体積 (molar volume) :  $22.4 \text{ L/mol}$

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) :  $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

ファラデー定数 (Faraday constant) :  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

原子量 (atomic weight) : H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16 Cl : 35 Cu : 64

問1 次の分子またはイオン (ion) ①～⑥のうち、電子 (electron) の総数 (total number) が最も大きいものを一つ選びなさい。

1

- ① CO      ②  $\text{F}^-$       ③ HCl      ④  $\text{H}_3\text{O}^+$       ⑤ NO      ⑥  $\text{O}_2$

問2 原子 (atom) の構造・性質に関する記述として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

2

- ① 陽子 (proton) は、正の電荷 (charge) をもつ。
- ② 陽子は、原子核 (atomic nucleus) の周りを運動している。
- ③ 中性子 (neutron) は、負の電荷をもつ。
- ④ 原子の質量数 (mass number) は、その原子の陽子の数と同じである。
- ⑤ すべての原子には、中性子が存在する。

問3 原子  $^{13}_6\text{C}$ ,  $^{16}_8\text{O}$ ,  $^{14}_7\text{N}$ ,  $^{19}_9\text{F}$ ,  $^{23}_{11}\text{Na}$ ,  $^{24}_{12}\text{Mg}$  のうち、次の記述(a), (b)にあてはまるのはそれぞれどれか。正しい組み合わせを、下表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3

- (a) 中性子 (neutron) の数と電子 (electron) の数が等しい原子
- (b) 最外殻電子 (outermost shell electron) の数が最も大きい原子

	a	b
①	$^{13}_6\text{C}$	$^{19}_9\text{F}$
②	$^{13}_6\text{C}$	$^{23}_{11}\text{Na}$
③	$^{16}_8\text{O}$	$^{24}_{12}\text{Mg}$
④	$^{16}_8\text{O}$	$^{23}_{11}\text{Na}$
⑤	$^{14}_7\text{N}$	$^{19}_9\text{F}$
⑥	$^{14}_7\text{N}$	$^{24}_{12}\text{Mg}$



問 4 次の記述①～⑤のうち、正しくないものを一つ選びなさい。

4

- ① 金属元素 (metallic element) は、非金属元素 (nonmetallic element) よりイオン化エネルギー (第一イオン化エネルギー: first ionization energy) が小さい。
- ② 二酸化炭素  $\text{CO}_2$  は、極性分子 (polar molecule) である。
- ③ 極性 (polarity) の大きな分子は、水に溶けやすい。
- ④ フッ素原子 F の電気陰性度 (electronegativity) は、酸素原子 O の電気陰性度より大きい。
- ⑤ 電子親和力 (electron affinity) が大きい原子 (atom) は、陰イオン (anion) になりやすい。

問 5 質量パーセント濃度 (mass percent concentration) 20%の塩酸  $\text{HCl aq}$  のモル濃度 [mol/L] として最も近い値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、この塩酸の密度 (density) は  $1.1 \text{ g/cm}^3$  とする。

5 mol/L

- ① 0.51      ② 0.61      ③ 1.2      ④ 5.1      ⑤ 6.1      ⑥ 12

問 6 体積一定の密閉容器 (airtight container) に水素  $\text{H}_2$  1.5 mol およびヨウ素  $\text{I}_2$  1.5 mol を入れて一定温度に保ったところ、ヨウ化水素  $\text{HI}$  2.4 mol が生じ、次のような平衡状態 (equilibrium state) になった。

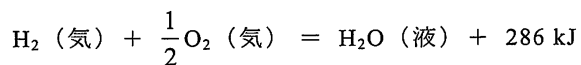
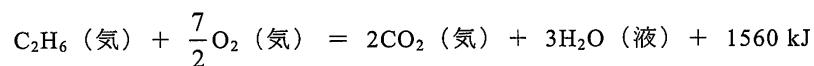
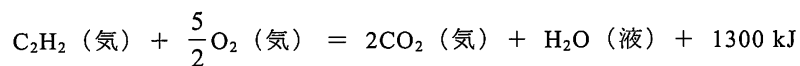


この反応の平衡定数 (equilibrium constant) として最も近い値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、すべての成分は気体状態であるとする。

6

- ① 10      ② 16      ③ 20      ④ 32      ⑤ 40      ⑥ 64

問7 アセチレン（エチン） $\text{C}_2\text{H}_2$ ，エタン  $\text{C}_2\text{H}_6$ ，水素  $\text{H}_2$  の燃焼熱（heat of combustion）は，それぞれ次の熱化学方程式（thermochemical equation）で表される。



