

2022年度全学統一入学試験問題

理 科【理工学部】

(2月3日)

開始時刻 午後1時00分

終了時刻 午後2時00分

物 理 1～14ページ

化 学 15～31ページ

生 物 33～56ページ

I 注意事項 (各科目共通)

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 合図があったら、必ず裏面の「II 解答上の注意」の各科目の項をよく読んでから、解答してください。
3. この冊子は56ページです。落丁、乱丁、印刷の不鮮明及び解答用紙の汚れなどがあった場合には申し出てください。
4. 上記の3科目の中から1科目を選択し、該当する解答用紙を切り離して解答してください。2科目以上を解答した場合は、すべて無効となります。
5. 解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、監督員の指示に従って、それぞれ正しく記入し、マークしてください。
 - ① 受験番号欄
受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしてください。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
 - ② 氏名欄
氏名とフリガナを記入してください。
6. 問題冊子の余白等は適宜利用してもかまいません。
7. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

(裏面へ続く)

II 解答上の注意

物理

解答は解答用紙の解答欄にマークしてください。例えば、 と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の(例)のように解答番号 10 の解答欄の③にマークしてください。

(例)

10	①	②	③	④	⑤
----	---	---	---	---	---

化学

15 ページに記載されていますので必ず読んでください。

生物

解答は解答用紙の解答欄にマークしてください。例えば、 と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の(例)のように解答記号 a の解答欄の③にマークしてください。

(例)

a	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
---	---	---	---	---	---	---	---	---

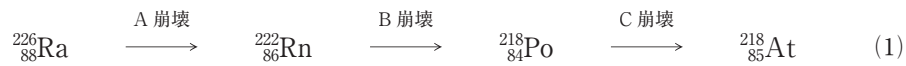
物 理

1 次の文章を読んで、問1～11に答えなさい。{解答番号 ～ }

I. 原子核には、安定なものとは不安定なものがある。

不安定な原子核は、(ア)を繰り返し安定な原子核に変化していく。この不安定な原子核の(ア)には、質量数の変化する(イ)、原子番号のみ変化する(ウ)、および、原子核の種類は変化せずエネルギーのみが変化する(エ)がある。

次の式は(ア)の系列の一部である。



問1 Iの文の(ア)にあてはまる語句として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① α 崩壊 ② β 崩壊 ③ γ 崩壊 ④ 熱崩壊
⑤ 放射性崩壊 ⑥ 核融合 ⑦ 核分裂

問2 Iの文の(イ)にあてはまる語句として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① α 崩壊 ② β 崩壊 ③ γ 崩壊 ④ 熱崩壊
⑤ 放射性崩壊 ⑥ 核融合 ⑦ 核分裂

問3 Iの文の(ウ)にあてはまる語句として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① α 崩壊 ② β 崩壊 ③ γ 崩壊 ④ 熱崩壊
⑤ 放射性崩壊 ⑥ 核融合 ⑦ 核分裂

問4 Iの文の(エ)にあてはまる語句として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① α 崩壊 ② β 崩壊 ③ γ 崩壊 ④ 熱崩壊
⑤ 放射性崩壊 ⑥ 核融合 ⑦ 核分裂

問 5 式(1)の A にあてはまる語句として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから 1 つ選び、
解答欄の記号をマークしなさい。

- ① α ② β ③ γ ④ 熱 ⑤ 放射性 ⑥ 核融合 ⑦ 核分裂

問 6 式(1)の B にあてはまる語句として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから 1 つ選び、解答
欄の記号をマークしなさい。

- ① α ② β ③ γ ④ 熱 ⑤ 放射性 ⑥ 核融合 ⑦ 核分裂

問 7 式(1)の C にあてはまる語句として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから 1 つ選び、解答
欄の記号をマークしなさい。

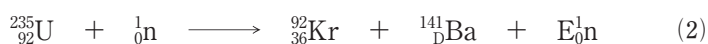
- ① α ② β ③ γ ④ 熱 ⑤ 放射性 ⑥ 核融合 ⑦ 核分裂

問 8 $^{226}_{88}\text{Ra}$ の半減期は 1600 年である。4800 年後にもとの $^{226}_{88}\text{Ra}$ の何倍が崩壊し $^{222}_{86}\text{Rn}$ になっ
たか。最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 0.875 ② 0.75 ③ 0.625 ④ 0.5 ⑤ 0.375
⑥ 0.25 ⑦ 0.125 ⑧ 0.0625 ⑨ 0.03125

II. 不安定な原子核は、(ア)とは異なり、中性子を吸収し、2 個の原子核になることがあ
る。この現象を(オ)という。

たとえば次のような反応の例がある。



問 9 II の文の(オ)にあてはまる語句として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから 1 つ
選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① α 崩壊 ② β 崩壊 ③ γ 崩壊 ④ 熱崩壊
⑤ 放射性崩壊 ⑥ 核融合 ⑦ 核分裂

問 10 反応式(2)の D にあてはまる数値として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから 1 つ選
び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 52 ② 53 ③ 54 ④ 55 ⑤ 56 ⑥ 57 ⑦ 58 ⑧ 60

問11 反応式(2)の E にあてはまる数値として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

11

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8

2

次の文章を読んで、問1～7に答えなさい。{解答番号 ～ }

図1のように、水平面と 30° の角度をなす斜面上での質量 m の物体の運動を考える。水平面と斜面は、どちらもなめらかである。はじめに斜面を水平面に固定し、斜面に鉛直方向の棒を取り付ける。中心に穴をあけた円板を棒に通す。円板の中心をPとする。伸び縮みしない長さ R の糸で円板の中心Pと物体を結ぶ。糸の長さは斜面の両端間の距離よりも短い。斜面の左端を原点として、水平右向きを正の向きとする x 軸、鉛直上向きを正の向きとする y 軸を設定する。

糸をたるませずに、棒と糸とのなす角 θ が1s間に一定の割合 ω で変化するように円板を棒に沿って上昇させる。このとき、物体は斜面に接したまま斜面に沿って上がる。斜面の真上から水平方向の運動を観測すると、物体は水平右向き(x 軸の正の向き)に加速度 a_x で運動するように見える。この運動は、点Pの位置を固定し、 xy 平面内で点Pを中心として半径 R の円に沿って等速円運動をしている物体を真上から見たのと同じである。斜面の左側から鉛直方向の運動を観測すると、物体は鉛直上向き(y 軸の正の向き)に加速度 a_y で運動するように見える。

重力加速度の大きさを g とする。角速度 ω は $R\omega^2 < \sqrt{3}g$ をみたす。斜面と棒と円板の全体の質量は M である。物体の大きさ、棒の太さ、円板の厚さ、穴の大きさ、糸の質量、空気抵抗は無視する。

