

平成27年度（2015年度）日本留学試験

## 理 科

（80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 ～ 35
生物	37 ～ 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) に答えなさい。ただし、重力加速度の大きさを  $g$  とし、**D** (問4) 以外では空気の抵抗は無視できるものとする。

**A** 図1のように、質量が無視できる2等辺3角形(頂点  $O$ ,  $A$ ,  $B$ ) の板がある。この板は、固定された頂点  $O$  のまわりを自由に回転することができる。底辺  $AB$  の長さは  $2\ell$ , 頂点  $O$  の  $AB$  からの高さは  $d$  である。頂点  $A$  に質量  $m_1$  のおもりを、頂点  $B$  に質量  $m_2$  のおもりを、それぞれ質量の無視できる糸でつり下げたところ、板は図2のように、底辺  $AB$  が水平面から角度  $\theta$  だけ傾いてつり合った。

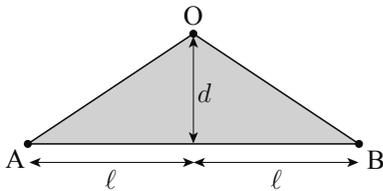


図1

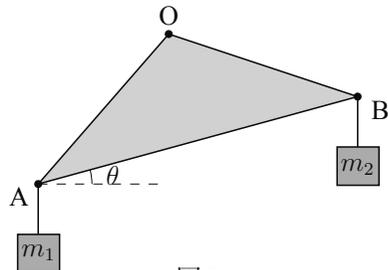


図2

問1  $\frac{m_1}{m_2}$  はどのように表されるか。正しいものを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

**1**

①  $\frac{\ell \cos \theta + d \sin \theta}{\ell}$

②  $\frac{\ell}{\ell \cos \theta - d \sin \theta}$

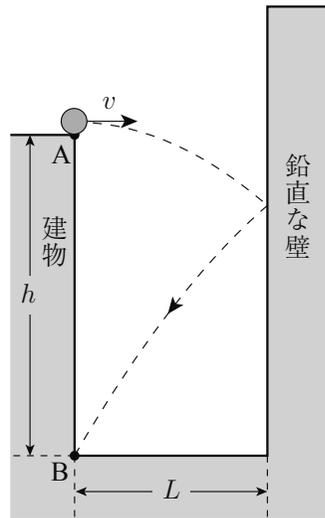
③  $\frac{\ell \cos \theta + d \sin \theta}{\ell \cos \theta - d \sin \theta}$

④  $\frac{\ell \cos \theta + d \tan \theta}{\ell}$

⑤  $\frac{\ell}{\ell \cos \theta - d \tan \theta}$

⑥  $\frac{\ell \cos \theta + d \tan \theta}{\ell \cos \theta - d \tan \theta}$

**B** 高さ  $h$  の建物から水平距離  $L$  だけ離れた所に、鉛直な壁が立っている。次の図のように、建物の屋上の端の点 A から、小球を水平に速さ  $v$  で投げたところ、壁に衝突してはねかえり、点 A の直下の点 B に落ちた。壁には摩擦がなく、小球と壁との衝突は弾性衝突とする。



問2 速さ  $v$  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。

2

①  $L\sqrt{\frac{g}{h}}$

②  $L\sqrt{\frac{2g}{h}}$

③  $2L\sqrt{\frac{g}{h}}$

④  $2L\sqrt{\frac{2g}{h}}$

理科-4

C 次の図のように、水平面上で一直線上を運動している小物体 A (質量  $m_A$ ) が、同じ直線上に静止している小物体 B (質量  $m_B$ ) に、速さ  $v$  で衝突した。衝突は弾性衝突で、A、B と水平面との摩擦は無視できるものとする。



問3 衝突の間に A が B から受けた力積はどのように表されるか。ただし、衝突前の A の速度の向きを力積の正の向きとする。正しいものを、次の①~④の中から一つ選びなさい。

3

①  $-\frac{2m_A m_B}{m_A + m_B}v$

②  $-\frac{m_A(m_A - m_B)}{m_A + m_B}v$

③  $\frac{2m_A m_B}{m_A + m_B}v$

④  $\frac{m_A(m_A - m_B)}{m_A + m_B}v$

**D** 質量  $m$  の小球が速さ  $v$  に比例する抵抗力（大きさ  $kv$ ， $k$  は比例定数）を受けながら鉛直に落下している。じゅうぶん時間がたった後，小球の速度が一定になった。

問4 小球の速度が一定になったとき，単位時間あたりに抵抗力のする仕事の大きさ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。 4

①  $\frac{mg}{k}$

②  $\frac{mg}{k^2}$

③  $\frac{(mg)^2}{k}$

④  $\frac{(mg)^2}{k^2}$

**E** 次の図のように、摩擦のない水平面上で、質量  $m$  の物体 A と質量  $M$  の物体 B が、スタートライン上に静止している。図は水平面を真上から見た図である。この状態から、A と B を同じ力  $F$  で同じ距離だけ引いて、ゴールラインまで到達させた。ゴールラインに達した瞬間の、A の運動量の大きさを  $p_A$ 、B の運動量の大きさを  $p_B$  とする。

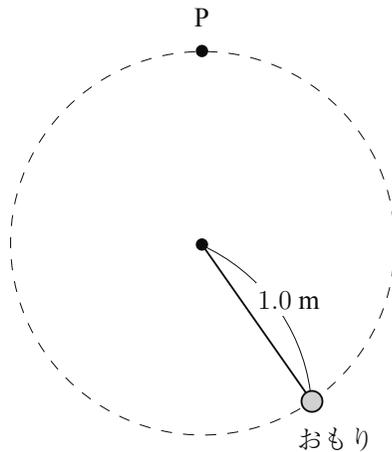


問5  $\frac{p_A}{p_B}$  はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**5**

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

**F** 次の図のように、長さ  $1.0\text{ m}$  の伸び縮みしない軽い糸の一端を固定し、他端に質量  $1.0\text{ kg}$  のおもりをつけ、鉛直面内で円運動させた。最高点  $P$  におけるおもりの速さは、 $4.0\text{ m/s}$  であった。重力加速度の大きさを  $9.8\text{ m/s}^2$  とする。



問6 おもりが  $P$  を通過する瞬間の糸の張力の大きさは何  $\text{N}$  か。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

**6**  $\text{N}$

①  $6.2$

②  $9.8$

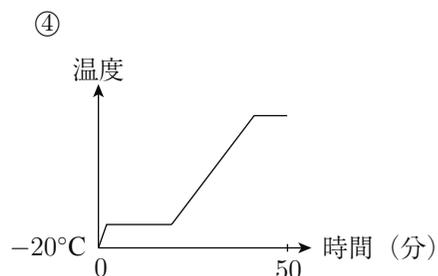
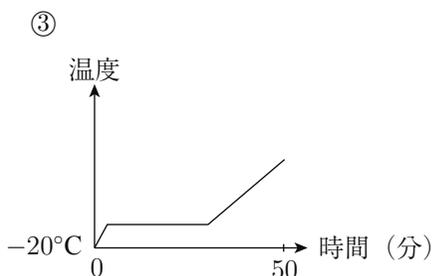
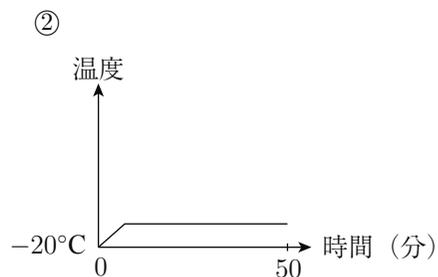
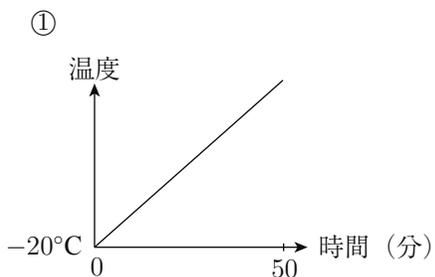
③  $16$