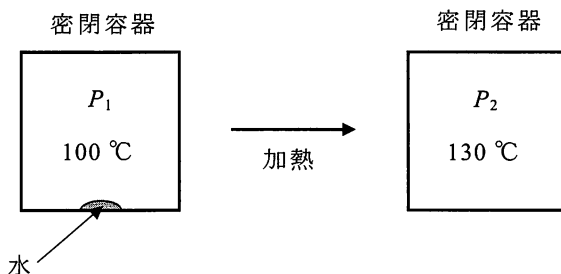
2.60 g のアセチレン（エチン）に水素を付加（addition）させて，すべてエタンにした。この反応で発生する熱量（heat）は何 kJ か。最も近い値を，次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**7** kJ

- ① -312      ② -31.2      ③ -26.0      ④ 26.0      ⑤ 31.2      ⑥ 312

問 8 体積一定の密閉容器(airtight container)にアルゴン(argon)と水を入れて温度  $100^{\circ}\text{C}$  に保ったところ、水の一部が液体のまま残り、容器内の圧力は  $P_1$  を示した。これを  $130^{\circ}\text{C}$  に加熱したところ、すべての水が気化(vaporization)して圧力は  $P_2$  となった。容器内の水とアルゴンの物質量(amount of substance)の比の値 ( $\frac{\text{水}}{\text{アルゴン}}$ ) を表す式として正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、 $100^{\circ}\text{C}$  における水の蒸気圧(vapor pressure)を  $P_v$  とし、アルゴンは水に溶けない理想気体(ideal gas)であり、 $130^{\circ}\text{C}$  に加熱する前の水の体積は無視できるものとする。

8



- ①  $\frac{373 \times P_2}{403 \times (P_1 - P_v)} - 1$       ②  $\frac{403 \times P_2}{373 \times (P_1 - P_v)} - 1$
- ③  $\frac{373 \times P_1}{403 \times (P_2 - P_v)} - 1$       ④  $\frac{403 \times P_1}{373 \times (P_2 - P_v)} - 1$
- ⑤  $\frac{373 \times (P_2 - P_v)}{403 \times P_1} - 1$       ⑥  $\frac{403 \times (P_2 - P_v)}{373 \times P_1} - 1$

問 9 次の酸性水溶液(acidic aqueous solution) ①～⑤のうち、pH が最も小さいものを一つ選びなさい。

9

- ①  $0.10 \text{ mol/L}$  の酢酸(acetic acid)
- ②  $0.010 \text{ mol/L}$  の硝酸(nitric acid)
- ③  $0.020 \text{ mol/L}$  のリン酸(phosphoric acid)
- ④  $0.030 \text{ mol/L}$  の塩酸(hydrochloric acid)
- ⑤  $0.030 \text{ mol/L}$  の硫酸(sulfuric acid)

- 問 10 次表に示す電極 (electrode) を用いて電解液 (electrolytic solution) をそれぞれ電気分解 (electrolysis) したとき、電解液の pH が大きくなる組み合わせはどれか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

10

	電極		電解液
	陰極 (cathode)	陽極 (anode)	
①	Cu	Pt	硫酸銅(Ⅱ)水溶液 $\text{CuSO}_4 \text{ aq}$
②	Pt	C	塩化ナトリウム水溶液 $\text{NaCl aq}$
③	Pt	C	塩化銅(Ⅱ)水溶液 $\text{CuCl}_2 \text{ aq}$
④	Pt	Pt	希硫酸 $\text{dil. H}_2\text{SO}_4$

- 問 11 酸化物 (oxide) の性質に関する記述として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

11

- ① 二酸化窒素  $\text{NO}_2$  を水に溶かすと、水溶液は酸性 (acidity) を示す。
- ② 酸化マグネシウム  $\text{MgO}$  を水に溶かすと、水溶液は酸性を示す。
- ③ 十酸化四リン  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  を水に溶かすと、水溶液は塩基性 (basicity) を示す。
- ④ 二酸化硫黄  $\text{SO}_2$  を水に溶かすと、水溶液は塩基性を示す。
- ⑤ 酸化アルミニウム  $\text{Al}_2\text{O}_3$  は、強塩基 (strong base) の水溶液に溶けない。

- 問 12 二酸化硫黄  $\text{SO}_2$  に関する記述のうち、正しくないものを次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12

- ① 二酸化硫黄は、銅  $\text{Cu}$  に濃硫酸  $\text{conc. H}_2\text{SO}_4$  を加えて熱すると生成する。
- ② 二酸化硫黄は、硫化鉄  $\text{FeS}$  に希硫酸  $\text{dil. H}_2\text{SO}_4$  を加えると生成する。
- ③ 二酸化硫黄は、硫黄  $\text{S}$  を燃焼 (combustion) させると生成する。
- ④ 二酸化硫黄は、亜硫酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  に希硫酸を加えると生成する。
- ⑤ 二酸化硫黄は、硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  と反応して、硫黄を生成する。
- ⑥ 二酸化硫黄は、水に溶けると還元作用 (reducing action) を示し、漂白剤 (bleaching agent) として用いられる。