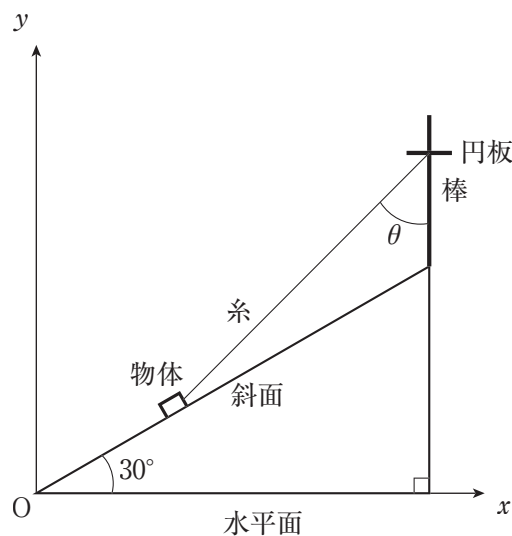


図1

問1 a_x と a_y は、それぞれ物体の斜面方向の加速度の水平成分と鉛直成分である。 a_x と a_y との関係として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① $a_y = \frac{1}{\sqrt{3}}a_x$ ② $a_y = \sqrt{3}a_x$ ③ $a_y = \frac{1}{2}a_x$ ④ $a_y = 2a_x$ ⑤ $a_y = a_x$

問 2 斜面の真上から観測すると、 a_x は物体が xy 平面内で点 P を中心として等速円運動しているときの加速度 $R\omega^2$ の水平成分と同じである。棒と糸とのなす角が a のとき、 $R\omega^2$ の水平成分として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

13

- ① $R\omega^2$ ② $R\omega^2 \cos a$ ③ $R\omega^2 \sin a$ ④ $R\omega^2 \tan a$
 ⑤ $\frac{R\omega^2}{\cos a}$ ⑥ $\frac{R\omega^2}{\sin a}$ ⑦ $\frac{R\omega^2}{\tan a}$

問 3 斜面から物体にはたらく力の大きさを N と表し、この力の水平成分と鉛直成分として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

14

	水平成分	鉛直成分
①	$\frac{1}{2}N$	$\frac{\sqrt{3}}{2}N$
②	$\frac{1}{2}N$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}N$
③	$-\frac{1}{2}N$	$\frac{\sqrt{3}}{2}N$
④	$-\frac{1}{2}N$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}N$
⑤	$\frac{\sqrt{3}}{2}N$	$\frac{1}{2}N$
⑥	$\frac{\sqrt{3}}{2}N$	$-\frac{1}{2}N$
⑦	$-\frac{\sqrt{3}}{2}N$	$\frac{1}{2}N$
⑧	$-\frac{\sqrt{3}}{2}N$	$-\frac{1}{2}N$

問 4 棒と糸とのなす角が a のとき、糸から物体にはたらく力の大きさを T と表し、この力の水平成分と鉛直成分として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 15

	水平成分	鉛直成分
①	$T \cos a$	$T \sin a$
②	$T \cos a$	$- T \sin a$
③	$- T \cos a$	$T \sin a$
④	$- T \cos a$	$- T \sin a$
⑤	$T \sin a$	$T \cos a$
⑥	$T \sin a$	$- T \cos a$
⑦	$- T \sin a$	$T \cos a$
⑧	$- T \sin a$	$- T \cos a$

問 5 物体の運動方程式の水平成分と鉛直成分を立てて、棒と糸とのなす角が 30° のときの N と T を求め、最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 16

	N	T
①	$\frac{\sqrt{3}}{2} mg$	$\frac{\sqrt{3}}{2} mg$
②	$\frac{\sqrt{3}}{2} mg$	$\frac{1}{2} mg$
③	$\frac{1}{2} mg$	$\frac{\sqrt{3}}{2} mg$
④	$\frac{1}{2} mg$	$\frac{1}{2} mg$
⑤	$-\frac{1}{3} mR\omega^2 + \frac{\sqrt{3}}{3} mg$	$\frac{2}{3} mR\omega^2 + \frac{\sqrt{3}}{3} mg$
⑥	$-\frac{1}{3} mR\omega^2 + \frac{\sqrt{3}}{3} mg$	$\frac{2}{3} mR\omega^2 - \frac{\sqrt{3}}{3} mg$
⑦	$\frac{1}{3} mR\omega^2 - \frac{\sqrt{3}}{3} mg$	$\frac{2}{3} mR\omega^2 + \frac{\sqrt{3}}{3} mg$
⑧	$\frac{1}{3} mR\omega^2 - \frac{\sqrt{3}}{3} mg$	$\frac{2}{3} mR\omega^2 - \frac{\sqrt{3}}{3} mg$

問 6 斜面が水平面上で動けるようにして，物体と斜面のどちらも水平面に対して静止した状態から同じ実験を行う。水平面に対する物体の加速度の水平成分が a_x のとき，水平面に対する斜面の加速度として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから 1 つ選び，解答欄の記号をマークしなさい。

17

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

問 7 このときの a_x は，斜面を固定したときの問 2 の $R\omega^2$ の水平成分と比べて同じかどうかを考え，最も適切なものを，次の①～⑥のうちから 1 つ選び，解答欄の記号をマークしなさい。

18

- ① 向きも大きさも同じ ② 同じ向きで小さい ③ 同じ向きで大きい
④ 反対向きで大きさは同じ ⑤ 反対向きで小さい ⑥ 反対向きで大きい

3

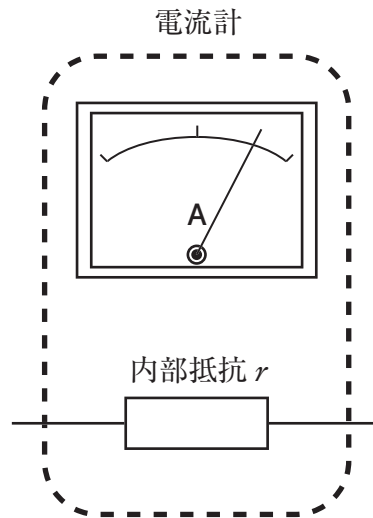
次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。{解答番号 ～ }

図1

電流計は、電流を測定しようとする回路に(ア)に接続する。内部抵抗が r で最大 I まで測れる電流計があり、この電流計に抵抗を接続して、電流を $3I$ まで測定できるようにしたい。そのためには、最大で大きさ(イ)の抵抗を電流計に(ウ)に接続すればよい。

問1 文章中の空欄(ア)～(ウ)に入る組合せとして、最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

	ア	イ	ウ
①	直列	$2r$	直列
②	直列	$2r$	並列
③	直列	$\frac{r}{2}$	直列
④	直列	$\frac{r}{2}$	並列
⑤	並列	$2r$	直列
⑥	並列	$2r$	並列
⑦	並列	$\frac{r}{2}$	直列
⑧	並列	$\frac{r}{2}$	並列

