

平成27年度（2015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 ～ 35
生物	37 ～ 50

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、空気の抵抗は無視できるものとする。

A 図1のように、一様な細い棒を直角に折り曲げた。棒の一端 **A** から折れ曲がりの位置 **B** までの長さは $2L$ 、**B** から棒の他端 **C** までの長さは L である。位置 **B** に糸を付け、この棒をつるしたところ、図2のように、**AB** の部分が水平面とのなす角が θ の状態でつり合って静止した。

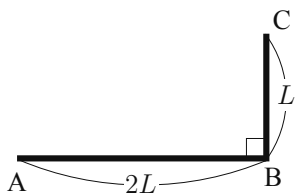


図1

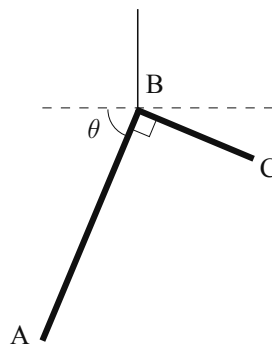


図2

問1 $\tan \theta$ 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。

1

① $\frac{1}{4}$

② $\frac{1}{2}$

③ 2

④ 4

B 物体が静止状態から等加速度運動を始めた。運動を始めてから12 s後に物体は36 m移動していた。

問2 運動を始めてから12 s後の物体の速さは何 m/s か。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

2 m/s

① 1.0

② 2.0

③ 3.0

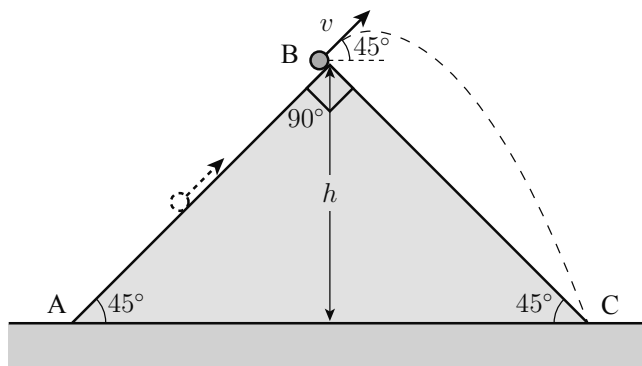
④ 4.0

⑤ 5.0

⑥ 6.0

理科-4

C 次の図のように、断面が直角二等辺三角形ABCの三角柱が辺ACを下にして水平面上に固定されている。∠ABCが直角で、頂点Bの辺ACからの高さは h である。小球を水平面とのなす角が 45° の辺ABに沿って投げ上げたところ、頂点Bで速さ v で飛び出し、頂点Cの位置に落下した。

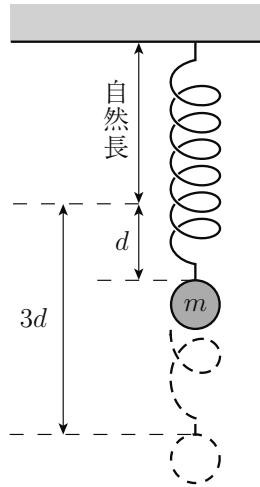


問3 v はどのように表されるか。正しいものを、次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

3

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

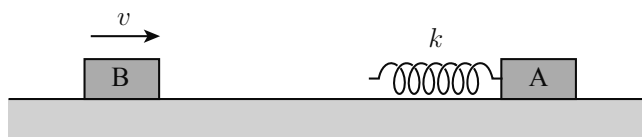
- D** 次の図のように、軽いばねに質量 m のおもりを付けて天井から鉛直につるしたところ、ばねが自然長から長さ d だけ伸びて静止した。おもりを鉛直下方に引き、ばねを自然長から長さ $3d$ だけ伸ばし、静かにはなしたところ、おもりは鉛直方向に単振動をした。



- 問4 ばねが縮んで自然長になったときのおもりの速さ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。 4

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

E 次の図のように、なめらかな水平面上に質量 m の物体 A が静止している。A には水平方向に伸び縮みする軽いばねが付いている。同じ質量 m の物体 B が左側から速さ v で A に近づいてきて、A のばねに衝突した。ばねは押し縮められ、A が動きはじめた。A、B およびばねは一直線上を運動した。



問5 ばねが最も縮んだときの A の速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。

5

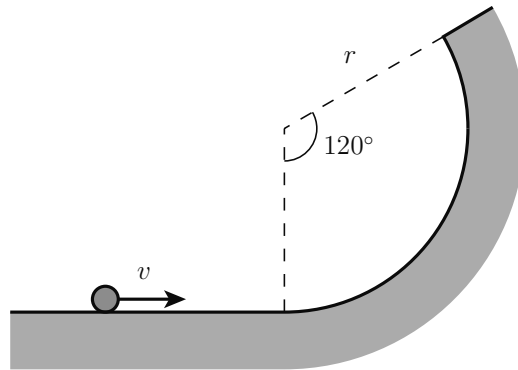
① $\frac{1}{2}v$

② $\frac{\sqrt{2}}{2}v$

③ v

④ $\sqrt{2}v$

F 次の図のように、水平面となめらかにつながった半径 r 、中心角 120° の円筒面がある。水平面に沿って小球を速さ v で入射させ、円筒面に沿って運動させる。小球が円筒面から離れずに円筒面の最上部まで運動するためには、 v はある速さ v_0 より大きくなければならない。小球と水平面および円筒面との間の摩擦は無視できるものとする。



問6 v_0 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。

6

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

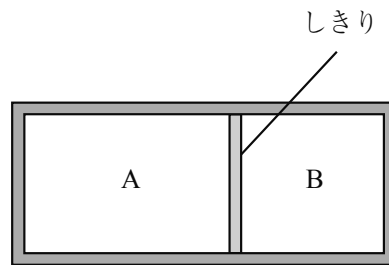
Ⅱ 次の問い A (問1), B (問2), C (問3) に答えなさい。

A 質量 $1.0 \times 10^2 \text{ g}$ の物質 A に $3.0 \times 10^3 \text{ J}$ の熱量を与えたところ温度が $1.5 \times 10^1 \text{ K}$ 上昇した。質量 $1.0 \times 10^2 \text{ g}$ の物質 B に $4.0 \times 10^3 \text{ J}$ の熱量を与えたところ温度が $1.0 \times 10^1 \text{ K}$ 上昇した。質量 $4.0 \times 10^2 \text{ g}$ の物質 A と質量 $3.0 \times 10^2 \text{ g}$ の物質 B を、同じ温度で接触させ、 $1.0 \times 10^4 \text{ J}$ の熱量を与えたところ、物質 A と物質 B の温度がともに $t \text{ [K]}$ 上昇した。

問1 $t \text{ [K]}$ 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。 7 K

- ① 1.0 ② 2.0 ③ 3.0 ④ 4.0 ⑤ 5.0 ⑥ 6.0

B 次の図のように、断熱容器が、熱を伝えなめらかに動くことのできるしきりで、2つの領域AとBに分けられている。領域Aには分子 N_A 個からなる理想気体（1分子の質量 m_A ）が、領域Bには分子 N_B 個からなる理想気体（1分子の質量 m_B ）がそれぞれ入っていて、同じ温度、同じ圧力で熱平衡状態にある。領域Aの気体の体積を V_A 、気体分子の2乗平均速度を $\sqrt{v_A^2}$ とし、領域Bの気体の体積を V_B 、気体分子の2乗平均速度を $\sqrt{v_B^2}$ とする。