問 13 銅 Cu の粉末 0.16 g を空气中で熱したところ、一部が酸化 (oxidation) されて、銅と酸化銅(II) CuO の混合物 0.19 g を得た。この混合物中の未反応の銅の質量 (mass) は何 g か。最も近い値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 **13** g

- ① 0.0080      ② 0.010      ③ 0.030      ④ 0.032      ⑤ 0.040      ⑥ 0.050

問 14 次表の **A** 欄と **B** 欄に示す物質を混合したとき、**A** 欄の物質が酸化剤 (oxidizing agent) としてはたらくものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 **14**

	<b>A</b>	<b>B</b>
①	亜鉛 Zn	希塩酸 dil. HCl
②	過酸化水素水 $\text{H}_2\text{O}_2$ aq	過マンガン酸カリウム $\text{KMnO}_4$
③	酸化マンガン(IV) $\text{MnO}_2$	過酸化水素水 $\text{H}_2\text{O}_2$ aq
④	酸化マンガン(IV) $\text{MnO}_2$	濃塩酸 conc. HCl
⑤	炭酸カルシウム $\text{CaCO}_3$	希塩酸 dil. HCl

問 15 次表の **A** 欄に示す 2 種類の金属イオン (metal ion) を含む水溶液がある。これらの金属イオンを分離するため、**B** 欄に示す実験を行った。このうち **B** 欄の実験操作が 適当でないもの を、次の ①～⑥の中から一つ選びなさい。 **15**

	A	B
①	$\text{Ag}^+, \text{Fe}^{3+}$	希塩酸 dil. HCl を加える。
②	$\text{Al}^{3+}, \text{Cu}^{2+}$	過剰量 (excess amount) のアンモニア水 $\text{NH}_3 \text{ aq}$ を加える。
③	$\text{Ba}^{2+}, \text{Pb}^{2+}$	硫酸アンモニウム水溶液 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \text{ aq}$ を加える。
④	$\text{Ca}^{2+}, \text{Na}^+$	炭酸アンモニウム水溶液 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \text{ aq}$ を加える。
⑤	$\text{Cu}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$	酸性 (acidity) の水溶液にしたあと、硫化水素 $\text{H}_2\text{S}$ を通じる。
⑥	$\text{Cu}^{2+}, \text{Zn}^{2+}$	過剰量の水酸化ナトリウム水溶液 $\text{NaOH aq}$ を加える。

問 16 有機化合物 (organic compound) の異性体 (isomer) に関する記述として正しいものを、次の ①～⑤の中から一つ選びなさい。 **16**

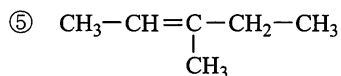
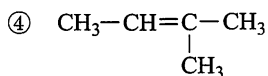
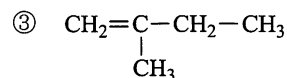
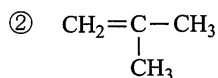
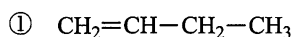
- ① キシレン (xylene) には、異性体がない。
- ② 乳酸 (lactic acid) には、光学異性体 (optical isomer) がある。
- ③ エタノール (ethanol) とジエチルエーテル (diethyl ether) は、互いに異性体である。
- ④ エチレン (エテン) (ethylene (ethene)) とアセチレン (エチン) (acetylene (ethyne)) は、互いに異性体である。
- ⑤ ヘキサン (hexane) とシクロヘキサン (cyclohexane) は、互いに異性体である。

問 17 次の鎖式炭化水素 (acyclic hydrocarbon) 1.0 g 中にあるすべての不飽和結合 (unsaturated bond) に水素  $\text{H}_2$  を付加 (addition) させた。このとき最も多くの水素を必要とするものを、次の ①～⑤の中から一つ選びなさい。 **17**

- ①  $\text{C}_2\text{H}_4$       ②  $\text{C}_3\text{H}_6$       ③  $\text{C}_4\text{H}_6$       ④  $\text{C}_5\text{H}_8$       ⑤  $\text{C}_6\text{H}_{12}$

問 18 次のアルケン (alkene) ①～⑤のうち、臭素  $\text{Br}_2$  を付加 (addition) させたときに生成する化合物が、不斉炭素原子 (asymmetric carbon atom) を もたないもの を一つ選びなさい。

18



問 19 カルボン酸 (carboxylic acid) に関する記述として 正しくないもの を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