この電流計を、電圧計として使うときは、電圧を測定したい回路の2点間に(エ)に接続する。しかし、通常、電流計の内部抵抗は小さいので、電流計に大部分の電流が流れ、測定したい電圧を大きく変化させる。そこで、電流計に r' の抵抗を(オ)に接続すれば、電流計の値が i のときの針の振れの位置の目盛を電圧値(カ)とすると、内部抵抗が(キ)の電圧計となる。

問 2 文章中の空欄(エ), (オ)に入る組合せとして, 最も適切なものを, 次の①~④のうちから1つ選び, 解答欄の記号をマークしなさい。 20

	エ	オ
①	直列	直列
②	直列	並列
③	並列	直列
④	並列	並列

問 3 文章中の空欄(カ), (キ)に入る組合せとして, 最も適切なものを, 次の①~⑧のうちから1つ選び, 解答欄の記号をマークしなさい。 21

	カ	キ
①	ri	r
②	$r'i$	r'
③	$(r+r')i$	$r+r'$
④	$\frac{r}{r'}i$	$\frac{r}{r'}$
⑤	$\frac{i}{r}$	r
⑥	$\frac{i}{r'}$	r'
⑦	$\frac{i}{r+r'}$	$r+r'$
⑧	$\frac{r'}{r}i$	$\frac{r}{r'}$

つぎに、未知の抵抗値 R を測定するために、図2の回路と図3の回路を組み立てた。電流計の内部抵抗を r_A 、電圧計の内部抵抗を r_B 、電池の起電力を E とし、電池の内部抵抗および導線の抵抗は無視する。

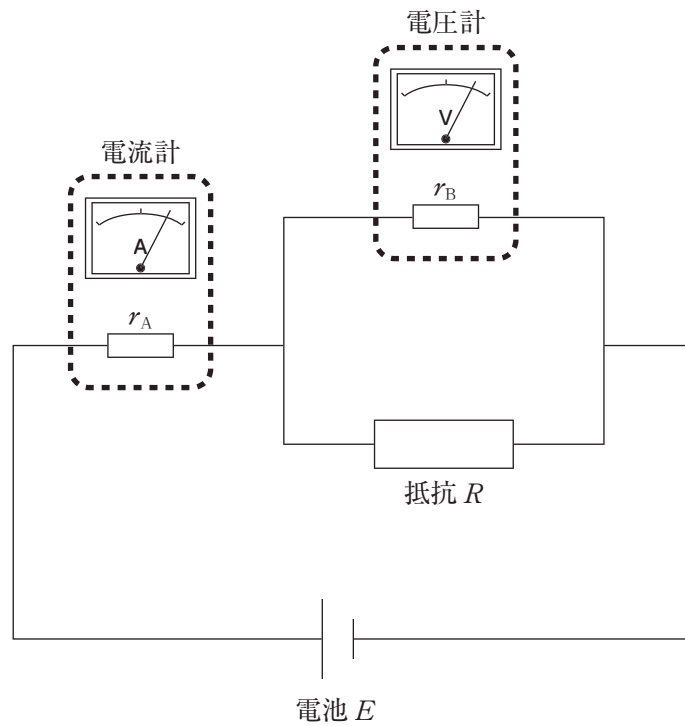


図2

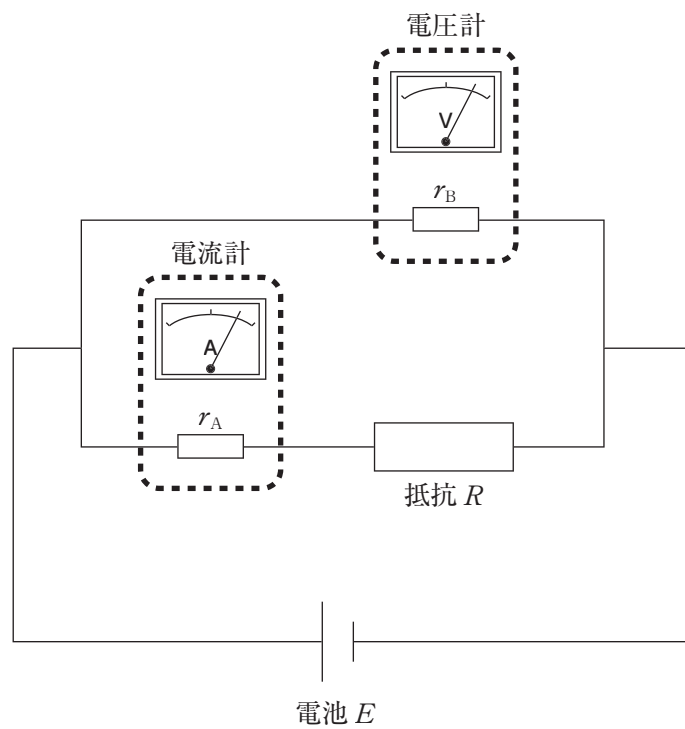


図3

問 4 図 2 の回路において、電圧計の示す値 V_1 と、電流計の示す値 I_1 との比 $\frac{V_1}{I_1}$ として得られる抵抗の測定値 R_1 として、最も適切なものを、次の①～⑧のうちから 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 22

- ① R ② $R + r_A$ ③ $R + r_B$ ④ $R + r_A + r_B$
 ⑤ $\frac{r_A}{R + r_A} R$ ⑥ $\frac{r_A}{R + r_B} R$ ⑦ $\frac{r_B}{R + r_A} R$ ⑧ $\frac{r_B}{R + r_B} R$

問 5 図 3 の回路において、電圧計の示す値 V_2 と、電流計の示す値 I_2 との比 $\frac{V_2}{I_2}$ として得られる抵抗の測定値 R_2 として、最も適切なものを、次の①～⑧のうちから 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 23

- ① R ② $R + r_A$ ③ $R + r_B$ ④ $R + r_A + r_B$
 ⑤ $\frac{r_A}{R + r_A} R$ ⑥ $\frac{r_A}{R + r_B} R$ ⑦ $\frac{r_B}{R + r_A} R$ ⑧ $\frac{r_B}{R + r_B} R$

上のようにして得られた抵抗の測定値と抵抗の真の値 R の関係は、図 2 の回路では常に (ク) であり、図 3 の回路では常に (ケ) である。測定の相対誤差は、測定値と真の値との差分の、真の値に対する割合で、以下のように表される。

$$\text{相対誤差} = \frac{|(\text{測定値}) - (\text{真の値})|}{\text{真の値}}$$

上の抵抗の測定では、電流計、電圧計の内部抵抗に比べて、未知抵抗が小さいときは、(コ) の回路で測定した方が相対誤差の小さい測定ができる。

問 6 文章中の空欄 (ク), (ケ), (コ) に入る組合せとして、最も適切なものを、次の①～⑧のうちから 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 24