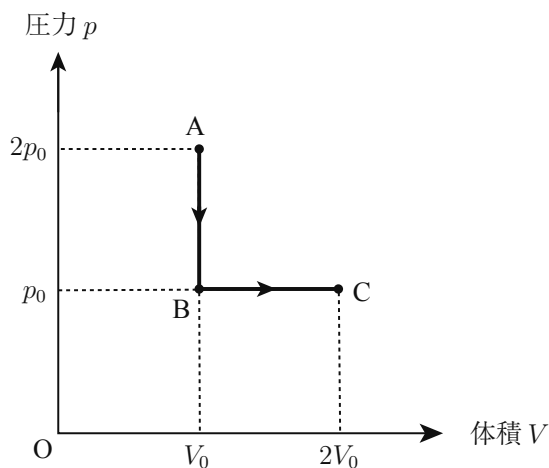


問2 $\frac{V_A}{V_B}$ と $\frac{\sqrt{v_A^2}}{\sqrt{v_B^2}}$ はどのように表されるか。正しい組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

8

	①	②	③	④
$\frac{V_A}{V_B}$	$\frac{N_A}{N_B}$	$\frac{N_A}{N_B}$	$\frac{N_B}{N_A}$	$\frac{N_B}{N_A}$
$\frac{\sqrt{v_A^2}}{\sqrt{v_B^2}}$	$\sqrt{\frac{m_A}{m_B}}$	$\sqrt{\frac{m_B}{m_A}}$	$\sqrt{\frac{m_A}{m_B}}$	$\sqrt{\frac{m_B}{m_A}}$

C 物質質量 n モルの理想気体の圧力 p と体積 V を次の図のように、 $A \rightarrow B \rightarrow C$ と変化させた。状態 A の体積は V_0 、圧力は $2p_0$ である。状態 B の体積は V_0 、圧力は p_0 、絶対温度は T_0 である。状態 C の体積は $2V_0$ 、圧力は p_0 である。この気体の定積モル比熱を C_V 、定圧モル比熱を C_p とし、気体定数を R とする。



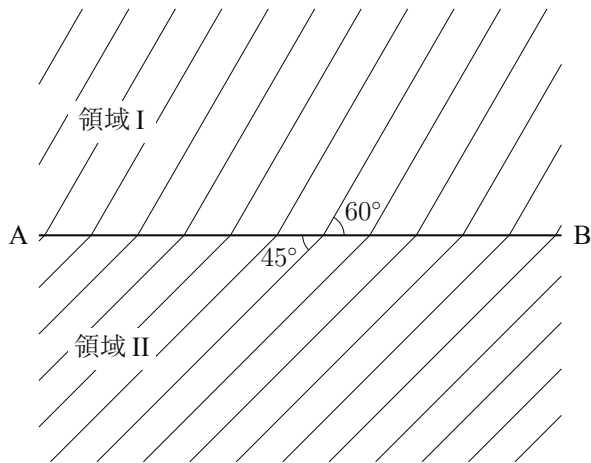
問3 $A \rightarrow B \rightarrow C$ の過程全体で気体が吸収した正味の熱量はどのように表されるか。正しいものを、次の①~⑧の中から一つ選びなさい。 9

- ① $-nRT_0$ ② $-nC_VT_0$ ③ $-nC_pT_0$ ④ $-n(C_V + C_p)T_0$
 ⑤ nRT_0 ⑥ nC_VT_0 ⑦ nC_pT_0 ⑧ $n(C_V + C_p)T_0$

III

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

A 次の図のように、直線 AB の境界線で深さの異なる 2 つの領域 I と II が接する水槽に水が入れてある。この図は水槽を上から見た図である。領域 I から領域 II へと進むとき水面波が屈折し、領域 I で波面と直線 AB との傾きが 60° であったものが、領域 II では 45° に変わった。領域 I での波の速さを v_I 、領域 II での波の速さを v_{II} とする。水槽は十分広くて浅いものとする。



問 1 $\frac{v_I}{v_{II}}$ 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。

10

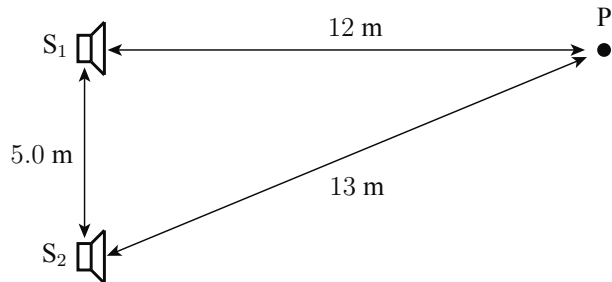
① $\frac{\sqrt{2}}{2}$

② $\frac{\sqrt{6}}{3}$

③ $\frac{\sqrt{6}}{2}$

④ $\sqrt{2}$

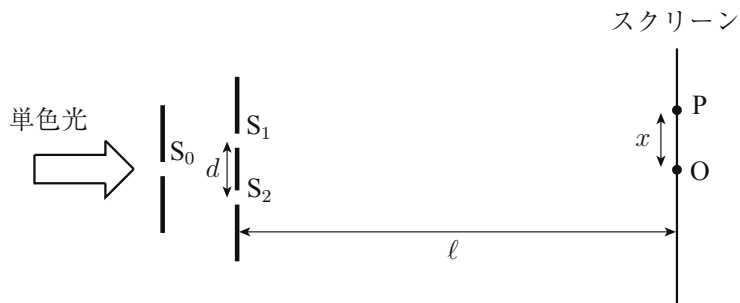
B 次の図のように、2つのスピーカー S_1 と S_2 が 5.0 m 離れて設置され、同じ振動数で同位相の音波を出している。 S_1 から距離 12 m、 S_2 から距離 13m 離れた点 P で S_1 と S_2 から出た音波を直接観測する。音速を 340 m/s とする。



問2 S_1 と S_2 から出す音波の振動数を 500 Hz から徐々に大きくしていくとき、P で観測する音が最初に弱め合うときの振動数は何 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

- ① 510 ② 680 ③ 850 ④ 1020

C 次の図のように、単スリット S_0 と間隔 d の複スリット S_1, S_2 に単色光を通したところ、複スリットから十分大きな距離 ℓ 離れた位置にあるスクリーン上に明暗のしまができた。スクリーンの中央付近で隣り合う明線の間隔は a であった。複スリットの間隔を d から $1.5d$ に変化させたとき、隣り合う明線の間隔は a から a' に変化した。ただし、 S_1 と S_2 の間隔が d のとき、スクリーン上で S_1 と S_2 から等距離にある点 O から距離 x の位置にある点を P とすると、 S_1 と P の距離と S_2 と P の距離の差は $\frac{xd}{\ell}$ と表されるものとする。



問3 $\frac{a'}{a}$ 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。

12

① 0.33

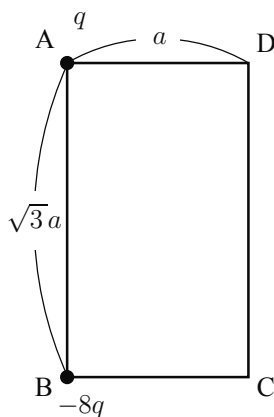
② 0.67

③ 1.5

④ 3.0

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、長方形 ABCD の頂点 A に電気量 q (> 0) の点電荷を、頂点 B に電気量 $-8q$ の点電荷を固定した。辺 AD の長さは a 、辺 AB の長さは $\sqrt{3}a$ である。点 C の電位を V_C 、点 D の電位を V_D とする。クーロンの法則の比例定数を k とする。