④  $26$

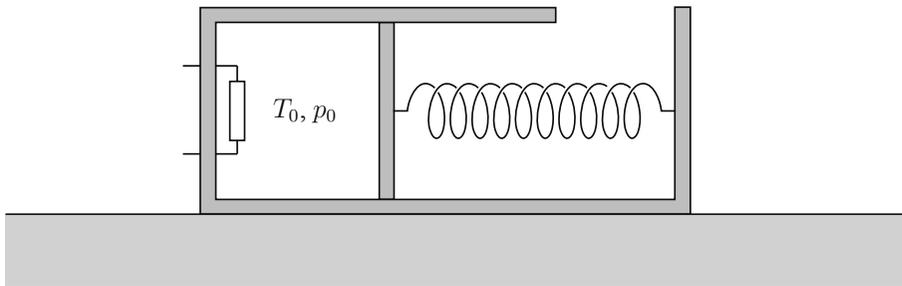
Ⅱ 次の問い A (問 1), B (問 2), C (問 3) に答えなさい。

A  $-20^{\circ}\text{C}$  の氷  $100\text{ g}$  を一定の圧力に保った断熱容器に入れ、断熱容器内のヒーターで、1 秒あたり  $10\text{ J}$  の割合で 50 分間加熱した。氷の比熱を  $2.1\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、氷の融解熱を  $3.3 \times 10^2\text{ J/g}$ 、水の比熱を  $4.2\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、水の蒸発熱を  $2.3 \times 10^3\text{ J/g}$  とする。

問 1 加熱を開始してから 50 分後までの、断熱容器内の温度の時間変化を示したグラフはどうか。最も適当なものを、次の①~④の中から一つ選びなさい。 7



**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、なめらかに動くことのできる断面積  $S$  のピストンによって、物質質量  $n$  モルの理想気体が閉じ込められている。ピストンには、ばね定数  $k$  のばねが水平に取り付けられており、ばねのもう一方の端は固定されている。最初、シリンダー内の気体の絶対温度は  $T_0$  であり、圧力は大気圧  $p_0$  に等しく、ばねは自然長であった。シリンダー内のヒーターで気体を加熱したところ、気体の絶対温度は  $T_0 + \Delta T$  となり、気体は膨張して、ピストンは右へ距離  $\Delta x$  だけ移動した。理想気体の定積モル比熱を  $C_V$  とする。シリンダーとピストンは断熱材でできており、気体と外部との間で熱の出入りはない。



問2 気体に加えた熱量はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

8

①  $nC_V\Delta T$

②  $nC_V\Delta T + p_0S\Delta x$

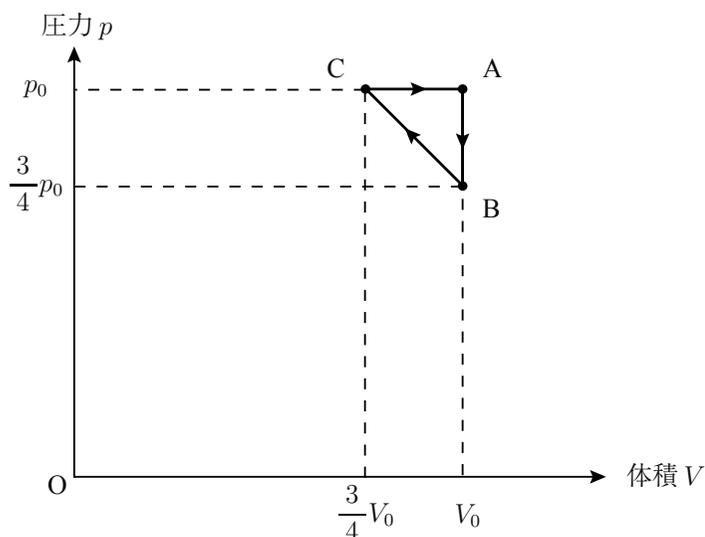
③  $nC_V\Delta T + \frac{1}{2}k(\Delta x)^2$

④  $nC_V\Delta T - \frac{1}{2}k(\Delta x)^2$

⑤  $nC_V\Delta T + p_0S\Delta x + \frac{1}{2}k(\Delta x)^2$

⑥  $nC_V\Delta T + p_0S\Delta x - \frac{1}{2}k(\Delta x)^2$

- C なめらかに動くピストンがついた容器に一定量の単原子分子理想気体を閉じ込め、次の  $p$ - $V$  図のように気体の状態を  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$  と変化させた。このとき、気体は  $C \rightarrow A$  の過程でのみ熱を吸収する。



- 問3 この1サイクル ( $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ ) の熱効率はいくらか。最も適当な値を、次の①~④の中から一つ選びなさい。

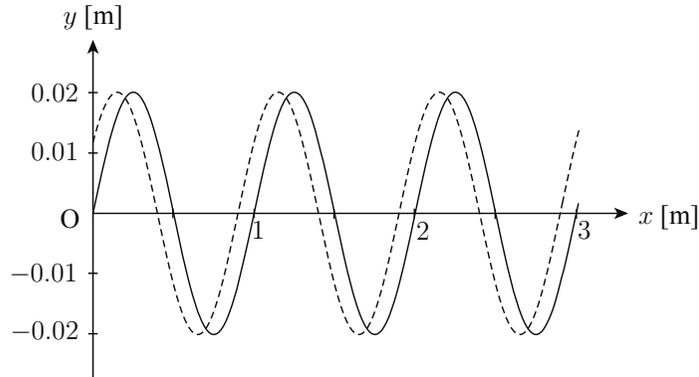
9

- ①  $\frac{1}{20}$                       ②  $\frac{1}{12}$                       ③  $\frac{1}{10}$                       ④  $\frac{1}{6}$

## III

次の問い A (問1), B (問2), C (問3) に答えなさい。

- A  $x$  軸上を速さ  $2 \text{ m/s}$  で進む正弦波がある。次の図の実線は、この波の時刻  $t = 0 \text{ s}$  の時の媒質の変位  $y \text{ [m]}$  と位置座標  $x \text{ [m]}$  との関係を示したグラフである。また、この波の周期を  $T \text{ [s]}$  としたとき、破線は、時刻  $t = 0.1T$  の時の波形を示している。

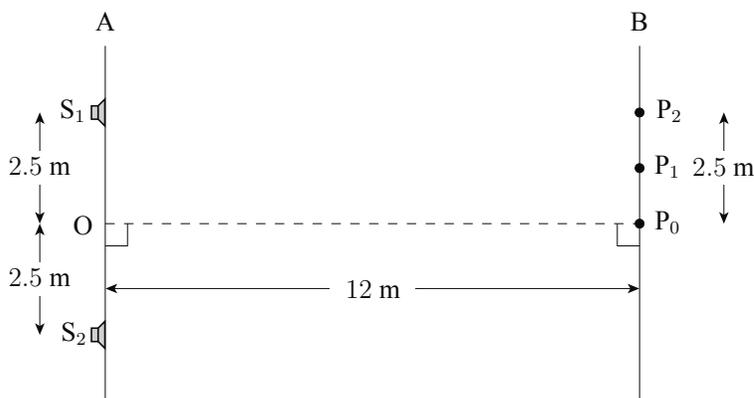


- 問1 この波の変位  $y$  を、時刻  $t$  と座標  $x$  の関数として表した式として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