	ク	ケ	コ
①	$R_1 > R$	$R_2 > R$	図 2
②	$R_1 > R$	$R_2 > R$	図 3
③	$R_1 > R$	$R_2 < R$	図 2
④	$R_1 > R$	$R_2 < R$	図 3
⑤	$R_1 < R$	$R_2 > R$	図 2
⑥	$R_1 < R$	$R_2 > R$	図 3
⑦	$R_1 < R$	$R_2 < R$	図 2
⑧	$R_1 < R$	$R_2 < R$	図 3

4

次の文章を読んで、問1～8に答えなさい。{解答番号 25 ～ 32 }

物質質量 n [mol] の、定積モル比熱が $C_V = \frac{5}{2}R$ である理想気体を用いて、図1の3つの過程を繰り返して状態を変化させる。 $A(P_1, V_1, T_1) \rightarrow B(P_1, V_2, T_2)$ は定圧変化、 $B(P_1, V_2, T_2) \rightarrow C(P_2, V_2, T_1)$ は定積変化、 $C \rightarrow A$ は等温変化である。 P は気体の圧力、 V は体積、 T は絶対温度である。それぞれの変化はじゅうぶんにゆっくりと行う。 $C \rightarrow A$ の変化の際に外部からこの気体に対してなされた仕事 W は $W > 0$ であった。 R は気体定数である。また、以下で「気体が外部から吸収した熱量 Q 」というとき、気体が熱を吸収(吸熱)する場合 $Q > 0$ であり、気体が熱を放出する場合 $Q < 0$ であるとする。

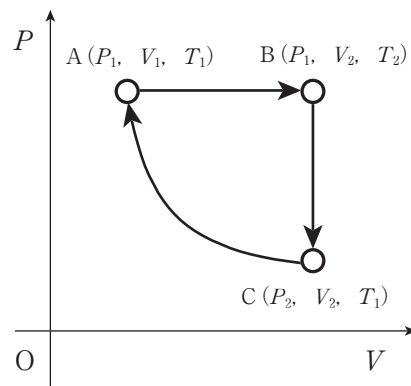


図1

問1 V_2 を P_1 を用いて表すとき、最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 25

- ① $\frac{2nRT_1}{5P_1}$ ② $\frac{2nRT_1}{3P_1}$ ③ $\frac{nRT_1}{P_1}$ ④ $\frac{3nRT_1}{2P_1}$ ⑤ $\frac{5nRT_1}{2P_1}$
 ⑥ $\frac{2nRT_2}{5P_1}$ ⑦ $\frac{2nRT_2}{3P_1}$ ⑧ $\frac{nRT_2}{P_1}$ ⑨ $\frac{3nRT_2}{2P_1}$ a $\frac{5nRT_2}{2P_1}$

問2 V_2 を P_2 を用いて表すとき、最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 26

- ① $\frac{2nRT_1}{5P_2}$ ② $\frac{2nRT_1}{3P_2}$ ③ $\frac{nRT_1}{P_2}$ ④ $\frac{3nRT_1}{2P_2}$ ⑤ $\frac{5nRT_1}{2P_2}$
 ⑥ $\frac{2nRT_2}{5P_2}$ ⑦ $\frac{2nRT_2}{3P_2}$ ⑧ $\frac{nRT_2}{P_2}$ ⑨ $\frac{3nRT_2}{2P_2}$ a $\frac{5nRT_2}{2P_2}$

問 3 A → B の変化で気体が外部から吸収する熱量 Q_{AB} として、最も適切なものを、次の①～

④のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 27

- ① $\frac{7}{2}P_1(V_2 - V_1)$ ② $\frac{5}{2}P_1(V_2 - V_1)$ ③ $\frac{3}{2}P_1(V_2 - V_1)$ ④ $\frac{7}{2}P_1(V_1 - V_2)$
⑤ $\frac{5}{2}P_1(V_1 - V_2)$ ⑥ $\frac{3}{2}P_1(V_1 - V_2)$ ⑦ $\frac{7}{2}P_2(V_2 - V_1)$ ⑧ $\frac{5}{2}P_2(V_2 - V_1)$
⑨ $\frac{3}{2}P_2(V_2 - V_1)$ ⑩ $\frac{7}{2}P_2(V_1 - V_2)$ ⑪ $\frac{5}{2}P_2(V_1 - V_2)$ ⑫ $\frac{3}{2}P_2(V_1 - V_2)$
⑬ 0

問 4 A → B の変化における気体の内部エネルギー変化 ΔU_{AB} として、最も適切なものを、次

の①～④のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 28

- ① $\frac{7}{2}nR(T_2 - T_1)$ ② $3nR(T_2 - T_1)$ ③ $\frac{5}{2}nR(T_2 - T_1)$ ④ $2nR(T_2 - T_1)$
⑤ $\frac{3}{2}nR(T_2 - T_1)$ ⑥ $nR(T_2 - T_1)$ ⑦ $\frac{7}{2}nR(T_1 - T_2)$ ⑧ $3nR(T_1 - T_2)$
⑨ $\frac{5}{2}nR(T_1 - T_2)$ ⑩ $2nR(T_1 - T_2)$ ⑪ $\frac{3}{2}nR(T_1 - T_2)$ ⑫ $nR(T_1 - T_2)$
⑬ 0

問 5 B → C の変化で気体が外部から吸収する熱量 Q_{BC} として、最も適切なものを、次の①～

④のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 29

- ① $\frac{7}{2}nR(T_2 - T_1)$ ② $3nR(T_2 - T_1)$ ③ $\frac{5}{2}nR(T_2 - T_1)$ ④ $2nR(T_2 - T_1)$
⑤ $\frac{3}{2}nR(T_2 - T_1)$ ⑥ $nR(T_2 - T_1)$ ⑦ $\frac{7}{2}nR(T_1 - T_2)$ ⑧ $3nR(T_1 - T_2)$
⑨ $\frac{5}{2}nR(T_1 - T_2)$ ⑩ $2nR(T_1 - T_2)$ ⑪ $\frac{3}{2}nR(T_1 - T_2)$ ⑫ $nR(T_1 - T_2)$
⑬ 0