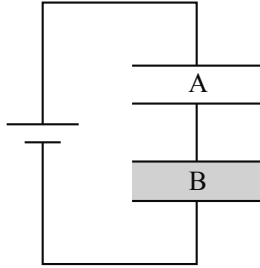


問1 $V_D - V_C$ はどのように表されるか。正しいものを、次の①~⑧の中から一つ選びなさい。

13

- | | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① $-\frac{11kq}{2a}$ | ② $-\frac{9kq}{2a}$ | ③ $-\frac{7kq}{2a}$ | ④ $-\frac{5kq}{2a}$ |
| ⑤ $\frac{5kq}{2a}$ | ⑥ $\frac{7kq}{2a}$ | ⑦ $\frac{9kq}{2a}$ | ⑧ $\frac{11kq}{2a}$ |

B 同じ形状の2つの平行板コンデンサーAとBがある。Aの極板間は真空であり、Bの極板間は比誘電率 ϵ_r の誘電体で満たされている。次の図のようにAとBを電池に接続した。このとき、Aに蓄えられた電荷を Q_A 、Aの極板間の電場の強さを E_A とし、Bに蓄えられた電荷を Q_B 、Bの極板間の電場の強さを E_B とする。

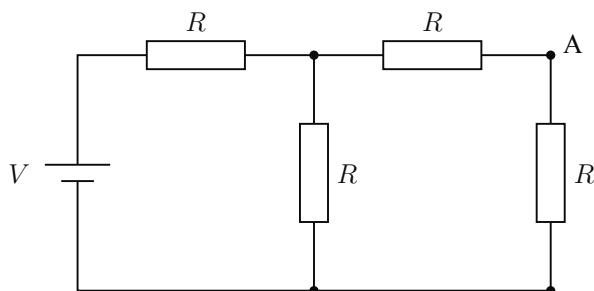


問2 $\frac{Q_B}{Q_A}$ と $\frac{E_B}{E_A}$ はどのように表されるか。正しい組み合わせを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

14

	①	②	③	④	⑤	⑥
$\frac{Q_B}{Q_A}$	1	1	1	ϵ_r	ϵ_r	ϵ_r
$\frac{E_B}{E_A}$	$\frac{1}{\epsilon_r}$	1	ϵ_r	$\frac{1}{\epsilon_r}$	1	ϵ_r

- C 次の図のように、抵抗値が R の抵抗 4 個と、起電力 V の電池を接続した。このとき、回路中の点 A を流れる電流の大きさを I とする。電池の内部抵抗は無視できるものとする。

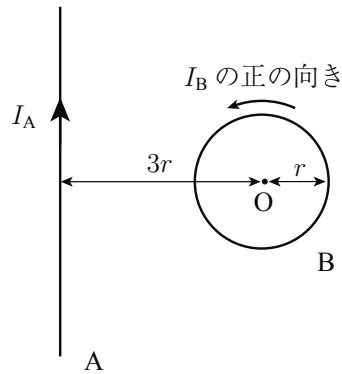


- 問3 I はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

15

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

- D** 次の図のように、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。B の半径は r であり、B の中心 O と A の距離は $3r$ である。A に大きさ I_A の電流が図中の矢印の向きに流れている。B に電流 I_B を流したところ、O での磁場が 0 になった。ただし、図中の矢印の向きを I_B の正の向きとする。

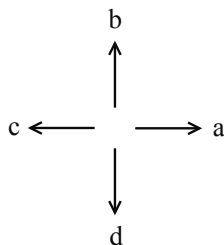
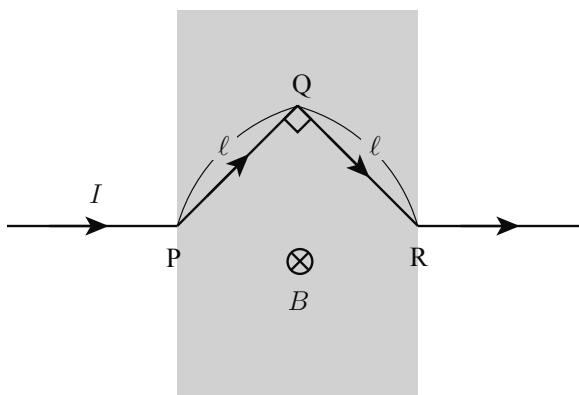


- 問4 $\frac{I_B}{I_A}$ はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

16

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

E 次の図のように、直角二等辺三角形の2等辺の部分PQRをもつ導線に、大きさ I の電流が図中の矢印の向きに流れている。導線は紙面内にあり、導線の一部PQRは一樣な磁場中にある。磁場は紙面に垂直で、紙面の表から裏に向かう向きであり、磁束密度の大きさは B である。辺PQと辺QRの長さは l である。導線を流れる電流のつくる磁場の影響は無視できるものとする。

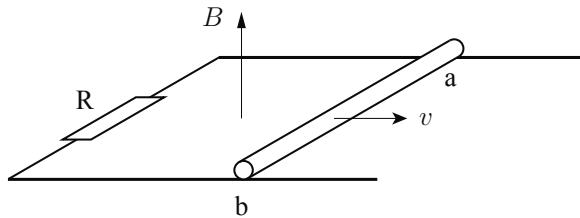


問5 導線の部分PQRが受ける力の大きさはどう表されるか。また、その向きは上の図に示した向きa~dのどれか。正しい組み合わせを、次の①~⑧の中から一つ選びなさい。

17

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
大きさ	$\sqrt{2}IBl$	$\sqrt{2}IBl$	$\sqrt{2}IBl$	$\sqrt{2}IBl$	$2IBl$	$2IBl$	$2IBl$	$2IBl$
向き	a	b	c	d	a	b	c	d

F 次の図のように、鉛直上向きで磁束密度の大きさ B の一様な磁場内に、長い2本の平行な金属レールを水平に置き、レールの左端に抵抗 R を接続する。レールの上に導体棒 ab をレールと垂直になるように乗せ、この導体棒を右向きに一定の速さ v で動かした。導体棒とレールの電気抵抗は無視できるものとする。



問6 導体棒に流れる電流の向きと、 a と b の電位はどうなるか。最も適当な組み合わせを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

18

	電流の向き	a と b の電位
①	$a \rightarrow b$	a の電位の方が高い
②	$a \rightarrow b$	b の電位の方が高い
③	$a \rightarrow b$	a と b の電位は等しい
④	$b \rightarrow a$	a の電位の方が高い
⑤	$b \rightarrow a$	b の電位の方が高い
⑥	$b \rightarrow a$	a と b の電位は等しい

V 次の問い **A** (問 1) に答えなさい。

A 水素原子の n 番目の定常状態のエネルギー準位は次の式で与えられる。

$$E_n = -\frac{2.2 \times 10^{-18}}{n^2} \text{ J}$$

問 1 水素原子が $n = 4$ の定常状態から $n = 2$ の定常状態へ移るときに放出される光の波長は何 m か。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、プランク定数は $6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 、光の速さは $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ とする。 **19** m