10

- ①  $y = -0.02 \sin 2\pi(0.5t - x)$                       ②  $y = 0.02 \sin 2\pi(0.5t + x)$
- ③  $y = -0.02 \sin 2\pi(2t - x)$                       ④  $y = 0.02 \sin 2\pi(2t + x)$

**B** 次の図のように、2つのスピーカー  $S_1$  と  $S_2$  が 5.0 m 離れて設置され、同じ振動数で同位相の音波を出している。 $S_1$  と  $S_2$  を結ぶ直線 A に平行で距離 12 m 離れた直線 B の上を移動しながらこの音を聞いたところ、強く聞こえる位置と弱く聞こえる位置が交互に現れた。 $S_1$  と  $S_2$  から等距離の点  $P_0$  では強く聞こえた。次の図には、点  $P_0$  から離れるにつれて音が強く聞こえる点を順に  $P_1$ 、 $P_2$  として示してある。 $P_2$  は  $P_0$  から距離 2.5 m の位置にあった。音の速さを 340 m/s とする。

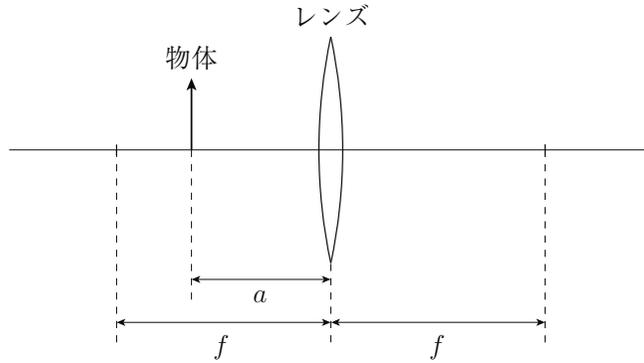


問2 スピーカーから出ている音の振動数は何 Hz か。最も適当な値を、次の①~④の中から一つ選びなさい。

**11** Hz

- ① 170                      ② 340                      ③ 680                      ④ 1360

- C 次の図のように、焦点距離が  $f$  の凸レンズから距離  $a$  ( $< f$ ) の位置に物体を置いたところ、レンズから距離  $b$  の位置に虚像が見えた。



- 問3 物体をレンズに近づける ( $a$  を小さくする) と、レンズから虚像までの距離  $b$ 、および虚像の大きさはどう変化するか。正しい組み合わせを、次の①~④の中から一つ選びなさい。

12

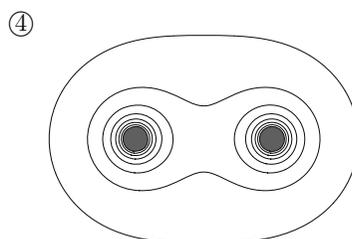
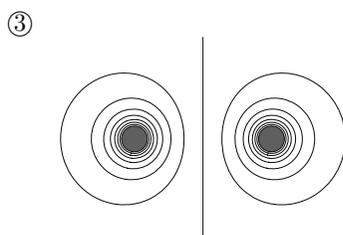
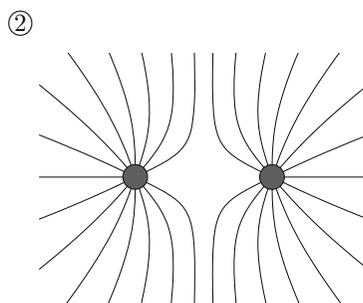
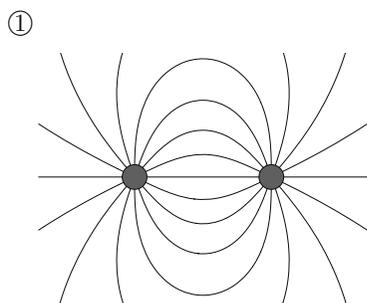
	①	②	③	④
$b$	小さくなる	小さくなる	大きくなる	大きくなる
虚像の大きさ	小さくなる	大きくなる	小さくなる	大きくなる

**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、平面上の点 **A** と点 **B** に、符号が同じで大きさの等しい電荷量をもった点電荷を置いた。



問1 この平面内の電気力線を表す図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。ただし、電気力線に矢印はつけていない。 **13**



**B** 次の図のように、真空中に、帯電していない面積の等しい4枚の金属板 A, B, C, D を等間隔で平行に置き、2つの抵抗  $R_1$ ,  $R_2$ 、2つの開いた状態のスイッチ  $S_1$ ,  $S_2$ 、および起電力  $V$  の電池を導線でつないだ。ただし、金属板の厚さは無視でき、面積は十分大きいものとする。 $S_1$  を閉じて、じゅうぶん時間が経過した後、A には電気量  $Q$  の電荷が帯電していた。次に、 $S_1$  を閉じたままにして、 $S_2$  を閉じた。じゅうぶん時間が経過した後、A には電気量  $Q'$  の電荷が帯電していた。

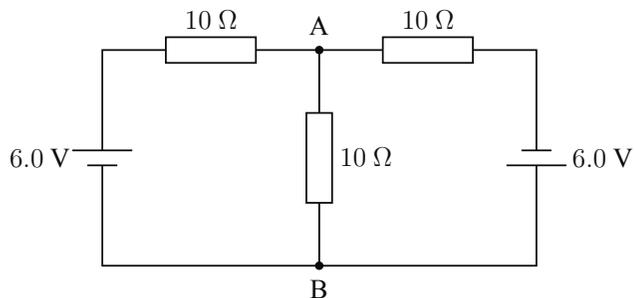


問2  $\frac{Q'}{Q}$  はいくらか。正しい値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

14

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

- C 次の図のように、起電力  $6.0\text{ V}$  の2つの電池と抵抗値  $10\ \Omega$  の3つの抵抗が接続されている。ただし、電池の内部抵抗は無視できるものとする。



- 問3 上の図中の AB 間を流れる電流  $I$  は何 A か。ただし  $A \rightarrow B$  の向きを電流の正の向きとする。最も適当な値を、次の①~⑦の中から一つ選びなさい。 15 A

- ①  $-1.2$                       ②  $-0.80$                       ③  $-0.40$                       ④  $0.0$   
 ⑤  $0.40$                       ⑥  $0.80$                       ⑦  $1.2$

**D** 図1のように,  $xyz$ 座標系内で,  $xy$ 平面上に原点  $O$  を中心として半径  $a$  の円形コイルを置き, 点  $A(0, 2a, 0)$  を通り  $x$  軸に平行に十分に長い直線導線を置いた。直線導線には電流を流さず, 円形コイルに電流  $I_1$  を図の向きに流したところ, 原点  $O$  での磁場の強さは  $H$  であった。次に, 図2のように, 円形コイルに電流  $I_1$  を流したまま, 直線導線に電流  $I_2$  を図の向きに流したところ, 原点  $O$  での磁場の強さは  $0$  になった。さらに, 図3のように, 電流の大きさ  $I_1, I_2$  は変えず,  $A$  を中心に導線を回転し, 直線電流の向きを  $z$  軸の正の向きに変えた。