19

- ① 酢酸 (acetic acid) の縮合反応 (condensation reaction) により、無水酢酸 (acetic anhydride) が生成する。
- ② 酢酸は、エタノール (ethanol) の酸化 (oxidation) により得られる。
- ③ 安息香酸 (benzoic acid) は、トルエン (toluene) の酸化により得られる。
- ④ 乳酸 (lactic acid) は、銀鏡反応 (silver mirror test) を示す。
- ⑤ マレイン酸 (maleic acid) とフマル酸 (fumaric acid) は、互いにシス-トランス異性体 (*cis-trans isomer*) である。
- ⑥ シュウ酸 (oxalic acid) は、2 価カルボン酸 (dicarboxylic acid) である。

問 20 次の高分子化合物①～⑤のうち、エステル結合 (ester bond) を含むものを一つ選びなさい。

20

- ① ポリアクリロニトリル (polyacrylonitrile)
- ② ポリエチレン (polyethylene)
- ③ ポリエチレンテレフタレート (poly(ethylene terephthalate))
- ④ ポリ塩化ビニル (poly(vinyl chloride))
- ⑤ ナイロン 66 (6,6-ナイロン) (nylon 6,6)

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。

＜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。

問 1 タンパク質の一次構造 (primary structure)、二次構造 (secondary structure)、三次構造 (tertiary structure) の形成にかかわる結合や構造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。

1

	一次構造	二次構造	三次構造
①	ジグザグ状の構造 (zigzag structure)	ペプチド結合 (peptide bond)	S-S 結合
②	ジグザグ状の構造	S-S 結合	ペプチド結合
③	ペプチド結合	ジグザグ状の構造	S-S 結合
④	ペプチド結合	S-S 結合	ジグザグ状の構造
⑤	S-S 結合	ジグザグ状の構造	ペプチド結合
⑥	S-S 結合	ペプチド結合	ジグザグ状の構造

問2 3種類の試料 X, Y, Z の細胞を電子顕微鏡 (electron microscope) で調べたところ, a～e の構造が確認された。次の表は, それらの構造体がそれぞれの試料の細胞に存在するものを+, 存在しないものを－で示し, 観察された構造体の特徴を示したものである。

構造体	試料			特徴
	X	Y	Z	
a	－	＋	＋	二重膜構造をもつ。内膜はひだをつくっている。
b	－	＋	－	二重膜構造をもつ。色素をもつ構造体である。
c	－	－	＋	分裂中の細胞では, ここから紡錘糸 <small>ぼうすいし</small> が伸びている。
d	－	＋	＋	平たい袋状のものが重なっている。
e	＋	＋	－	細胞の最外層にみられる。

二重膜 (double membrane), 内膜 (inner membrane), 色素 (pigment), 紡錘糸 (spindle fiber)

試料 X, Y, Z 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。

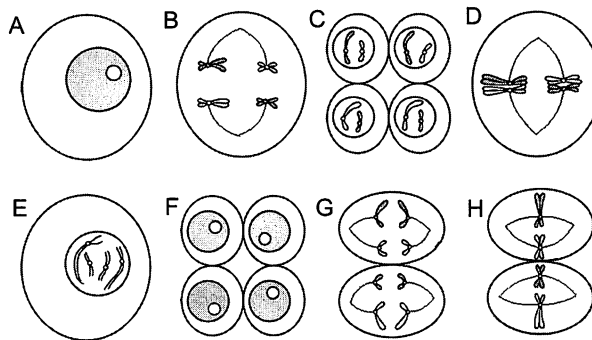
2

	X	Y	Z
①	ホウレンソウの葉	ネズミの肝臓	大腸菌
②	ホウレンソウの葉	大腸菌	ネズミの肝臓
③	ネズミの肝臓	ホウレンソウの葉	大腸菌
④	ネズミの肝臓	大腸菌	ホウレンソウの葉
⑤	大腸菌	ホウレンソウの葉	ネズミの肝臓
⑥	大腸菌	ネズミの肝臓	ホウレンソウの葉

ホウレンソウ (spinach), ネズミ (mouse), 肝臓 (liver), 大腸菌 (*Escherichia coli*)

問3 次の図A～Hは、染色体（chromosome）の構成が $2n=4$ である動物の減数分裂（meiosis）の様々な段階の細胞の模式図である。図A～Hを減数分裂の進行順に並べると、どのようになるか。正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、Aから始まりFで終わるものとする。

3



- ① A → E → H → G → D → B → C → F
- ② A → E → G → H → B → D → C → F
- ③ A → E → B → D → G → H → C → F
- ④ A → E → D → B → H → G → C → F
- ⑤ A → E → B → G → D → H → C → F
- ⑥ A → E → D → H → B → G → C → F

問4 アフリカツメガエル (*Xenopus laevis*) の<sup>ほうはい</sup>胞胚 (blastula) を使って次の実験Ⅰ, Ⅱを行った。これらの実験から考えられることとして最も適当なものを、次ページの①～⑤の中から一つ選びなさい。