① 1.6×10^{-7}

② 2.4×10^{-7}

③ 3.2×10^{-7}

④ 4.8×10^{-7}

⑤ 6.4×10^{-7}

⑥ 7.2×10^{-7}

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) : $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $1.01 \times 10^5\text{ Pa}$ (= 1.00 atm)

標準状態における理想気体 (ideal gas) のモル体積 (molar volume) : 22.4 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 Na : 23

Al : 27 Fe : 56

この試験における元素 (element) 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																		

理科-24

問1 次に示す分子(a)～(e)に含まれる電子 (electron) の総数 (total number) が互いに同じものがある。そ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。

1

(a) CO₂ (b) HF (c) N₂ (d) NH₃ (e) O₂

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

問2 原子 (atom) の構造・性質に関する次の記述(a)～(f)のうち、誤っているものが二つある。それらの組み合わせを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

2

- (a) ハロゲン (halogen) では、原子番号 (atomic number) が大きくなると、電気陰性度 (electronegativity) が小さくなる。
- (b) イオン化エネルギー (第一イオン化エネルギー : first ionization energy) の小さい原子ほど、陽イオン (cation) になりやすい。
- (c) 希ガス (貴ガス : noble gas) 原子は、2個または8個の価電子 (valence electron) をもつ。
- (d) 陽子 (proton) の数が同じで中性子 (neutron) の数が異なる原子どうしを、互いに同位体 (isotope) という。
- (e) 周期表の第2周期の元素を比較すると、原子番号が大きいほどイオン化エネルギーが大きい。
- (f) K殻 (K shell) とL殻 (L shell) に収容できる電子 (electron) の数の合計は、10である。

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

問3 天然に存在するホウ素 (boron) は, ^{10}B (相対原子質量 (relative atomic mass) 10.0) と ^{11}B (相対原子質量 11.0) からなっており, 原子量は 10.8 である。 ^{10}B の存在比 [%] として最も近い値を, 次の①~⑥の中から一つ選びなさい。 3 %

- ① 10 ② 20 ③ 30 ④ 40 ⑤ 80 ⑥ 90

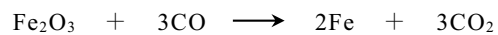
問4 次の物質(a)~(f)のうち, 純物質 (pure substance) が二つある。それらの組み合わせとして正しいものを, 下の①~⑧の中から一つ選びなさい。 4

- (a) 黄銅 (brass)
(b) 塩酸 (hydrochloric acid)
(c) ガソリン (gasoline)
(d) 塩化ナトリウム (sodium chloride)
(e) 液体空気
(f) 氷

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

理科-26

問5 鉄 Fe の精錬 (refining) では, コークス (coke) から発生する一酸化炭素 CO によって酸化鉄(III) Fe_2O_3 が還元 (reduction) される。



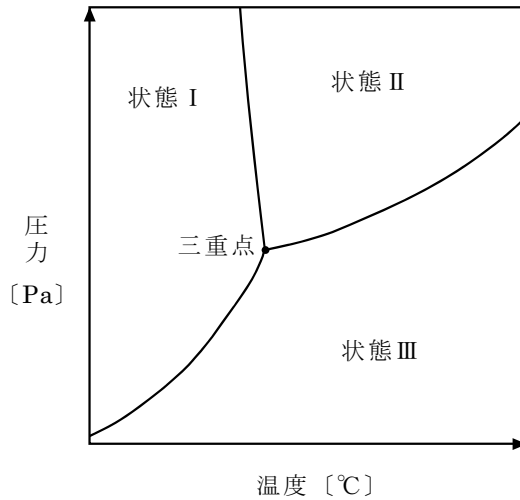
8.4 t の鉄をつくるのに必要な Fe_2O_3 は何 t か。最も近い値を, 次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

5 t

- ① 10 ② 12 ③ 14 ④ 16 ⑤ 18

問6 次の図は、温度と圧力に応じて水がとる状態を示している。状態Ⅰ～Ⅲはそれぞれ、固体、液体、気体のいずれかに相当する。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。ただし、図中の三重点（triple point： $6.08 \times 10^2 \text{ Pa}$ 、 $0.01 \text{ }^\circ\text{C}$ ）では、固体・液体・気体が共存する。

6



	状態Ⅰ	状態Ⅱ	状態Ⅲ
①	気体	液体	固体
②	固体	液体	気体
③	液体	固体	気体
④	気体	固体	液体
⑤	固体	気体	液体
⑥	液体	気体	固体

問7 コロイド (colloid) 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。

7

- (a) コロイド粒子 (colloidal particle) は、半透膜 (semipermeable membrane) を通過する。
- (b) 疎水コロイド (hydrophobic colloid) に少量の電解質 (electrolyte) を加えると、凝析 (coagulation) する。
- (c) コロイド溶液 (colloidal solution) が流動性 (fluidity) を失い、固化 (solidification) した状態をゲル (gel) という。
- (d) 水酸化鉄(III) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ のコロイドを凝析させやすいのは、 Na_2SO_4 より KCl である。

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

問8 断熱容器 (insulating container) に入っている水 980 g に水酸化ナトリウム NaOH 20 g を加えて完全に溶かすと、水溶液の温度が $5.2\text{ }^\circ\text{C}$ 上昇した。水酸化ナトリウムの溶解熱 (heat of dissolution) は何 kJ/mol か。最も近い値を、次の①~⑤の中から一つ選びなさい。ただし、この水溶液の比熱容量 (比熱) (specific heat capacity (specific heat)) を $4.2\text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とする。

8 kJ/mol

- ① 11 ② 22 ③ 44 ④ 66 ⑤ 88

問9 次に示す(a)~(f)の 0.01 mol/L 水溶液のうち、pH が最も大きなものと最も小さなもの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。 9

(a) 水酸化カルシウム水溶液 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ aq

(b) シュウ酸水溶液 $(\text{COOH})_2$ aq

(c) 水酸化カリウム水溶液 KOH aq

(d) 塩酸 HCl aq

(e) 硫酸 H_2SO_4 aq

(f) アンモニア水溶液 NH_3 aq

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

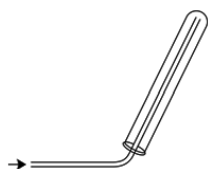
問10 白金電極 (platinum electrode) を用いて、水酸化カリウム水溶液 KOH aq を 1.00 A の電流 (electric current) で 965 秒間、電気分解 (electrolysis) した。陰極 (cathode) と陽極 (anode) で発生する気体は、標準状態でそれぞれ何 mL か。それらの組み合わせとして最も適当なものを、次表の①~⑥の中から一つ選びなさい。 10

	陰極で生じた 気体の体積 [mL]	陽極で生じた 気体の体積 [mL]
①	56.0	56.0
②	112	56.0
③	112	112
④	112	224
⑤	224	112
⑥	224	224

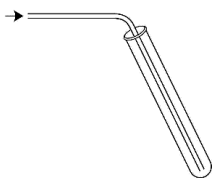
問 11 銅 Cu と希硝酸 dil. HNO_3 を反応させたとき、発生する気体は何色か。また、この気体を集める方法は次の(i)~(iii)のどれか。最も適当な組み合わせを、下表の①~⑥の中から一つ選びなさい。