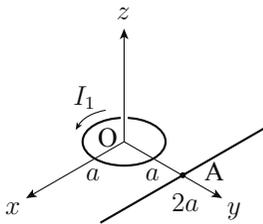


図 1

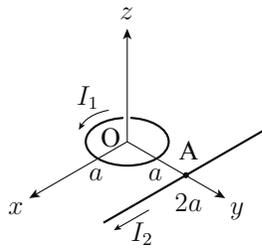


図 2

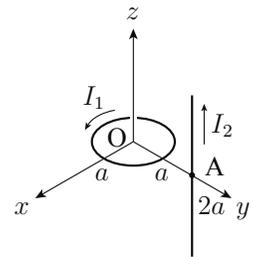


図 3

**問 4** 図3の状態, 原点  $O$  での磁場ベクトルを  $x, y, z$  成分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。

16

①  $(0, H, H)$

②  $(H, 0, H)$

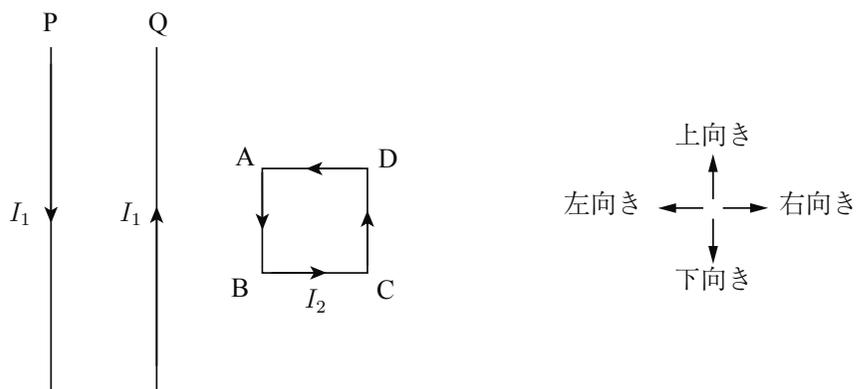
③  $(H, H, 0)$

④  $(2H, 0, 0)$

⑤  $(0, 2H, 0)$

⑥  $(0, 0, 2H)$

**E** 次の図のように、十分に長い2本の直線導線 P, Q と正方形のコイル ABCD が同一平面内に置かれている。コイルの辺 AB, 辺 CD, P, Q は互いに平行である。P, Q には大きさ  $I_1$  の電流が、コイルには大きさ  $I_2$  の電流が、図に示したそれぞれの矢印の向きに流れている。



問5 コイルの各辺が受ける力の合力の向きはどうなるか。正しいものを、次の①~④の中から一つ選びなさい。ただし、選択枝中の上下左右の向きは、図の右端にそれぞれ矢印で示した向きである。

**17**

- ① P, Q に平行で上向き
- ② P, Q に平行で下向き
- ③ P, Q に垂直で左向き
- ④ P, Q に垂直で右向き

**F** 次の図1のように、十分に長い直線導線Aと円形コイルBが同一平面内に置かれている。Aに図2のように時間 $t$ とともに変化する電流 $I_A$ を流した。その結果、Bに時間 $t$ とともに変化する電流 $I_B$ （図1中の矢印の向きを正の向きとする）が流れた。ただし、Bに流れる電流の作る磁場は無視できるものとする。

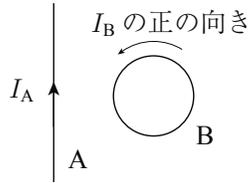


図1

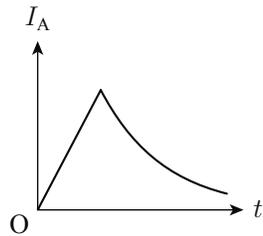
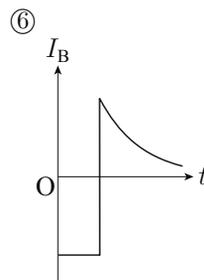
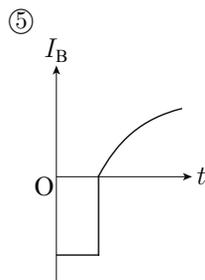
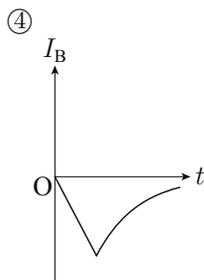
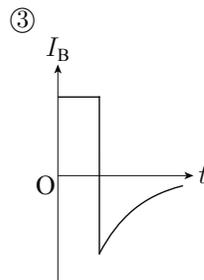
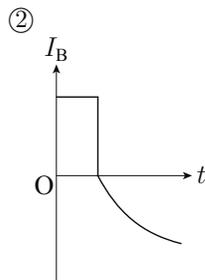
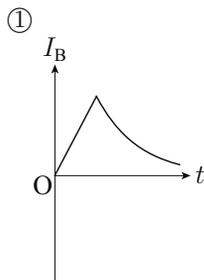


図2

問6  $I_B$ が $t$ とともに変化する様子を表したグラフ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。

**18**



**V** 次の問い **A** (問 1) に答えなさい。

**A** ボーアの水素原子模型では、電子 (電気量  $-e$ ) は原子核 (電気量  $e$ ) のまわりを静電気力を向心力として、半径  $r$ 、速さ  $v$  で等速円運動しているとし、運動方程式

$$m \frac{v^2}{r} = k_0 \frac{e^2}{r^2}$$

が成り立つ。ここで、 $m$  は電子の質量、 $k_0$  はクーロンの法則の比例定数である。ボーアは  $v$  と  $r$  の間に量子化条件  $mvr = \frac{nh}{2\pi}$  を仮定した。ここで、 $n$  は正の整数であり、 $h$  はプランク定数である。 $n = 1$  のときの電子の速さを  $v_1$ 、 $n = 2$  のときの電子の速さを  $v_2$  とする。

問 1  $\frac{v_1}{v_2}$  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。

**19**

- ①  $\frac{1}{4}$                       ②  $\frac{1}{2}$                       ③  $\frac{1}{\sqrt{2}}$                       ④ 1
- ⑤  $\sqrt{2}$                       ⑥ 2                      ⑦ 4

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。

< 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 Cu : 64 Ag : 108

この試験における元素の族 (group) と周期 (period) の関係は下の周期表 (periodic table) の通りである。ただし、H 以外の元素記号は省略してある。

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

理科-24

問 1 元素 (element) に関する次の記述(a)~(d)のうち、正しいものが二つある。それらの組み合わせを、下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

**1**

- (a)  $^{26}_{12}\text{Mg}$  と  $^{27}_{13}\text{Al}$  は、同数の中性子 (neutron) をもつ。
- (b) Na は、Ne 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) が大きい。
- (c) S は、Cl より価電子 (valence electron) の数が多い。
- (d) O は、F よりも電子親和力 (electron affinity) が小さい。

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

問 2 次表の物質の組み合わせ①~⑥のうち、互いに同素体 (allotrope) であるものを一つ選びなさい。

**2**

①	ダイヤモンド (diamond)	ケイ素 (silicon)
②	オゾン (ozone)	二酸化炭素 (carbon dioxide)
③	ゴム状硫黄 (rubbery sulfur)	ゴム (rubber)
④	フラーレン (fullerene)	黒鉛 (graphite)
⑤	リン (phosphorus)	窒素 (nitrogen)
⑥	氷	水