4

実験Ⅰ 図1は、胞胚の動物極 (animal pole) と植物極 (vegetal pole) を通る断面図で、上が動物極である。図1に示すように、胞胚を破線の位置で切断し、AとBの部分を取り出した。AとBの領域をそれぞれ単独で培養したところ、Aは外胚葉 (ectoderm) に、Bは内胚葉 (endoderm) に分化 (differentiation) した。

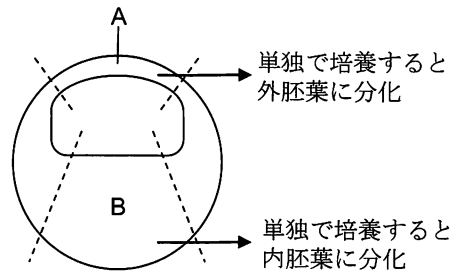


図1

実験Ⅱ 次に、図1と同じように胞胚を切り分け、図2に示すように、AとBを接触させて培養した。AのBに接触していた部分は中胚葉 (mesoderm) に、AのBに接触していない部分は外胚葉に、Bは内胚葉に分化した。

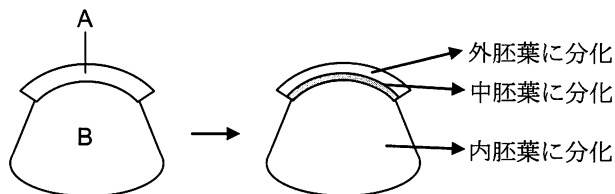


図2

- ① A は、形成体 (organizer) としての働きをもっている。
- ② A が B に働きかけることによって、中胚葉を誘導 (induction) する。
- ③ A は、胞胚期にはすでに予定運命 (cell fate) が決定している。
- ④ B の予定運命は、A と接することによって変えられる。
- ⑤ B には、A を中胚葉へと誘導する能力がある。

問5 カイコガ (silkworm moth) には、まゆ (cocoon) の色が白色となる系統 (line) と黄色となる系統がある。この遺伝には、2 対の対立遺伝子 (allele) が関わっている。まゆの色を黄色にする遺伝子 (gene)  $Y$  があっても、その働きを抑える遺伝子  $I$  があると、まゆの色は白色になる。また、 $Y$  と  $I$  の劣性対立遺伝子 (recessive allele) はそれぞれ  $y$  と  $i$  である。これに関する次の問い(1), (2)に答えなさい。

- (1)  $iiYY$  の〔黄色まゆ〕の個体と  $Iiyy$  の〔白色まゆ〕の個体を親として交雑 (cross) し、多数の  $F_1$  個体を得た。この  $F_1$  の雌雄を交雑して得られる  $F_2$  の表現型 (phenotype) の分離比 (segregation rate) はどうなるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5

	〔黄色まゆ〕	:	〔白色まゆ〕
①	1	:	0
②	0	:	1
③	3	:	1
④	1	:	3
⑤	13	:	3
⑥	3	:	13

- (2) (1)の  $F_1$  個体に、〔白色まゆ〕の遺伝子型 (genotype) が分からない個体を交雑したところ、次の世代には〔黄色まゆ〕:〔白色まゆ〕が 1 : 7 で生じた。 $F_1$  個体と交雑した〔白色まゆ〕の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  $liYy$       ②  $liYY$       ③  $liyy$       ④  $iiYy$       ⑤  $liYY$       ⑥  $iiyy$

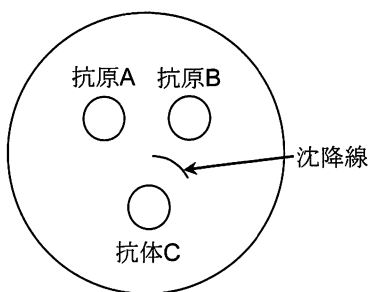
問6 ヒトの体液 (body fluid) について述べた次の文 a～d のうち正しいものをすべて選び、その組み合わせを下の①～⑦の中から一つ選びなさい。

7
---

- a 体液中には、体内に侵入した細菌やウィルス (virus) を取り込み分解するマクロファージ (macrophage) という白血球 (leukocyte) が存在する。
- b リンパ液 (lymph fluid) は、血液に合流する。
- c 血球 (blood cell) は、多いものから順に赤血球 (erythrocyte), 血小板 (platelet), 白血球である。
- d リンパ液には、血小板の一種のリンパ球 (lymphocyte) が浮遊している。

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

問7 次の図のように、シャーレ (dish) に入れた寒天 (agar) に三つの穴を開け、そこにウィルス (virus) から取り出した2種類の抗原 (antigen) AとB, および抗体 (antibody) Cを入れて放置した。抗原と抗体は寒天中を拡散することができ、それらが出会い結合が起きると、沈降線 (precipitation line) という肉眼でも見える沈殿物が生じる。抗原A, Bと抗体Cの間の反応は図のようになった。なお、この抗体はある動物に抗原を接種 (inoculation) してつくられた。