11

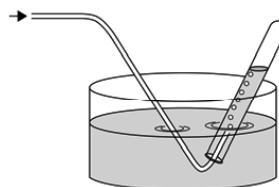
(i) 上方置換
(upward delivery)



(ii) 下方置換
(downward delivery)



(iii) 水上置換
(displacement of water)



	気体の色	気体を集める方法
①	無色	i
②	無色	ii
③	無色	iii
④	赤褐色	i
⑤	赤褐色	ii
⑥	赤褐色	iii

注) 赤褐色 (reddish brown)

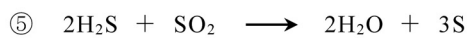
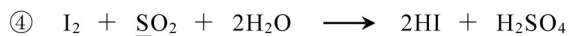
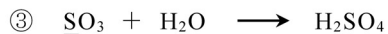
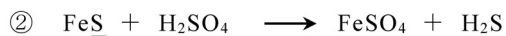
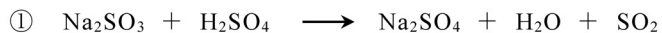
問 12 次表の **A** 欄のイオン(ion)を含む水溶液に **B** 欄の操作を行ったところ, 沈殿(precipitate)が生成した。 **C** 欄に示す沈殿の色が 誤りであるものを, 次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

12

	A	B	C
①	Ag ⁺	塩酸 HCl aq を加える。	白色 (white)
②	Cu ²⁺	水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq を加える。	青白色 (bluish white)
③	Fe ³⁺	水酸化ナトリウム水溶液 を加える。	緑白色 (greenish white)
④	Pb ²⁺	クロム酸カリウム水溶液 K ₂ CrO ₄ aq を加える。	黄色 (yellow)
⑤	Zn ²⁺	塩基性 (basic) の条件下で 硫化水素 H ₂ S を通じる。	白色

問 13 次の化学反応 (chemical reaction) ①~⑤のうち, 下線を引いた硫黄原子 S が還元 (reduction) されているものを一つ選びなさい。

13

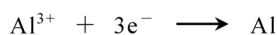


問 14 次の記述①～⑤のうち、正しいものを一つ選びなさい。

14

- ① フッ化ナトリウム水溶液 NaF aq に塩素 Cl₂ を通じると、フッ素 F₂ が生じる。
- ② 塩化ナトリウム水溶液 NaCl aq に臭素 Br₂ を加えると、塩素が生じる。
- ③ ヨウ化ナトリウム水溶液 NaI aq に塩素を通じると、ヨウ素 I₂ が生じる。
- ④ 室温でマグネシウム Mg に水を加えると、水素 H₂ が生じる。
- ⑤ 銅 Cu に希硫酸 dil. H₂SO₄ を加えると、水素が生じる。

問 15 アルミニウム Al は、電気分解 (electrolysis) を利用して次の反応でつくられる。




この反応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。

15

- ① この反応は、水溶液中では起こらない。
- ② この反応でアルミニウムイオンは、酸化 (oxidation) されている。
- ③ この反応は、陽極 (anode) で起こる。
- ④ この反応でアルミニウムの酸化数 (oxidation number) は、3 増加する。
- ⑤ この反応で 3.0 mol のアルミニウムをつくるためには、1.0 mol の電子 (electron) が必要である。

問 16 構造式 (structural formula) $\text{CH}_3\text{-X}$ の -X を次表に示す。A 欄には、これらの有機化合物 (organic compound) の反応が示されている。A 欄の記述が正しいものを、次表の①～⑤の中から一つ選びなさい。

16

	-X	A
①	-OH	酸化 (oxidation) されてアセトアルデヒド (acetaldehyde) を生じる。
②	-CHO	ヨードホルム反応 (iodoform reaction) を示す。
③	-COOH	銀鏡反応 (silver mirror test) を示す。
④	-OCH_3	脱水反応 (dehydration reaction) してアルケン (alkene) を生じる。
⑤		酸化されてフェノール (phenol) を生じる。

問 17 ニトロベンゼン (nitrobenzene) を適当な試薬 (reagent) を用いて還元 (reduction) し、アニリン (aniline) を合成した。用いたニトロベンゼンの 82 % が反応し、18.6 g のアニリンを得た。はじめに用いたニトロベンゼンは何 g か。最も近い値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

17 g

- ① 20 ② 25 ③ 30 ④ 35 ⑤ 40 ⑥ 45

問 18 次の記述(a)~(e)のうち、エタノール (ethanol) とフェノール (phenol) に共通するものが二つある。それらの組み合わせとして正しいものを、下の①~⑧の中から一つ選びなさい。

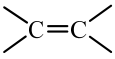
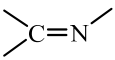
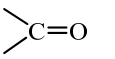
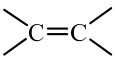
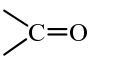
18

- (a) 金属ナトリウム Na と反応して、水素 H_2 を発生する。
 (b) 無水酢酸 (acetic anhydride) と反応して、エステル (ester) を生成する。
 (c) 酸化 (oxidation) により、アルデヒド (aldehyde) を生じる。
 (d) 水に溶かすと、弱い酸性 (acidity) の水溶液を生じる。
 (e) 塩化鉄(III)水溶液 $FeCl_3$ aq を加えると、紫色 (purple) を示す。

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

問 19 次表の高分子化合物 (polymer compound) とそれに含まれる結合 (bond) の組み合わせとして正しいものを、①~⑤の中から一つ選びなさい。

19

	高分子化合物	結合
①	ポリエチレン (polyethylene)	
②	ナイロン (nylon)	
③	ポリスチレン (polystyrene)	
④	生ゴム (天然ゴム) (raw rubber (natural rubber))	
⑤	セルロース (cellulose)	

問 20 DNA (deoxyribonucleic acid) と RNA (ribonucleic acid) に関する次の記述①～④のうち、正しいものを一つ選びなさい。

20

- ① DNA および RNA に含まれる塩基 (base) は、いずれもアデニン (adenine), グアニン (guanine), シトシン (cytosine), チミン (thymine) の 4 種類である。
- ② アデニン-チミン間にも, グアニン-シトシン間にも, 2 本の水素結合 (hydrogen bond) がある。
- ③ 通常, DNA は 2 本鎖 (double strand) であり, RNA は 1 本鎖 (single strand) である。
- ④ DNA は, ヌクレオシド (nucleoside) の重合 (polymerization) によりできる。

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。

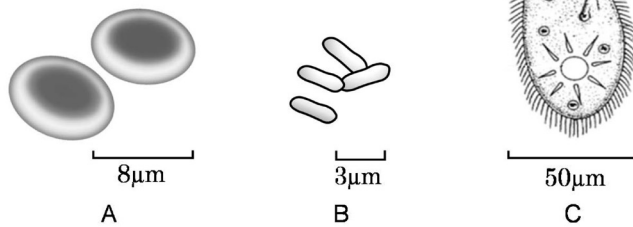
科目が正しくマークされていないと、採点されません。

< 解答用紙記入例 >

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

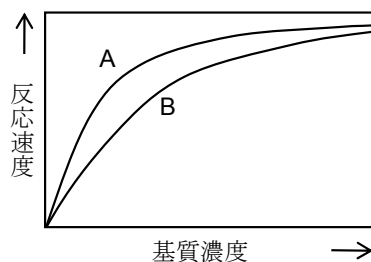
問1 次の図のA～Cは、大腸菌 (*Escherichia coli*)、ゾウリムシ (paramecium)、またはヒトの赤血球 (erythrocyte) を模式的に示したものである。これらの中で、原核細胞 (prokaryotic cell) はどれか。最も適当なものを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