問 6 B → C の変化における気体の内部エネルギー変化 ΔU_{BC} として、最も適切なものを、次の

①～④のうちから 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 30

- ① $\frac{7}{2}P_1(V_2 - V_1)$ ② $\frac{5}{2}P_1(V_2 - V_1)$ ③ $\frac{3}{2}P_1(V_2 - V_1)$ ④ $\frac{7}{2}P_1(V_1 - V_2)$
 ⑤ $\frac{5}{2}P_1(V_1 - V_2)$ ⑥ $\frac{3}{2}P_1(V_1 - V_2)$ ⑦ $\frac{7}{2}P_2(V_2 - V_1)$ ⑧ $\frac{5}{2}P_2(V_2 - V_1)$
 ⑨ $\frac{3}{2}P_2(V_2 - V_1)$ a $\frac{7}{2}P_2(V_1 - V_2)$ b $\frac{5}{2}P_2(V_1 - V_2)$ c $\frac{3}{2}P_2(V_1 - V_2)$
 d 0

問 7 C → A の変化における気体の内部エネルギー変化 ΔU_{CA} として、最も適切なものを、次の

①～③のうちから 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 31

- ① $\frac{7}{2}P_1(V_1 - V_2)$ ② $\frac{5}{2}P_1(V_1 - V_2)$ ③ $\frac{3}{2}P_1(V_1 - V_2)$
 ④ $\frac{7}{2}P_1(V_1 - V_2) + W$ ⑤ $\frac{5}{2}P_1(V_1 - V_2) + W$ ⑥ $\frac{3}{2}P_1(V_1 - V_2) + W$
 ⑦ $\frac{7}{2}P_1(V_1 - V_2) - W$ ⑧ $\frac{5}{2}P_1(V_1 - V_2) - W$ ⑨ $\frac{3}{2}P_1(V_1 - V_2) - W$
 a W b $-W$ c 0

問 8 A → B → C → A のサイクルの熱効率として、最も適切なものを、次の①～③のうちから

1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 32

- ① $\frac{W}{P_1(V_2 - V_1)}$ ② $\frac{2W}{5P_1(V_2 - V_1)}$ ③ $\frac{2W}{7P_1(V_2 - V_1)}$
 ④ $1 - \frac{W}{P_1(V_2 - V_1)}$ ⑤ $1 - \frac{2W}{5P_1(V_2 - V_1)}$ ⑥ $1 - \frac{2W}{7P_1(V_2 - V_1)}$
 ⑦ $\frac{2}{5} \left(1 - \frac{W}{P_1(V_2 - V_1)} \right)$ ⑧ $\frac{2}{7} \left(1 - \frac{W}{P_1(V_2 - V_1)} \right)$
 ⑨ $1 - \frac{W}{nR}$ a $1 - \frac{2W}{5nR}$ b $1 - \frac{2W}{7nR}$ c 0

化 学

II 解答上の注意

注意 1 アボガドロ定数は、 $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ とする。

注意 2 気体はすべて理想気体とし、その1 mol の体積は、標準状態(0°C , $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$)で 22.4 L/mol とする。また、気体定数 R は、 $8.31 \times 10^3 \text{ L}\cdot\text{Pa}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とする。

注意 3 必要があれば、以下の元素の周期表を使いなさい。

1 H 1.0												2 He 4.0					
3 Li 6.9	4 Be 9.0											5 B 10.8	6 C 12.0	7 N 14.0	8 O 16.0	9 F 19.0	10 Ne 20.2
11 Na 23.0	12 Mg 24.3											13 Al 27.0	14 Si 28.1	15 P 31.0	16 S 32.1	17 Cl 35.5	18 Ar 40.0
19 K 39.1	20 Ca 40.1	21 Sc 45.0	22 Ti 47.9	23 V 50.9	24 Cr 52.0	25 Mn 54.9	26 Fe 55.9	27 Co 58.9	28 Ni 58.7	29 Cu 63.5	30 Zn 65.4	31 Ga 69.7	32 Ge 72.6	33 As 74.9	34 Se 79.0	35 Br 79.9	36 Kr 83.8

1	←原子番号
H	←元素記号
1.0	←原子量

注意 4 解答は解答用紙の解答欄にマークしてください。

例えば、c と表示のある問いに対して⑧と解答する場合は、次の(例)のように**解答記号 c**の**解答欄の⑧**にマークしてください。

(例)

c	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

1 硫酸と硫酸銅(Ⅱ)に関する以下の問1～8に答えなさい。(解答記号 ～)

問1 濃硫酸は有機物中の水素原子と酸素原子を、2:1の割合で水分子として取り除く脱水作用をもつ。加熱した濃硫酸にエタノール C_2H_5OH を加えると、 $130 \sim 140^\circ C$ では次の化学反応によってエタノール分子間で脱水反応が起こる。



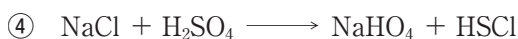
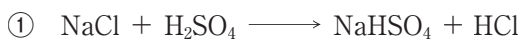
一方、 $160 \sim 170^\circ C$ では、次の化学反応によってエタノール分子内で脱水反応が起こる。



(ア)および(イ)に入る最も適切な分子式の組み合わせを、次の①～⑥のうちから1つ選びなさい。

	ア	イ
①	C_4H_6O	C_2H_4
②	$C_4H_{10}O$	C_2H_4
③	$C_4H_{10}O_2$	C_2H_4O
④	$C_4H_{10}O$	C_2H_4O
⑤	C_4H_8O	C_2H_4
⑥	C_4H_8O	C_2H_4O

問2 塩化ナトリウム $NaCl$ に濃硫酸 H_2SO_4 を加えて加熱するとき起こる反応として最も適切な化学反応式を、次の①～④のうちから1つ選びなさい。



問3 質量パーセント濃度が98.0%の濃硫酸の密度は 1.80 g/cm^3 である。この濃硫酸をはかり取り、水で薄めて 2.70 mol/L の希硫酸を 500 mL 調製した。はかり取った濃硫酸の体積 [mL] として最も適切な値を、次の①～⑥のうちから1つ選びなさい。 mL

- ① 18.0 ② 27.8 ③ 50.7 ④ 75.1 ⑤ 98.4 ⑥ 176

問 4 0.050 mol/L の硫酸 10 mL に 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム NaOH 水溶液 9.0 mL を加えて、さらに水で希釈して 100 mL にした。この溶液の pH として最も適切な値を、次の①～