これらの抗原と抗体の関係を表した次の文 a～e 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。

8

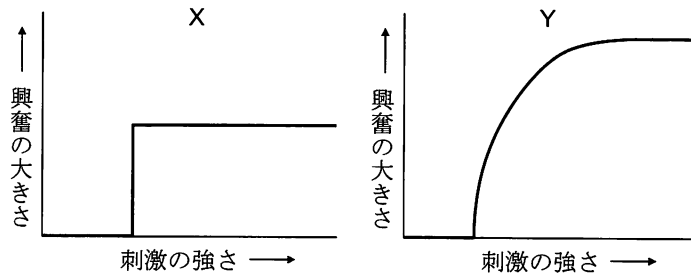
- a 抗体Cは、抗原Aとだけ結合できる。
- b 抗体Cは、抗原Bとだけ結合できる。
- c 抗体Cは、抗原AとBの両方に結合できる。
- d 抗体Cは、抗原Aを接種してつくられた。
- e 抗体Cは、抗原Bを接種してつくられた。

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



問 8 次の図 X, Y は、1 個の軸索 (axon) または神経 (軸索の束) が刺激 (stimulation) を受けたときの刺激の強さと興奮 (excitation) の大きさを示したものである。これについて述べた文として 誤っているもの を、下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

9



- ① X は 1 個の軸索での変化を、Y は軸索の束での変化を示したものである。
- ② X では全か無かの法則 (all-or-none law) が成り立つ。
- ③ X と Y のそれぞれの 1 個の軸索は、両方ともそれぞれの閾値 (threshold) 以上の刺激の強さで興奮した。
- ④ X では刺激の強さがある一定以上になると興奮したが、その大きさは一定だった。
- ⑤ Y では興奮の大きさが一定になるような刺激の強さは認められなかった。

問9 植物の反応と調節に関する文として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

10

- ① 光傾性 (photonasty) とは、光の方向に曲がる反応である。
- ② オーキシン (auxin) は植物体の先端でつくられ、重力によって基部へ移動する。
- ③ 長日植物 (long-day plant) に限界暗期 (critical dark period) 以下の暗期を与えた場合に、花芽形成 (flower bud formation) が促進される。
- ④ 側芽 (lateral bud) の成長の抑制は、エチレン (ethylene) の作用による。
- ⑤ 種子の発芽 (germination) において、胚 (embryo) から分泌 (secretion) されたジベレリン (gibberellin) が種皮 (seed coat) に作用し、アミラーゼ (amylase) の合成を促進する。

問10 植物の光合成 (photosynthesis) 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。

11

- ① ある一定の条件下で、光合成速度 (photosynthetic rate) が最大でそれ以上増加しなくなる最小の光の強さを光飽和点 (light saturation point) という。
- ② 光合成による二酸化炭素吸収量と呼吸 (respiration) による二酸化炭素排出量が等しくなる光の強さを補償点 (compensation point) という。
- ③ 見かけの光合成速度は、実際の光合成速度から呼吸速度 (respiration rate) を引いたものである。
- ④ 陽生植物 (sun plant) と陰生植物 (shade plant) を比較すると、一般に光飽和点が低いのは陰生植物である。
- ⑤ 陽生植物と陰生植物を比較すると、一般に補償点が低いのは陽生植物である。
- ⑥ 陽生植物と陰生植物を比較すると、一般に呼吸速度が小さいのは陰生植物である。

問 11 次の図 1 は、ある一定量 ( $E$ ) の酵素 (enzyme) で酵素反応を行ったときの反応時間と、生成物 (product) の量の関係を示している。基質濃度 (substrate concentration), 温度, pH は変えずに、酵素を 2 倍の量 ( $2E$ ) と半分の量 ( $0.5E$ ) にしたとき、反応時間と生成物の量の関係はそれぞれどのようなになるか。最も適当なものを下の①～④の中から一つ選びなさい。