1



- ① A ② B ③ C ④ A, B ⑤ A, C ⑥ B, C

問2 次の図の曲線 A は、ある酵素 (enzyme) の反応速度と基質濃度 (substrate concentration) の関係を示したもので、X ある基質濃度以上になると、酵素の反応速度は一定になる。また、曲線 B は曲線 A のときと同じ反応系にその酵素の阻害剤 (inhibitor) を入れた場合のもので、Y 基質濃度が低いと反応速度は低下するが、基質濃度が高くなると曲線 A に近づく。なお、阻害剤は基質とよく似た構造をもつ物質である。これに関する下の問い(1)、(2)に答えなさい。



(1) 下線部 X の酵素の反応速度が一定になるのはなぜか。正しいものを次の①～④の中から一つ選びなさい。 2

- ① 基質濃度が高くなると、酵素のほとんどが基質と結合するため。
- ② 基質濃度が高くなると、反応生成物が酵素を分解するため。
- ③ 基質濃度が高くなると、基質どうしが結合して、酵素が反応できないため。
- ④ 基質濃度が高くなると、化学反応による熱によって、酵素が失活 (inactivation) するため。

(2) 下線部 Y のような現象がみられるのはなぜか。正しいものを次の①～④の中から一つ選びなさい。 3

- ① 基質濃度が高くなると、酵素のほとんどが基質と結合するため。
- ② 基質濃度が高くなると、酵素のほとんどが反応生成物と結合するため。
- ③ 基質濃度が高くなると、酵素のほとんどが阻害剤と結合するため。
- ④ 基質濃度が高くなると、反応生成物のほとんどが基質と結合するため。

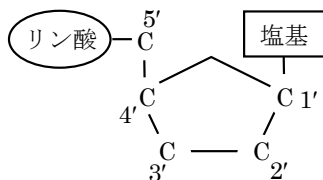
問3 次の文①～④は、植物における窒素 (nitrogen) の利用と、窒素固定 (nitrogen fixation) について述べたものである。この中から最も適当なものを一つ選びなさい。

4

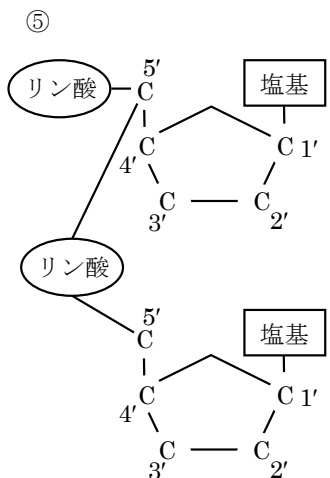
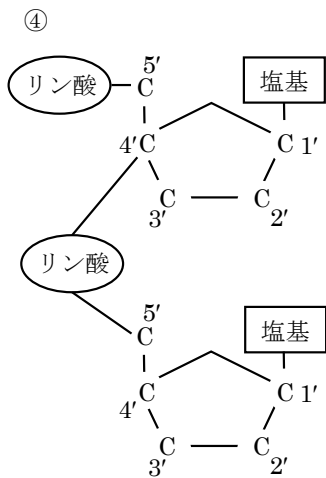
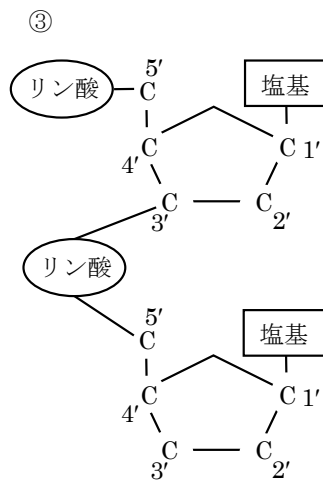
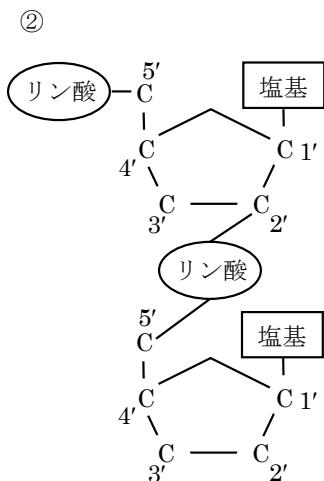
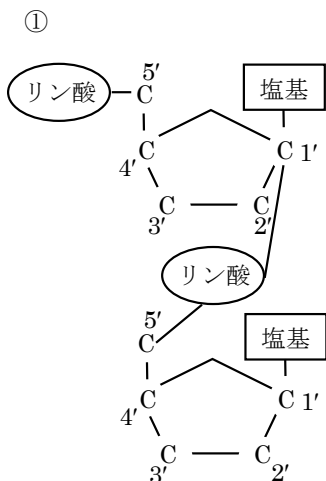
- ① 植物は、大気中に含まれる窒素 (N_2) から窒素化合物 (nitrogen compound) を直接つくりだすことができる。
- ② 植物の根は、アンモニウムイオン (ammonium ion) を吸収できるが、硝酸イオン (nitrate ion) を吸収できない。
- ③ マメ科植物 (legume) は、窒素固定をおこなう根粒菌 (root nodule bacteria) と共生 (symbiosis) する。
- ④ 窒素固定細菌は、窒素 (N_2) から硝酸イオンを直接つくりだすことができる。

問4 次の図は、ヌクレオチド (nucleotide) の構造を示したものである。DNA のヌクレオチドは、隣のヌクレオチドとリン酸 (phosphate) を介して結合している。ヌクレオチドどうしが結合するとき、リン酸はどの炭素 (C) と結合するか。最も適当なものを下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

5

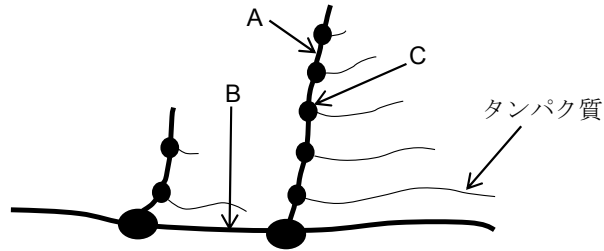


塩基 (base)



問5 次の図は、原核細胞（prokaryotic cell）内で転写（transcription）と翻訳（translation）がおこなわれている様子を、模式的に表したものである。図のCではタンパク質が合成されている。図のA, B, Cは、何を示しているか。下の①～⑥の中から、正しい組み合わせを一つ選ばなさい。

6



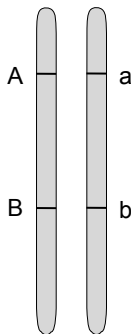
	A	B	C
①	DNA	mRNA	リボソーム (ribosome)
②	DNA	リボソーム	mRNA
③	mRNA	DNA	リボソーム
④	mRNA	リボソーム	DNA
⑤	リボソーム	DNA	mRNA
⑥	リボソーム	mRNA	DNA