問3 次の記述①～⑤のうち、下線部が誤っているものを一つ選びなさい。

3

- ① アンモニウムイオン (ammonium ion) では、NH<sub>3</sub> 分子と H<sup>+</sup>が イオン結合 (ionic bond) で結びついている。
- ② 塩化水素 (hydrogen chloride) 分子では、H 原子と Cl 原子が 共有結合 (covalent bond) で結びついている。
- ③ ダイヤモンド (diamond) では、C 原子どうしが互いに 共有結合 で結びついている。
- ④ 金属鉄 (iron) では、原子 (atom) どうしが互いに 金属結合 (metallic bond) で結びついている。
- ⑤ ドライアイス (dry ice) では、CO<sub>2</sub> 分子どうしが互いに 分子間力 (intermolecular force) で結びついている。

問4 尿素 (urea) の合成は、次の化学反応式 (chemical equation) で表される。

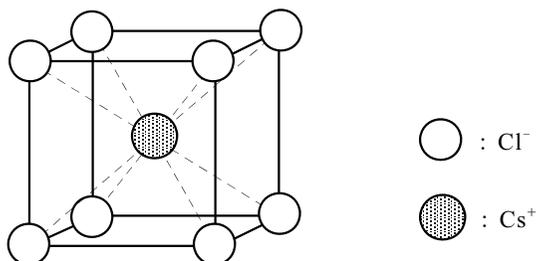


アンモニア (ammonia) 17 g と二酸化炭素 (carbon dioxide) 44 g を反応させたとき、生じる尿素は最大で何 g か。最も近い値を次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

4 g

- ① 30      ② 42      ③ 48      ④ 56      ⑤ 61

問5 次の図に塩化セシウム CsCl の結晶構造 (crystal structure) を示す。



この結晶 (crystal) に関する次の記述(a), (b)にあてはまる数値の組み合わせとして正しいものを, 下表の①~⑧の中から一つ選びなさい。

5

- (a) 一つの Cl<sup>-</sup>と接している Cs<sup>+</sup>の数  
(b) 単位格子 (unit cell) 中に含まれる Cl<sup>-</sup>の数

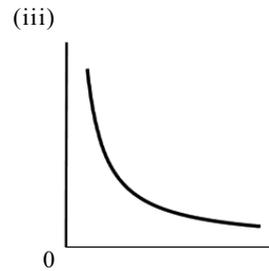
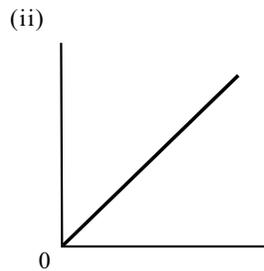
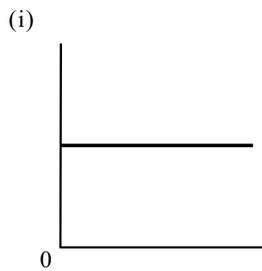
	a	b
①	4	$\frac{1}{8}$
②	8	$\frac{1}{8}$
③	4	$\frac{1}{4}$
④	8	$\frac{1}{4}$
⑤	4	1
⑥	8	1
⑦	4	8
⑧	8	8

問6 理想気体 (ideal gas) に関する次の記述(a), (b)を表すグラフが, (i)~(iii)の中にそれぞれ一つある。それらの組み合わせとして正しいものを, 下表の①~⑥の中から一つ選びなさい。

6

(a) 温度一定のときの, 圧力  $P$  と体積  $V$  の関係

(b) 圧力一定のときの, 体積  $V$  と絶対温度  $T$  の関係



	a	b
①	i	ii
②	i	iii
③	ii	i
④	ii	iii
⑤	iii	i
⑥	iii	ii

問7 次の物質①～⑥の0.1 mol/L水溶液をそれぞれつくった。このとき浸透圧 (osmotic pressure) が最も大きいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

7

- ① HCl    ② NH<sub>3</sub>    ③ KCl    ④ Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>    ⑤ CH<sub>3</sub>COOH    ⑥ C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>

問8 化合物 **A** と化合物 **B** は、次に示す反応式 (chemical equation) にしたがって化合物 **C** を生成する。



温度、体積一定で反応を行ったとき、反応前と平衡 (equilibrium) に達したときの各化合物の物質質量 [mol] を次表に示す。この反応の平衡定数 (equilibrium constant)  $K$  として最も近い値を、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

8

	<b>A</b> の物質質量 [mol]	<b>B</b> の物質質量 [mol]	<b>C</b> の物質質量 [mol]
反応前	2.0	2.0	0
平衡時	1.0	1.0	2.0

- ① 1.0    ② 2.0    ③ 3.0    ④ 4.0    ⑤ 5.0    ⑥ 6.0

問9 次の水溶液 **A**~**D** を pH の大きい順に並べたもの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

水溶液 **A** 0.10 mol/L 塩酸 HCl

水溶液 **B** 0.10 mol/L 酢酸 CH<sub>3</sub>COOH

水溶液 **C** 0.10 mol/L 酢酸と 0.10 mol/L 酢酸ナトリウム CH<sub>3</sub>COONa を等しい量混ぜた混合水溶液

水溶液 **D** 0.10 mol/L 硫酸 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

① **D** > **B** > **A** > **C**

② **B** > **C** > **A** > **D**

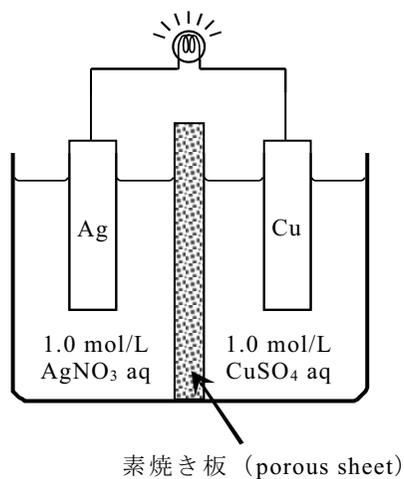
③ **B** > **C** > **D** > **A**

④ **D** > **A** > **B** = **C**

⑤ **C** > **B** > **A** > **D**

問 10 次の図に示す電池を放電 (discharge) させたところ、銀板 (silver plate) の質量 (mass) が 0.54 g 変化した。このときの銅板 (copper plate) の質量の変化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 0.16 g 減少した | ② 0.32 g 減少した | ③ 0.64 g 減少した |
| ④ 0.16 g 増加した | ⑤ 0.32 g 増加した | ⑥ 0.64 g 増加した |

問 11 周期表の第 3 周期 (third period) の元素 (element) に関する次の記述①～⑤のうち、

誤っているものを一つ選びなさい。

11

- ① アルミニウム Al は、水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq と反応して酸素 O<sub>2</sub> を発生する。
- ② 塩素 Cl<sub>2</sub> は、水と反応して次亜塩素酸 HClO を生成する。
- ③ マグネシウム Mg は、希塩酸 dil. HCl と反応して水素 H<sub>2</sub>を発生する。
- ④ ナトリウム Na は、エタノール C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH と反応して水素を発生する。
- ⑤ 硫黄 S は、燃焼 (combustion) すると二酸化硫黄 SO<sub>2</sub> を発生する。

問 12 酸化還元反応 (oxidation-reducion reaction) に関する次の記述①～⑤のうち、

誤っているものを一つ選びなさい。

12

- ① 希硫酸 dil. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> に亜鉛 Zn を加えると、水素 H<sub>2</sub> が発生する。
- ② 酸化アルミニウム Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> と鉄 Fe の混合物を加熱すると、アルミニウム Al が生成する。
- ③ 硫化水素水溶液 H<sub>2</sub>S aq に二酸化硫黄 SO<sub>2</sub> を吹き込むと、硫黄 S が生成する。
- ④ 硫酸銅(II)水溶液 CuSO<sub>4</sub> aq に鉄線 (iron wire) を入れると、鉄線の表面に銅 Cu が析出 (deposit) する。
- ⑤ ヨウ化カリウム水溶液 KI aq に塩素 Cl<sub>2</sub> を溶解 (dissolution) した水を加えると、ヨウ素 I<sub>2</sub> が生成する。