12

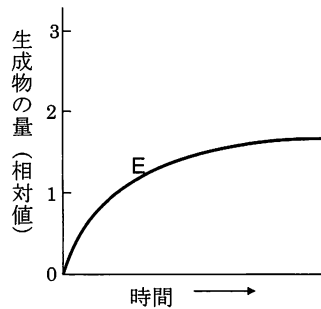
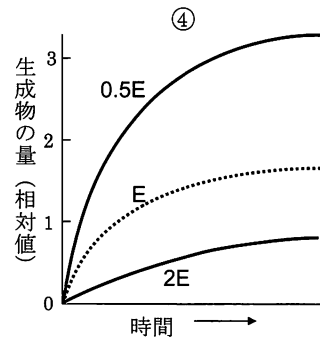
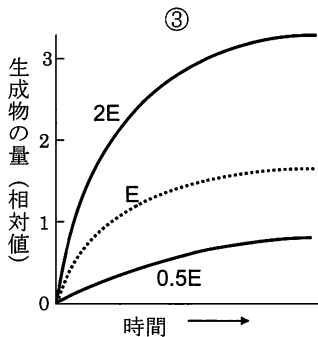
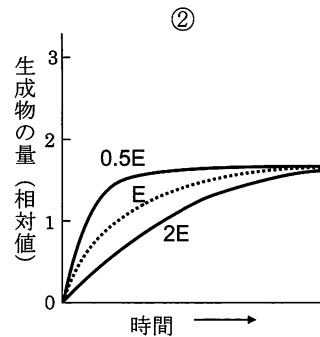
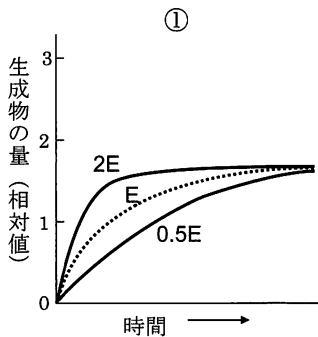


図 1



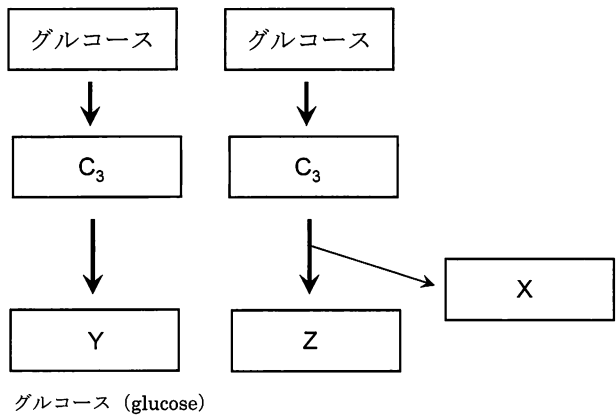
問 12 ATP について述べた文として正しいものを，次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

13

- ① ATP にはリン酸(phosphate)が 3 個含まれており，高エネルギーリン酸結合(high-energy phosphate bond)が 3 ヶ所ある。
- ② ATP は ADP とリン酸から生成され，生成の際にはエネルギーを放出する。
- ③ ATP の構造は，RNA を構成するヌクレオチド(nucleotide)のうち塩基(base)がアデニン(adenine)であるものに，さらにリン酸が 2 個付加されたものである。
- ④ 筋収縮(muscle contraction)の直接のエネルギー源は，ATP のリン酸を受け取ったクレアチンリン酸(phosphocreatine)である。
- ⑤ 動物細胞では，ミトコンドリア(mitochondria)で ATP がつくられ，他の部分ではつくられない。

問 13 次の図は、微生物による嫌気呼吸（anaerobic respiration）の二つの過程を示している。図中の  $C_3$  は、分子中に炭素原子（C）が三つ含まれる物質である。Y の物質は、ヒトの筋肉内でも生産されることがある。図中の X～Z にあてはまる物質名の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

14

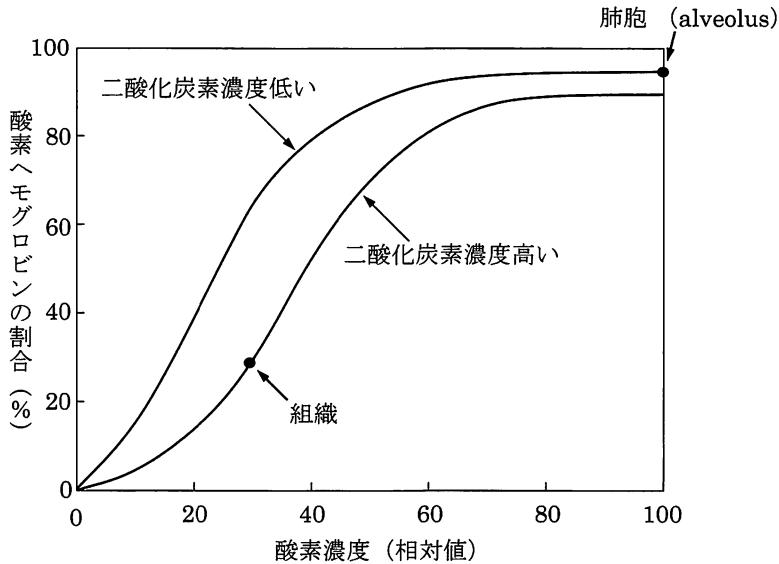


	X	Y	Z
①	二酸化炭素	乳酸	エタノール
②	二酸化炭素	エタノール	乳酸
③	二酸化炭素	ピルビン酸	エタノール
④	二酸化炭素	乳酸	ピルビン酸
⑤	水	乳酸	エタノール
⑥	水	エタノール	乳酸
⑦	水	エタノール	ピルビン酸
⑧	水	ピルビン酸	乳酸