問6 次の図は、ある生物の体細胞 (somatic cell) の染色体 (chromosome) 構成と遺伝子の配置を模式的に示している。遺伝子 AB 間の組換え価 (recombination value) が 20%であるとき、この生物から生じる配偶子 (gamete) の遺伝子の組み合わせ

$$AB : Ab : aB : ab$$

はどのような比で生じるか。正しいものを下の①～④の中から一つ選びなさい。

7



- ① 1 : 4 : 4 : 1
- ② 4 : 1 : 1 : 4
- ③ 1 : 8 : 8 : 1
- ④ 8 : 1 : 1 : 8

問7 生殖 (reproduction) の特徴に関して述べた次の文 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。

8

- a 無性生殖 (asexual reproduction) によって生じた、遺伝的に同じ性質をもつ生物の集団をクローン (clone) という。
- b 有性生殖 (sexual reproduction) は無性生殖と異なり、遺伝的に多様な個体が生じる。
- c サツマイモ (sweet potato) やジャガイモ (potato) などが、根や茎の一部から新しい個体をつくる栄養生殖 (vegetative reproduction) は有性生殖の一つである。
- d 無性生殖では、配偶子 (gamete) がつくられる。

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

問8 被子植物 (angiosperm) の胚のう (embryo sac) において、重複受精 (double fertilization) 後、受精卵 (fertilized egg) と胚乳核 (endosperm nucleus) の核相 (nuclear phase) はどうなるか。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、精細胞 (sperm cell) の核相を n とする。

9

	受精卵	胚乳核
①	$2n$	n
②	$2n$	$2n$
③	$2n$	$3n$
④	$3n$	n
⑤	$3n$	$2n$
⑥	$3n$	$3n$

問9 次の表は、ヒトの腎臓 (kidney) における血しょう (blood plasma) と尿 (urine) の成分の濃度 (%) を示したものである。血しょうから尿を生成する過程における尿素 (urea) の濃縮率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。

10

成分	血しょう (%)	尿 (%)
水	90～93	95
グルコース (glucose)	0.10	0
Na^+	0.30	0.35
尿素	0.03	1.80

- ① 0.02 ② 0.6 ③ 1.2 ④ 60 ⑤ 99

問 10 次の文を読んでこれに関する問い(1), (2)に答えなさい。

ヒトの体温は、自律神経系 (autonomic nervous system) と内分泌系 (endocrine system) によって調節されている。低温環境の下では、皮膚の血管 (blood vessel) や立毛筋 (arrector pili muscle) に対する **A** の働きによって体表からの熱の放散が抑制される。さらにチロキシン (thyroxine) をはじめとする様々なホルモン (hormone) の働きにより、骨格筋 (skeletal muscle) や **B** で熱の産生が促進されて体温低下に対応している。

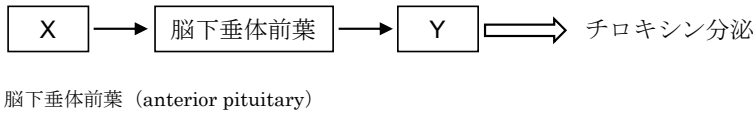
(1) 文中の空欄 **A**, **B** にあてはまる語句の組み合わせとして正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

11

	A	B
①	交感神経 (sympathetic nerve)	<small>じんぞう</small> 腎臓 (kidney)
②	交感神経	肝臓 (liver)
③	交感神経	心臓
④	副交感神経 (parasympathetic nerve)	腎臓
⑤	副交感神経	肝臓
⑥	副交感神経	心臓

(2) 次の図は、ヒトにおけるチロキシンの分泌 (secretion) のしくみを模式的に示したものである。図中の X と Y の器官 (organ) 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。

12



	X	Y
①	中脳 (mesencephalon)	甲状腺 (thyroid)
②	中脳	すい臓 (pancreas)
③	視床下部 (hypothalamus)	甲状腺
④	視床下部	すい臓
⑤	延髄 (medulla oblongata)	甲状腺
⑥	延髄	すい臓

問 11 ヒトの耳において、聴細胞 (auditory cell) が存在する器官 (organ) a と、聴細胞の興奮 (excitation) に関与する構造 b について、a と b の正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

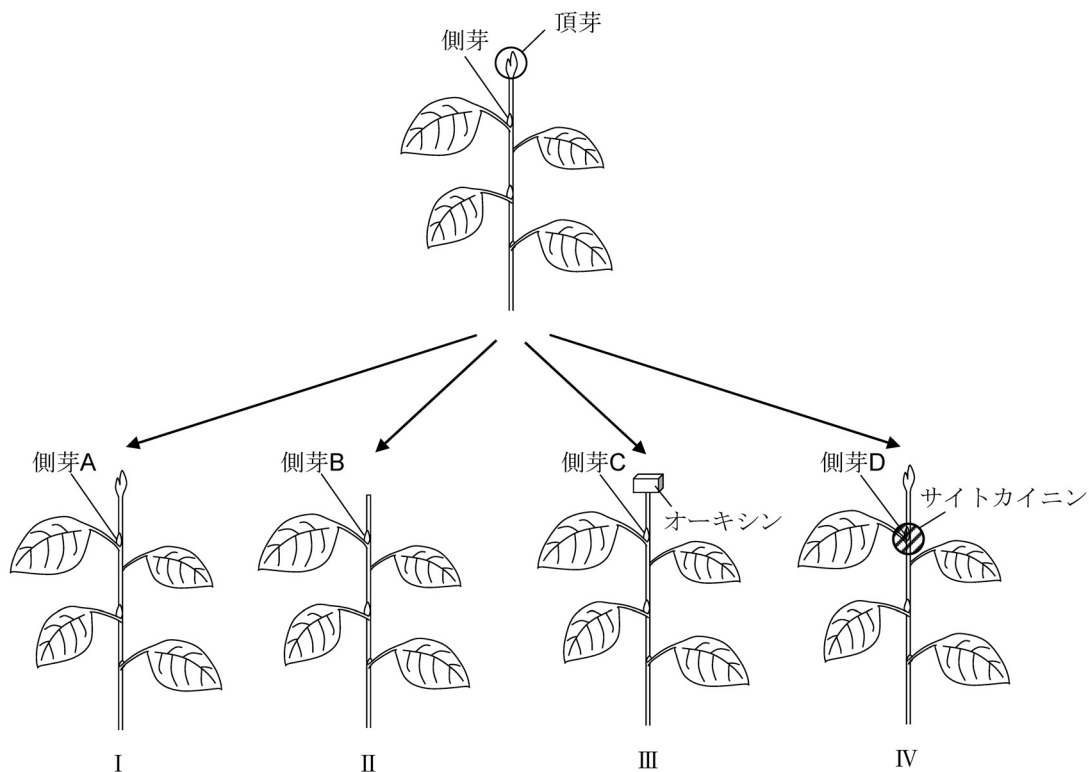
13

	a	b
①	半規管	おおい膜
②	前庭	おおい膜
③	うずまき管	おおい膜
④	半規管	平衡石
⑤	前庭	平衡石
⑥	うずまき管	平衡石

半規管 (semicircular canal), おおい膜 (tectorial membrane), 前庭 (vestibule), うずまき管 (cochlea), 平衡石 (statolith)

問 12 次の図は、頂芽優勢 (apical dominance) がみられる植物を用いておこなった実験 I ~ IV を模式的に示したものである。側芽 (lateral bud) A~D の中で、成長がみられたものを選び、そ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