⑧のうちから 1 つ選びなさい。ただし、硫酸は完全に電離するものとする。

- ① 1.0 ② 2.0 ③ 3.0 ④ 4.0
⑤ 5.0 ⑥ 6.0 ⑦ 7.0 ⑧ 8.0

問 5 銅 Cu を濃硫酸に入れて加熱すると起こる反応として最も適切な化学反応式を、次の①～

⑥のうちから 1 つ選びなさい。

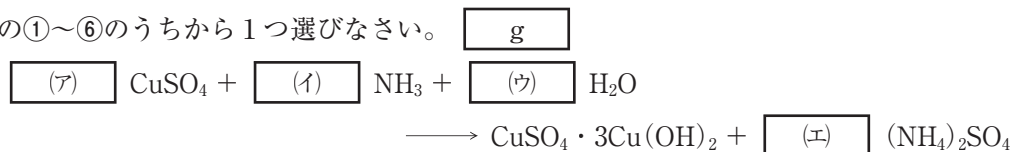
- ① $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$
② $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2$
③ $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
④ $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuO}_4 + 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2$
⑤ $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuS}_2\text{O}_4 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
⑥ $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

問 6 酸化銅(Ⅱ)CuO を希硫酸に入れると起こる反応として最も適切な化学反応式を、次の①～

⑥のうちから 1 つ選びなさい。

- ① $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
② $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuO}_4 + \text{H}_2\text{SO}$
③ $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuSO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$
④ $\text{CuO} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuO}_4 + 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
⑤ $\text{CuO} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuS}_2\text{O}_3 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
⑥ $\text{CuO} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

問 7 硫酸銅(Ⅱ)無水物 CuSO_4 の水溶液に少量のアンモニア NH_3 の水溶液を加えると、次の化学反応式の反応によって、銅の緑色のさび(緑青)の主な成分である塩基性硫酸銅 $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$ が生じることがある。この化学反応式の係数(ア)~(エ)として最も適切な組み合わせを、次の①~⑥のうちから1つ選びなさい。



	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
①	2	3	3	2
②	2	3	3	1
③	4	6	6	3
④	4	3	6	3
⑤	8	6	6	6
⑥	8	6	10	3

問 8 0.200 mol/L の塩化カルシウム水溶液に常温で希硫酸を加えると、白い沈殿物が生成した。沈殿物をろ過、洗浄後、乾燥してから質量を測定したところ、8.61 gであった。この沈殿物は、水に対する溶解度が極めて小さい2水和物であり、また反応が過不足なく行われたとき、塩化カルシウム水溶液の体積 [mL] として最も適切なものを、次の①~⑥のうちから1つ選びなさい。

- ① 100 ② 150 ③ 200 ④ 250 ⑤ 300 ⑥ 350

2

次の問1～10に答えなさい。(解答記号 ～)

問1 原子番号1～99までの元素に関する説明として適切でないものを、次の①～⑤のうちから1つ選びなさい。

- ① 元素は、典型元素と遷移元素に分けられる。
- ② 典型元素では、原子番号の増加とともに価電子の数が規則的に変化する。
- ③ 典型元素には金属元素と非金属元素の両方が存在するが、遷移元素は全て金属元素である。
- ④ 同族元素では原子番号が増加すると、原子半径が大きくなり、原子核が価電子を引き付ける力が強くなる。
- ⑤ 典型元素では18族元素を除いて、一般に周期表の右上側にある元素ほど陰性が強い傾向がある。

問2 化学結合に関する説明として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選びなさい。

- ① 金属結合における自由電子は、隣り合う金属原子間のみ自由に移動できる。
- ② ダイヤモンドは、すべての炭素原子が共有結合により結びついているが、同素体である黒鉛には、共有結合による原子間の結びつきはない。
- ③ 多数の分子が、分子間力によって結びついた分子結晶もある。
- ④ 水素原子と電気陰性度の小さな原子間にはたらく結合を、水素結合という。
- ⑤ イオン結合は、静電的な引力によって陽イオンと陰イオンが結びついた化学結合であり、この結合によって結晶がつくられることはない。

問3 次の文章中の空欄(ア)～(ウ)に当てはまる用語、数字の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選びなさい。

結晶中の規則正しい粒子の配列構造を結晶格子といい、結晶中の1つの粒子に隣り合って結合している粒子の数を、 という。体心立方格子における は、 である。このほかに、粒子が結晶中の空間に占める体積割合(充填率)が、体心立方格子(構造)より大きな値をもつ と呼ばれる結晶もある。

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	配位数	4	最密構造
②	結合数	8	原子構造
③	結合数	4	最密構造
④	配位数	8	原子構造
⑤	配位数	8	最密構造

問 4 鉄は、酸化鉄を主成分とする鉄鉱石を、一酸化炭素で還元することによって得られる。酸化鉄の一つである酸化鉄(Ⅲ) (Fe_2O_3) 1 mol の還元反応において、鉄とともに生成する物質 ((ア 化学式) および (イ 物質質量)) として最も適切な組み合わせを、次の①～⑤のうちから1つ選びなさい。

	(ア)	(イ)
①	CO_2	1 mol
②	C	2 mol
③	CO_2	2 mol
④	C	3 mol
⑤	CO_2	3 mol

問 5 石灰石や大理石の主成分である炭酸カルシウムを、塩酸を用いて完全に溶かしたところ、2.2 g の二酸化炭素が発生した。このとき用いた炭酸カルシウムの質量 [g] として最も適切な値を、次の①～⑤のうちから1つ選びなさい。 g

- ① 1.0 ② 2.0 ③ 3.0 ④ 4.0 ⑤ 5.0

問 6 ベンゼンの水素原子3個を臭素原子で置換した化合物の構造異性体は、何種類あるか。最も適切な数を、次の①～⑤のうちから1つ選びなさい。

- ① 1種類 ② 2種類 ③ 3種類 ④ 4種類 ⑤ 5種類

問 7 次の①～⑤の化合物のうち、沸点が最も高いものを1つ選びなさい。

- ① エタン ② メタン ③ ブタン ④ プロパン ⑤ ペンタン

問 8 2-クロロエタノール ($\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$) の非共有電子対(孤立電子対)の数として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選びなさい。

- ① 1個 ② 2個 ③ 3個 ④ 4個 ⑤ 5個

問 9 セッケンの説明として適切ではないものを、次の①～⑤のうちから1つ選びなさい。

- ① セッケンの水溶液に薄い塩化カリウム水溶液を加えると沈殿を生じ、泡立ちが悪くなる。
- ② セッケンの水溶液にフェノールフタレイン溶液を加えると、赤くなる。
- ③ 構造中に長い炭化水素基からなる疎水性の部分と、水溶液中で電荷を帯び親水性を示す部分がある。
- ④ 水溶液中で、ある濃度以上になるとセッケン分子が多数集まって、ミセルというコロイド粒子をつくる。
- ⑤ 油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、セッケンとグリセリンが生成する。

問10 C_3H_8O の組成式をもつ化合物 60.0 mg を完全燃焼させた。生成する二酸化炭素の質量 [mg] として最も適切な値を、次の①～⑤のうちから1つ選びなさい。 mg