問 13 次の記述(a)~(e)のうち、塩素  $\text{Cl}_2$  が発生する反応が二つある。それら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。

13

- (a) 塩素酸カリウム  $\text{KClO}_3$  に酸化マンガン(IV)  $\text{MnO}_2$  を加えて熱する。  
 (b) 酸化マンガン(IV)に濃塩酸 conc.  $\text{HCl}$  を加えて熱する。  
 (c) 塩化アンモニウム  $\text{NH}_4\text{Cl}$  に水酸化カルシウム  $\text{Ca(OH)}_2$  を加える。  
 (d) さらし粉  $\text{CaCl}(\text{ClO})\cdot\text{H}_2\text{O}$  に濃塩酸を加える。  
 (e) 塩化ナトリウム  $\text{NaCl}$  に濃硫酸 conc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  を加える。

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

問 14 次の(a)~(f)の反応のうち、下線を引いた原子(atom)の酸化数(oxidation number)が2増えるものが二つある。それら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。

14

- (a)  $\underline{\text{N}}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$   
 (b)  $\underline{\text{Fe}} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$   
 (c)  $2\underline{\text{K}}\text{Cl} + \text{F}_2 \longrightarrow 2\text{KF} + \text{Cl}_2$   
 (d)  $2\underline{\text{Fe}}\text{Cl}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{FeCl}_3$   
 (e)  $2\underline{\text{S}}\text{O}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{SO}_3$   
 (f)  $2\underline{\text{KMn}}\text{O}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$

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

問 15 次の記述(a)~(c)のいずれにもあてはまる金属イオン (metal ion) 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。 15

- (a) このイオン (ion) を含む水溶液に希塩酸 dil. HCl を加えても, 沈殿 (precipitate) は生じない。
- (b) このイオンを含む水溶液に希硫酸 dil. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> を加えても, 沈殿は生じない。
- (c) このイオンを含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq を過剰に (in excess) 加えると, 一度生じた沈殿が溶ける。

① Ag<sup>+</sup>      ② Ba<sup>2+</sup>      ③ Cu<sup>2+</sup>      ④ Pb<sup>2+</sup>      ⑤ Zn<sup>2+</sup>

問 16 エタン (ethane), エテン (エチレン) (ethene (ethylene)), ベンゼン (benzene) 中の水素原子 (hydrogen atom) 2 個を塩素原子 (chlorine atom) 2 個で置き換えて得られる異性体 (isomer) はそれぞれいくつか。正しい数の組み合わせを, 次の①~⑦の中から一つ選びなさい。ただし, シス-トランス異性体 (cis- and trans- isomers) は別々に数えるものとする。 16

	エタン	エテン (エチレン)	ベンゼン
①	2	2	2
②	3	3	2
③	2	3	2
④	3	2	3
⑤	2	3	3
⑥	3	4	3
⑦	2	4	2

問 17 ある有機化合物 (organic compound) **A** を加水分解 (hydrolysis) すると, 銀鏡反応 (silver mirror test) を示す化合物 **B** とヨードホルム反応 (iodoform reaction) を示す化合物 **C** が得られた。**A** 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

- ①  $\text{HCOOCH}_3$       ②  $\text{HCOOC}_2\text{H}_5$       ③  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$   
 ④  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$       ⑤  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOCH}_3$       ⑥  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5$

問 18 アニリン (aniline) の性質と反応に関する次の記述①～⑤のうち, 誤っているもの を一つ選びなさい。

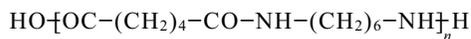
18

- ① アニリンは弱塩基 (weak base) である。  
 ② アニリンはニトロベンゼン (nitrobenzene) をスズ Sn と濃塩酸 conc. HCl で還元 (reduction) すると得られる。  
 ③ アニリンをさらし粉  $\text{CaCl}(\text{ClO}) \cdot \text{H}_2\text{O}$  で酸化 (oxidation) すると, 赤紫色 (reddish purple) の物質が生成する。  
 ④ アニリンに無水酢酸 (acetic anhydride) を反応させると, アセトアニリド (acetanilide) が生成する。  
 ⑤ アニリンに亜硝酸ナトリウム  $\text{NaNO}_2$  と塩酸を反応させると, ニトロベンゼンが生成する。

問 19 油脂 (fat) 6.0 g をけん化 (saponification) するのに, 1.0 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq が 20 mL 必要であった。この油脂の平均分子量 (average molecular weight) として最も近い値を, 次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 **19**

- ① 300      ② 600      ③ 675      ④ 900      ⑤ 1800

問 20 次に示す構造式 (structural formula) をもつナイロン 66 (nylon 6,6) 20 kg をアジピン酸  $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$  とヘキサメチレンジアミン  $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$  の縮合重合 (condensation polymerization) で合成するとき, 最大で何 kg の水が生成するか。最も近い値を, 下の①～⑥の中から一つ選びなさい。 **20** kg



- ① 0.16      ② 0.24      ③ 1.6      ④ 2.4      ⑤ 3.2      ⑥ 4.0

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
○	○	●

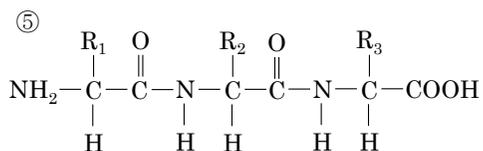
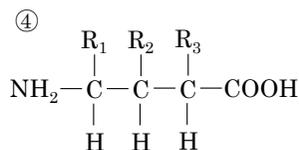
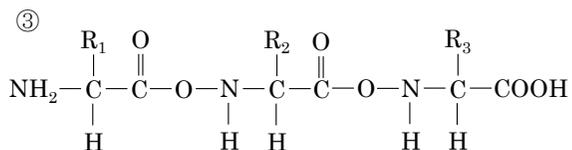
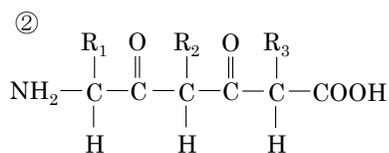
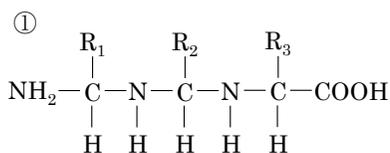
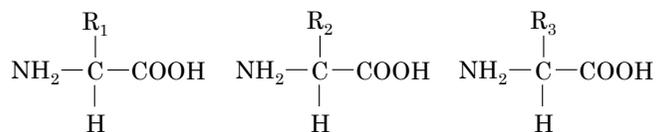
**科目が正しくマークされていないと、採点されません。**

**問1** 細胞膜 (cell membrane) の構造や機能について述べた次の文①～④の中から、**誤っているもの**を一つ選びなさい。 1

- ① 一般に、親水性 (hydrophilic) のアミノ酸 (amino acid) や糖 (sugar) などの分子は細胞膜を通過しにくい。
- ② 膜を貫通しているタンパク質には、イオンチャネル (ion channel) やナトリウムポンプ (sodium pump) がある。
- ③ 細胞膜を通過できない大きな分子や異物は、エキソサイトーシス (exocytosis) と呼ばれる現象で細胞内に取り込まれる。
- ④ 細胞膜には、外部からの情報や細胞間の情報の受容や伝達をおこなうタンパク質がある。