頂芽 (apical bud), オーキシシン (auxin), サイトカイニン (cytokinin)

I : 未処理のまま。

II : 頂芽を切り取った。

III : 頂芽を切り取った切り口にオーキシシンを含む寒天 (agar) を置いた。

IV : 側芽 D にサイトカイニンを塗った。

① A, B

② A, C

③ A, D

④ B, C

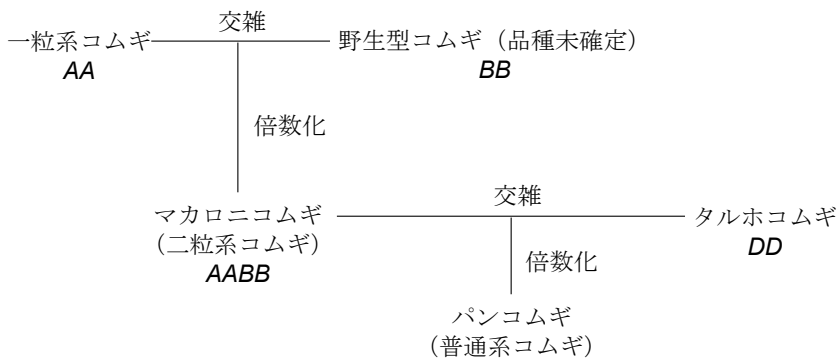
⑤ B, D

⑥ C, D

問 13 パンコムギ (common wheat, *Triticum aestivum*) は、次の図に示すような異なるコムギ間の交雑 (cross) と染色体 (chromosome) の倍数化 (polyploidization) によって生じたものである。パンコムギの染色体数は、一粒系コムギ (einkorn wheat, *Triticum monococcum*) の何倍か。下の①~④の中から一つ選びなさい。

ただし、マカロニコムギ (durum wheat, *Triticum durum*) は四倍体 (tetraploid)、その両親のコムギとタルホコムギ (Tausch's goatgrass, *Aegilops tauschii*) は二倍体 (diploid) である。図中の A, B, D は異なるゲノム (genome) を示す。

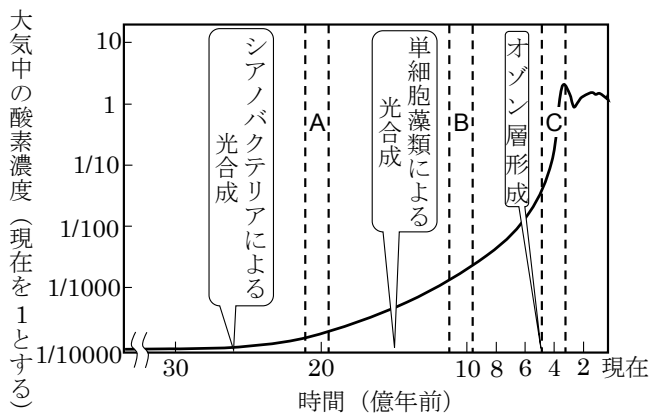
15



- ① 2倍 ② 3倍 ③ 4倍 ④ 8倍

問 14 次の図は、地球大気における酸素濃度の変化を示したものである。図中の A~C の時代にあてはまる出来事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。

16



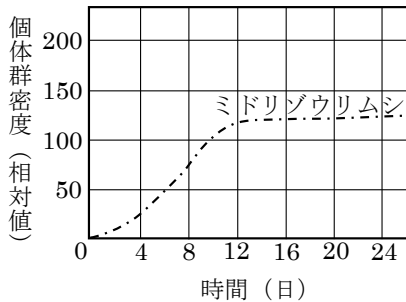
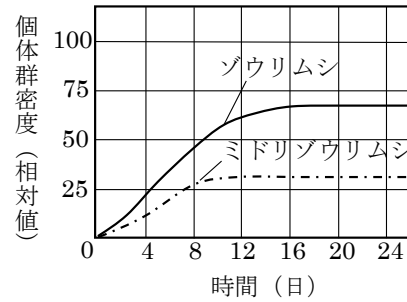
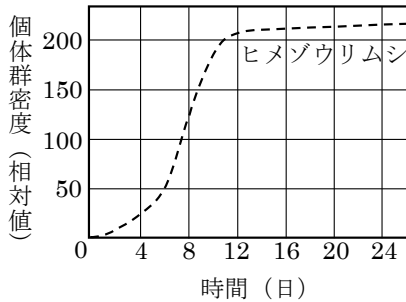
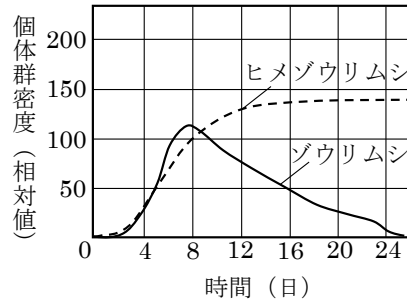
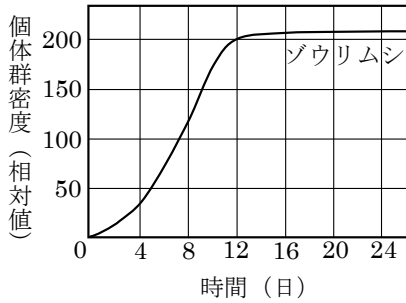
シアノバクテリア (cyanobacteria), 光合成 (photosynthesis), 単細胞藻類 (unicellular algae), オゾン層 (ozone layer)

	A	B	C
①	生物の陸上進出	多細胞生物の出現	真核生物の出現
②	生物の陸上進出	真核生物の出現	多細胞生物の出現
③	真核生物の出現	生物の陸上進出	多細胞生物の出現
④	真核生物の出現	多細胞生物の出現	生物の陸上進出
⑤	多細胞生物の出現	生物の陸上進出	真核生物の出現
⑥	多細胞生物の出現	真核生物の出現	生物の陸上進出

多細胞生物 (multicellular organism), 真核生物 (eukaryote)

問 15 次の図は、ゾウリムシ (*Paramecium caudatum*), ヒメゾウリムシ (*Paramecium aurelia*), ミドリゾウリムシ (*Paramecium bursaria*) を単独で飼育した場合と、そのうち 2 種類を混合飼育した結果を示したものである。これらの結果について述べた文 a~d のうち、最も適当なものの組み合わせを下の①~④の中から一つ選びなさい。

17



- a ゾウリムシとヒメゾウリムシは長期にわたって共存できる。
 b ゾウリムシとヒメゾウリムシは長期にわたって共存できない。
 c ゾウリムシとミドリゾウリムシは長期にわたって共存できる。
 d ゾウリムシとミドリゾウリムシは長期にわたって共存できない。

- ① a, c ② a, d ③ b, c ④ b, d

問 16 生物濃縮 (bioaccumulation) に関して述べた文として、**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 特定の物質が周囲の環境に比べて、生体内で高い濃度で蓄積する現象をいう。
- ② 体内で分解されにくい脂溶性 (fat-soluble) 物質や、排出されにくい物質が生体内に取り入れられたときにみられることが多い。
- ③ 高次消費者 (high-level consumer) の体内よりも低次消費者 (low-level consumer) の体内に高濃度に蓄積する。
- ④ 殺虫剤として使用された DDT (dichlorodiphenyltrichloroethane) は、生物濃縮を起こす物質として知られている。

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。