乳酸 (lactic acid), エタノール (ethanol), ピルビン酸 (pyruvic acid)

問 14 次のグラフは、酸素ヘモグロビン（oxyhemoglobin）の割合と酸素濃度（oxygen concentration）との関係を示す酸素解離曲線（oxygen dissociation curve）である。このグラフについて述べた下の文 a～f のうち正しいものの組み合わせを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

15



- a ヘモグロビン（hemoglobin）が酸素と結合する割合は、酸素濃度が低いときは小さいが、酸素濃度が高くなると大きくなる。
- b ヘモグロビンが酸素と結合する割合は、酸素濃度が高いときは小さいが、酸素濃度が低くなると大きくなる。
- c ヘモグロビンは、二酸化炭素濃度が高いときより低いときの方が、酸素と結合しやすい。
- d ヘモグロビンは、二酸化炭素濃度が高いときより低いときの方が、酸素と結合しにくい。
- e 肺胞では、酸素濃度が高く、二酸化炭素濃度が低いので、ほとんどのヘモグロビンは酸素ヘモグロビンになる。
- f 組織では、酸素濃度が低く、二酸化炭素濃度が高いので、一部のヘモグロビンは解離して酸素ヘモグロビンとなる。

- |           |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 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 15 DNA を構成する 2 本のヌクレオチド鎖 (nucleotide chain) のうち、一方を X 鎖、もう一方を Y 鎖とする。100 塩基対 (base pair) からなる DNA の塩基数を調べたところ、2 本鎖全体では 4 種類の塩基の数がすべて等しかった。X 鎖にはグアニン (guanine) が 18 塩基含まれており、Y 鎖にはアデニン (adenine) が 26 塩基含まれていた。Y 鎖に含まれるチミン (thymine) の塩基数として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**16**

- ① 18 塩基      ② 24 塩基      ③ 26 塩基      ④ 32 塩基      ⑤ 50 塩基

問 16 次の図は、大腸菌 (*Escherichia coli*) の DNA におけるラクトースオペロン (lactose operon) を示している。大腸菌では、培地 (culture medium) にグルコース (glucose) がなくラクトース (lactose) が存在している場合に、ラクトースを分解するラクターゼ (lactase) の遺伝子 (gene) と、隣接する二つの遺伝子が転写 (transcription) される。しかし、培地にラクトースがないときは、それらの遺伝子は転写されないように調節されている。

転写を行う酵素 (enzyme) は、まず図の領域 X の部分に結合し、転写が始まる。また、図の遺伝子 A をもとにつくられたタンパク質 A は領域 Y において転写を制御する。ラクトースオペロンに関する次の問い(1)、(2)に答えなさい。

DNA		遺伝子A		領域X	領域Y	ラクターゼの遺伝子	遺伝子B	遺伝子C
-----	--	------	--	-----	-----	-----------	------	------

(1) 転写を行う酵素名と領域 X および領域 Y の名称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。

17

	転写を行う酵素名	領域 X の名称	領域 Y の名称
①	DNA ポリメラーゼ	プロモーター	リプレッサー
②	DNA ポリメラーゼ	オペレーター	リプレッサー
③	DNA ポリメラーゼ	リプレッサー	プロモーター
④	RNA ポリメラーゼ	プロモーター	オペレーター
⑤	RNA ポリメラーゼ	オペレーター	プロモーター
⑥	RNA ポリメラーゼ	リプレッサー	オペレーター

DNA ポリメラーゼ (DNA polymerase), RNA ポリメラーゼ (RNA polymerase),  
プロモーター (promoter), オペレーター (operator), リプレッサー (repressor)



- (2) 転写が起こるときに、ラクトースから生じた誘導物質とタンパク質 A の状態を説明した文として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**18**

- ① ラクトースから生じた誘導物質が領域 Y に結合し、そこにタンパク質 A が結合している。
- ② ラクトースから生じた誘導物質が領域 Y に結合し、タンパク質 A が領域 Y に結合するのを妨げる。
- ③ ラクトースから生じた誘導物質が領域 X に結合し、タンパク質 A が領域 Y に結合している。
- ④ ラクトースから生じた誘導物質がタンパク質 A と結合し、それが領域 Y に結合している。
- ⑤ ラクトースから生じた誘導物質がタンパク質 A と結合し、タンパク質 A が領域 Y に結合するのを妨げる。

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

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

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