- ① 36.0 ② 66.0 ③ 72.0 ④ 132 ⑤ 264

3次の問題〔Ⅰ〕～〔Ⅲ〕に答えなさい。(解答記号 ～)〔Ⅰ〕 次の文章を読み、問 1～6 に答えなさい。(解答記号 ～)

硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液とヨウ化カリウム 水溶液との反応では、 の過マンガン酸カリウム水溶液に含まれる過マンガン酸イオンが、 のマンガン(Ⅱ)イオン になり、一方、 のヨウ化物イオンは水溶液が のヨウ素 になる。

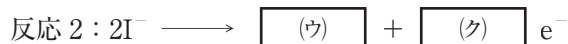
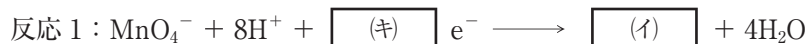
問 1 文中(ア)～(ウ)に入る化学式として最も適切な組み合わせを、次の①～⑥のうちから 1 つ選びなさい。

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	K_2I	Mn^+	I_2
②	K_2I	Mn^+	I
③	KI	Mn^{2+}	I_2
④	KI	Mn^{2+}	I
⑤	KI_2	Mn^{3+}	I_2
⑥	KI_2	Mn^{3+}	I

問 2 文中(エ)～(カ)に入る化合物の色として最も適切な組み合わせを、次の①～⑥のうちから 1 つ選びなさい。

	(エ)	(オ)	(カ)
①	赤色	黄色	緑色
②	赤色	黄色	褐色
③	赤紫色	無色	緑色
④	赤紫色	無色	褐色
⑤	緑色	赤色	黄色
⑥	緑色	赤色	褐色

問 3 過マンガン酸イオンとヨウ化物イオンの電子を用いたイオン反応式は、反応 1 および反応 2 のように表される。(キ)と(ク)に入る最も適切な数字の組み合わせを、次の①～⑥のうちから 1 つ選びなさい。なお、(イ)と(ウ)には、問 1 と同じ化学式が入る。 c



- ① (キ): 3, (ク): 2
 ② (キ): 3, (ク): 1
 ③ (キ): 5, (ク): 2
 ④ (キ): 5, (ク): 1
 ⑤ (キ): 7, (ク): 2
 ⑥ (キ): 7, (ク): 1

問 4 問 3 の反応 1 の Mn および反応 2 の I の反応において、酸化数の変化の説明として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから 1 つ選びなさい。 d

- ① Mn: +3 から +2 に減少(還元された), I: -2 から 0 に増加(酸化された)。
 ② Mn: +3 から +2 に減少(酸化された), I: -1 から 0 に増加(還元された)。
 ③ Mn: +5 から +2 に減少(酸化された), I: -2 から 0 に増加(還元された)。
 ④ Mn: +5 から +2 に減少(還元された), I: -1 から 0 に増加(酸化された)。
 ⑤ Mn: +7 から +2 に減少(酸化された), I: -2 から 0 に増加(還元された)。
 ⑥ Mn: +7 から +2 に減少(還元された), I: -1 から 0 に増加(酸化された)。

問 5 問 3 の反応 1 および反応 2 はどのような反応を示しているか、反応の説明として適切ではないものの組み合わせを、次の①～⑦のうちから 1 つ選びなさい。 e

ア 反応 1: O は H と結合して H₂O を生成しているため還元されている

イ 反応 1: O は電子を放出しているため酸化剤である

ウ 反応 1: Mn は電子を受け取っているため酸化剤である

エ 反応 1: Mn は電子を受け取っているため還元されている

オ 反応 2: I は電子を放出しているため還元剤である

カ 反応 2: I は電子を放出しているため酸化されている

- ① ア, イ ② ア, エ ③ ア, カ ④ イ, エ ⑤ イ, カ
 ⑥ ウ, オ ⑦ エ, カ

問 6 濃度不明のヨウ化カリウム水溶液 10.0 mL を希硫酸で酸性とし、0.0200 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、12.0 mL 加えたときに過マンガン酸カリウム水溶液の がわずかに消えずに残った。ヨウ化カリウム水溶液のモル濃度 [mol/L] として最も適切な値を、次の①～⑧のうちから 1 つ選びなさい。なお、(エ)には問 2 の(エ)と同じ色が入る。 mol/L

- ① 3.60×10^{-2} ② 4.80×10^{-2} ③ 6.00×10^{-2} ④ 1.20×10^{-1}
 ⑤ 3.60×10^{-3} ⑥ 4.80×10^{-3} ⑦ 6.00×10^{-3} ⑧ 1.20×10^{-2}

[II] 次の文章を読み、問 7～8 に答えなさい。(解答記号 ～)

硫黄(S)原子は、主に , , , の 4 つの酸化数をとることができる。そのため S を含む化合物は、反応する相手によって還元剤にもなれば、酸化剤にもなる可能性がある。

問 7 S 原子が主にとることができる 4 つの酸化数 ～ として最も適切な酸化数を、次の①～⑨のうちから 1 つずつ選びなさい。ただし、酸化数は小さい順に答えなさい。 ～

- ① -2 ② -1 ③ 0 ④ +1 ⑤ +2
 ⑥ +3 ⑦ +4 ⑧ +5 ⑨ +6

問 8 問 7 の ～ の 4 つの酸化数をもつ S を含む物質として最も適切なものを、次の①～④から 1 つずつ選びなさい。ただし、 ～ の順に対応させて ～ を答えなさい。 ～

- ① SO₂ ② H₂SO₄ ③ H₂S ④ S

[Ⅲ] 次の文章を読み、問9に答えなさい。(解答記号 ~)

金属は水溶液中で陽イオンになろうとする性質があり、それを金属のイオン化傾向と呼び、金属の種類によって大きく異なる。

イオン化傾向の大きい は、空気中の酸素と激しく反応して酸化物になる。一方、 と は、常温で空气中に放置すると、酸素と反応して酸化物の被膜を生じる。また、 は、常温の水と反応して水素を発生しながら溶け、陽イオンとなる。 は熱水と反応して水素 H_2 を発生する。 と は高温の水蒸気と反応して H_2 を発生する。 と は塩酸や希硫酸の H^+ を還元して H_2 を発生しながら溶け、陽イオンとなる。しかし、 は H^+ を還元できないので、塩酸や希硫酸には溶けない。 は、硝酸や熱濃硫酸のような強い酸化力のある酸とは反応して溶ける。しかし、 よりもイオン化傾向が大きい は濃硝酸には溶けないで、不動態となる。また、 よりもイオン化傾向の小さい は、硝酸や熱濃硫酸に溶けないが、王水には溶ける。

問9 ~ に入る元素として最も適切なものを、次の①~⑥のうちからそれぞれ1つずつ選びなさい。 ~

- ① Mg ② Na ③ Zn ④ Au ⑤ Fe ⑥ Ag

4 次の問1～11に答えなさい。(解答記号 ～)