問2 次の図は、3種類のアミノ酸 (amino acid) の構造を示したものである。R<sub>1</sub>~R<sub>3</sub>はアミノ酸の側鎖 (side chain) を示している。この3種類のアミノ酸がペプチド結合 (peptide bond) した構造として正しいものを、下の①~⑤の中から一つ選びなさい。

2



**問3** 次の文は、呼吸 (respiration) の反応過程の一部について述べたものである。文中の下線部 A~F のうち、1カ所に誤りがある。誤っている下線部と、それを修正した語句の正しい組み合わせを、下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

3

A グルコース (glucose) が 2 分子の B ピルビン酸 (pyruvic acid) になる反応は、解糖系 (glycolysis) と呼ばれ、C 細胞質基質 (cytoplasmic matrix) でおこなわれる。また、D クエン酸回路 (citric acid cycle) と呼ばれる過程は、B ピルビン酸 がミトコンドリア (mitochondria) の E 外膜 (outer membrane) にある脱炭酸酵素 (decarboxylase) と脱水素酵素 (dehydrogenase) の働きを受けて、F 二酸化炭素 と還元型補酵素 (reduced coenzyme) NADH および  $\text{FADH}_2$  を生じる反応系である。

	誤っている下線部	→	修正後の語句
①	A	→	エタノール (ethanol)
②	B	→	乳酸 (lactic acid)
③	C	→	ゴルジ体 (Golgi body)
④	D	→	カルビン・ベンソン回路 (Calvin-Benson cycle)
⑤	E	→	マトリックス (matrix)
⑥	F	→	酸素

**問 4** DNA 中の窒素 (nitrogen) がすべて  $^{15}\text{N}$  である大腸菌 (*Escherichia coli*) (0 世代) を  $^{14}\text{N}$  を含む培地 (culture medium) に移して増殖 (proliferation) させた。分裂によって生じた 3 世代目の大腸菌の中で, [ $^{15}\text{N}$  のみを含む DNA], [ $^{15}\text{N}$  と  $^{14}\text{N}$  を含む DNA], [ $^{14}\text{N}$  のみを含む DNA] のそれぞれをもつものの割合はどうか。正しいものを次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

4

	$^{15}\text{N}$ のみを含む DNA	:	$^{15}\text{N}$ と $^{14}\text{N}$ を含む DNA	:	$^{14}\text{N}$ のみを含む DNA
①	0	:	1	:	1
②	0	:	1	:	3
③	0	:	3	:	1
④	1	:	1	:	2
⑤	1	:	1	:	0
⑥	1	:	1	:	1

**問 5** 真核生物 (eukaryote) の転写 (transcription) と翻訳 (translation) に関する次の文①~④のうち, 正しいものを一つ選びなさい。

5

- ① DNA にはプロモーター (promoter) と呼ばれる特別な塩基配列 (base sequence) の領域があり, そこに DNA ポリメラーゼ (DNA polymerase) が結合することによって転写は始まる。
- ② 遺伝子には, 翻訳されない塩基配列が含まれる場合がある。このような配列をエクソン (exon) という。
- ③ 転写によって生じる RNA から, 翻訳されない配列を除く過程のことをスプライシング (splicing) といい, スプライシングを受けた後の RNA を mRNA という。
- ④ 翻訳は, リボソーム (ribosome) と tRNA の結合で始まる。

問6 減数分裂 (meiosis) における次の問い(1), (2)について答えなさい。

(1) 図1は、ある生物の減数分裂中の生殖細胞 (germ cell) の模式図である。

この図からこの生物の染色体数 (chromosome number) は  $2n = \boxed{a}$  であることがわかる。

空欄  $\boxed{a}$  にあてはまる数値を下の①～④の中から一つ選びなさい。

**6**

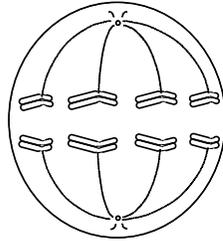


図1

- ① 2      ② 4      ③ 8      ④ 16

(2) 図2は、減数分裂に伴う細胞あたりのDNA量 (相対値) の変化を示している。(1)の図1の細胞は、図2で示されたA～Dのどの時期にみられるか。最も適当なものを下の①～④の中から一つ選びなさい。

**7**

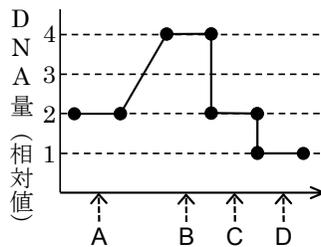


図2

- ① A      ② B      ③ C      ④ D

問7 被子植物 (angiosperm) の花粉形成 (pollen formation) において、減数分裂 (meiosis) の最後にできる細胞として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

8

- ① 花粉四分子 (pollen tetrad)                      ② 雄原細胞 (generative cell)
- ③ 精細胞 (sperm cell)                              ④ 花粉母細胞 (pollen mother cell)
- ⑤ 花粉管細胞 (pollen tube cell)

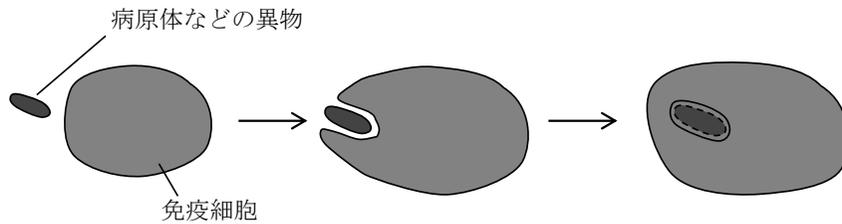
問8 ヒトの尿 (urine) の生成に関する次の文①～④の中から、正しいものを一つ選びなさい。

9

- ① 体液 (body fluid) の塩類濃度 (salt concentration) が低すぎる場合、鉱質コルチコイド (mineralocorticoid) の分泌 (secretion) が抑制されてナトリウムイオン (sodium ion) などの再吸収量が減る。
- ② 血液中の物質のうち、水分、無機塩類 (mineral salts)、グルコース (glucose)、タンパク質は、糸球体 (glomerulus) にある小さな穴を通過できるため、ろ過 (filtration) された原尿 (primitive urine) に含まれる。
- ③ 体液の塩類濃度が高すぎる場合、バソプレシン (vasopressin) の分泌が促進されて水分の再吸収量が増える。
- ④ 原尿の成分のうち、尿素 (urea) はすべて再吸収される。

問9 次の図は、免疫細胞 (immune cell) が体内に侵入した異物を包み込んで消化・分解する過程を模式的に表したものである。下の a~f のうち、この働きをもつ免疫細胞をすべて選び、その組み合わせとして最も適当なものを下の①~④の中から一つ選びなさい。

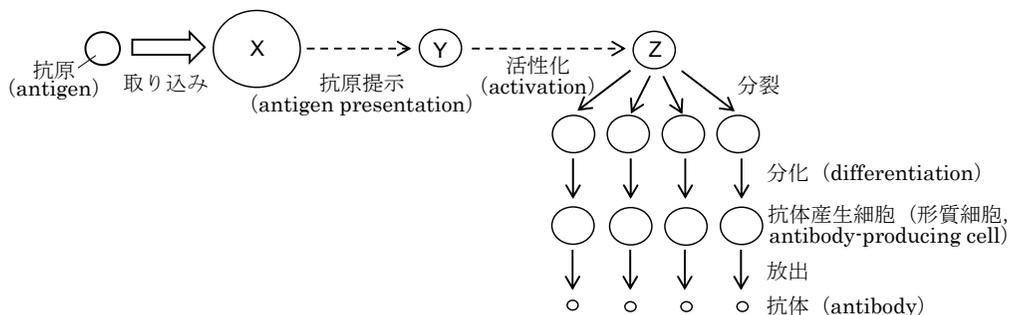
10



- |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| a マクロファージ (macrophage)   | b 樹状細胞 (dendritic cell)   |
| c キラーT細胞 (killer T cell) | d ヘルパーT細胞 (helper T cell) |
| e 好中球 (neutrophil)       | f B細胞                     |

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

問 10 次の図は、ヒトの体液性免疫 (humoral immunity) にかかわる細胞の働きを示したものである。



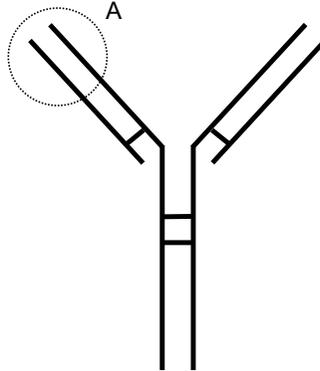
(1) 図中の X, Y, Z の細胞名を正しく組み合わせたものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

11

	X	Y	Z
①	樹状細胞 (dendritic cell)	キラーT細胞 (killer T cell)	ヘルパーT細胞 (helper T cell)
②	樹状細胞	ヘルパーT細胞	B細胞
③	B細胞	ヘルパーT細胞	キラーT細胞
④	B細胞	樹状細胞	キラーT細胞
⑤	ヘルパーT細胞	キラーT細胞	B細胞
⑥	ヘルパーT細胞	B細胞	キラーT細胞

- (2) 抗体に関する次の文中の空欄 **a** , **b** にあてはまる語句を組み合わせたものを、下の①～④の中から一つ選びなさい。 **12**

抗体は免疫 **a** と呼ばれるタンパク質で、次の図のように示される。図中の A は **b** と呼ばれる部分である。



	a	b
①	ヘモグロビン (hemoglobin)	定常部 (constant region)
②	ヘモグロビン	可変部 (variable region)
③	グロブリン (globulin)	定常部
④	グロブリン	可変部

問 11 一つのニューロン (neuron) に一定時間の電気刺激 (electrical stimulation) を与えた。

この刺激の強さとニューロンの興奮 (excitation) について述べた次の文 a, b について、正しいものを○, 誤っているものを×としたとき、最も適当な組み合わせを下の①~④の中から一つ選びなさい。

13

- a ニューロンに与える刺激を強くするほど、興奮の大きさは大きくなる。
- b ニューロンに刺激を与えると興奮がみられるが、さらに刺激を強くしても、興奮の頻度 (frequency) は変化しない。

	a	b
①	○	○
②	○	×
③	×	○
④	×	×

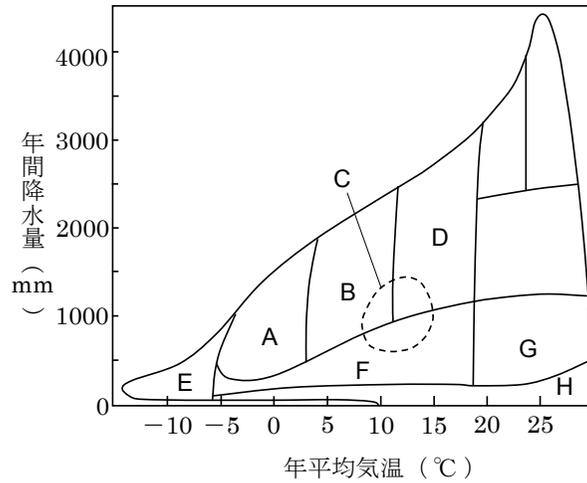
問 12 植物ホルモン (plant hormone) であるフロリゲン (florigen) について述べた次の文①~

④の中から誤っているものを一つ選びなさい。

14

- ① 短日植物 (short-day plant) や長日植物 (long-day plant) では、日長条件に応じて植物体内で合成される。
- ② 葉で作られる。
- ③ 道管 (vessel) を通って茎頂 (shoot apex) に移動する。
- ④ 花芽形成 (flower bud formation) を促進する。

問 13 次の図は、世界各地の陸上バイオーム (terrestrial biome) における年間降水量 (annual precipitation) と年平均気温 (annual mean temperature) との関係を示したものである。



温帯 (temperate zone) の内陸部に分布し、降水量が少ないため樹木は育たず、イネ科 (Poaceae family, Gramineae family) などの草本 (herb) がみられるバイオームは、図の A~H のどれか。最も適当なものを次の①~⑧の中から一つ選びなさい。 15

- ① A      ② B      ③ C      ④ D      ⑤ E      ⑥ F      ⑦ G  
⑧ H

問 14 次の表は、ある森林の生態系 (ecosystem) における生産者 (producer) の物質収支を表している。表の数値は、面積  $1\text{m}^2$  あたりの 1 年間の有機物 (organic matter) 量 ( $\text{g}/\text{m}^2/\text{年}$ ) として示してある。

総生産量 (gross primary productivity)	呼吸量 (respiration)	枯死量 (dead plant tissue)	被食量 (feeding)
2650	1450	670	30

生産者の純生産量 (net primary productivity, A) と成長量 (B) と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。

16

	A	B
①	1980	1280
②	1980	530
③	1950	1280
④	1950	500
⑤	1200	530
⑥	1200	500

問 15 照葉樹林 (laurel forest) や夏緑樹林 (summer green forest) でみられる十分に発達した森林の構造について述べた文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。

17

- ① 森林内の樹木は高さが異なるが、大部分は同一の種類で樹木の年齢は同じものである。
- ② 森林内の地表に近い部分では、陽生植物 (sun plant) が生育することが多い。
- ③ 高木層 (tree layer) が光の大部分を吸収するため、低木層 (shrub layer) や草本層 (herbaceous layer) は光合成 (photosynthesis) 以外の栄養獲得で成長する。
- ④ 森林内の構造には、高木層、亜高木層 (sub-tree layer)、低木層、草本層などの階層構造がみられる。

**問 16** 真核細胞 (eukaryotic cell) のミトコンドリア (mitochondria) と葉緑体 (chloroplast)

は、細胞内共生 (endosymbiosis) した他の生物が起源であるという説がある。この細胞内共生説 (endosymbiotic theory) について述べた文として 誤っているもの を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

**18**

- ① ミトコンドリアと葉緑体は、核 (nucleus) 内の DNA とは異なる独自の DNA をもつことが細胞内共生説の根拠の一つになっている。
- ② 原始的なシアノバクテリア (cyanobacteria) が、細胞内に共生してミトコンドリアの起源となったと考えられている。
- ③ 好気性細菌 (aerobic bacteria) が細胞内に共生することにより、酸素を用いた効率のよい呼吸 (respiration) 方法を獲得したと考えられている。
- ④ 光合成 (photosynthesis) をおこなう原核生物 (prokaryote) と、呼吸をおこなう原核生物の両方を取り込んで共生した生物が、植物細胞に進化したと考えられている。

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。**