問1 Al^{3+} と Zn^{2+} を含む水溶液に少量のアンモニア水を加えたとき、観察される現象として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選びなさい。

- ① 黒色の沈殿を生じる。 ② 黄色の沈殿を生じる。 ③ 赤褐色の沈殿を生じる。
④ 緑色の沈殿を生じる。 ⑤ 白色の沈殿を生じる。 ⑥ 青白色の沈殿を生じる。
⑦ 深青色の沈殿を生じる。 ⑧ 褐色の沈殿を生じる。 ⑨ 桃色の沈殿を生じる。

問2 Al^{3+} と Zn^{2+} を含む水溶液に少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えたとき、観察される現象として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選びなさい。

- ① 黒色の沈殿を生じる。 ② 黄色の沈殿を生じる。 ③ 赤褐色の沈殿を生じる。
④ 緑色の沈殿を生じる。 ⑤ 白色の沈殿を生じる。 ⑥ 青白色の沈殿を生じる。
⑦ 深青色の沈殿を生じる。 ⑧ 褐色の沈殿を生じる。 ⑨ 桃色の沈殿を生じる。

問3 問1で生じた沈殿をろ過し、ろ紙上の沈殿に過剰のアンモニア水を加えたとき、観察される現象として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選びなさい。

- ① 紫色の沈殿に変化する。 ② 水色の沈殿に変化する。 ③ 黄褐色の沈殿に変化する。
④ 緑色の沈殿が残る。 ⑤ 白色の沈殿が残る。 ⑥ 青白色の沈殿が残る。
⑦ ろ液が深青色になる。 ⑧ ろ液が褐色になる。 ⑨ 沈殿がすべて完全に溶ける。

問4 問2で生じた沈殿をろ過し、ろ紙上の沈殿に過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えたとき、観察される現象として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選びなさい。

- ① 紫色の沈殿に変化する。 ② 水色の沈殿に変化する。 ③ 黄褐色の沈殿に変化する。
④ 緑色の沈殿が残る。 ⑤ 白色の沈殿が残る。 ⑥ 青白色の沈殿が残る。
⑦ ろ液が深青色になる。 ⑧ ろ液が褐色になる。 ⑨ 沈殿が溶ける。

問5 Ag^+ と Cu^{2+} を含む水溶液に希塩酸を加え、生じた沈殿をろ過洗浄したとき、ろ紙上で観察される現象として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選びなさい。

- ① 黒色の沈殿が残る。 ② 黄色の沈殿が残る。 ③ 赤褐色の沈殿が残る。
④ 緑色の沈殿が残る。 ⑤ 白色の沈殿が残る。 ⑥ 青白色の沈殿が残る。
⑦ 深青色の沈殿が残る。 ⑧ 褐色の沈殿が残る。 ⑨ 桃色の沈殿が残る。

問 6 問 5 のろ液を加熱後、硫化水素を加え、生じた沈殿をろ過、洗浄したとき、ろ紙上で観察される現象として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選びなさい。

- ① 黒色の沈殿が残る。 ② 黄色の沈殿が残る。 ③ 赤褐色の沈殿が残る。
④ 緑色の沈殿が残る。 ⑤ 白色の沈殿が残る。 ⑥ 青白色の沈殿が残る。
⑦ 深青色の沈殿が残る。 ⑧ 褐色の沈殿が残る。 ⑨ 桃色の沈殿が残る。

問 7 Ag^+ と Cu^{2+} を含む水溶液に少量のアンモニア水を加え、生成する沈殿に過剰のアンモニアを加えたとき、観察される現象として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選びなさい。

- ① 沈殿が溶けて黒色水溶液となる。 ② 沈殿が溶けて黄色水溶液となる。
③ 沈殿が溶けて赤褐色水溶液となる。 ④ 沈殿が溶けて緑色水溶液となる。
⑤ 沈殿が溶けて深青色水溶液となる。 ⑥ 沈殿が溶けて無色水溶液となる。
⑦ 沈殿が溶けて赤色水溶液となる。 ⑧ 沈殿が溶けて褐色水溶液となる。
⑨ 白色の沈殿が残る。

問 8 酸化アルミニウム 1.02 g を十分な塩酸を用いて完全に塩化物にしたとき、得られる塩化アルミニウムの質量 [g] として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選びなさい。 g

- ① 1.02 ② 1.24 ③ 1.46 ④ 1.78 ⑤ 1.95
⑥ 2.14 ⑦ 2.31 ⑧ 2.49 ⑨ 2.67

問 9 塩酸と反応しない不純物を含む酸化アルミニウム 8.30 g を十分な塩酸を用いて完全に塩化物にしたとき、塩化アルミニウムが 21.3 g 得られた。用いた酸化アルミニウムの純度 [%] として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから 1 つ選びなさい。 %

- ① 95.0 ② 96.0 ③ 97.0 ④ 98.0 ⑤ 99.0
⑥ 99.9

問10 Ag^+ と Cu^{2+} がアンモニアを配位子として錯イオンを生成するとき、各イオンに対する配位数として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選びなさい。 j

- ① いずれも2分子を配位する。
- ② いずれも4分子を配位する。
- ③ いずれも6分子を配位する。
- ④ Ag^+ は2分子、 Cu^{2+} は4分子を配位する。
- ⑤ Ag^+ は4分子、 Cu^{2+} は2分子を配位する。
- ⑥ Ag^+ は2分子、 Cu^{2+} は6分子を配位する。
- ⑦ Ag^+ は6分子、 Cu^{2+} は2分子を配位する。
- ⑧ Ag^+ は4分子、 Cu^{2+} は6分子を配位する。
- ⑨ Ag^+ は6分子、 Cu^{2+} は4分子を配位する。

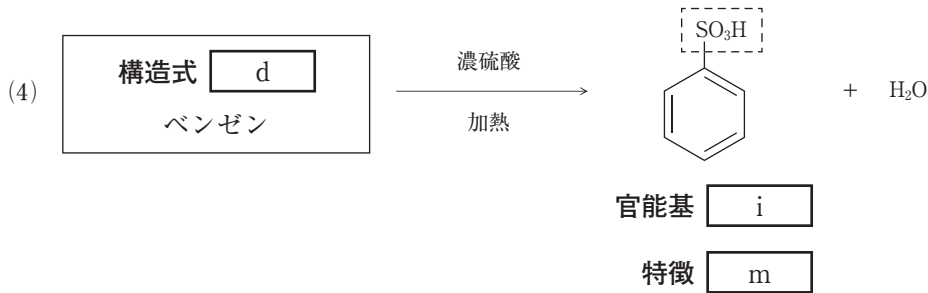
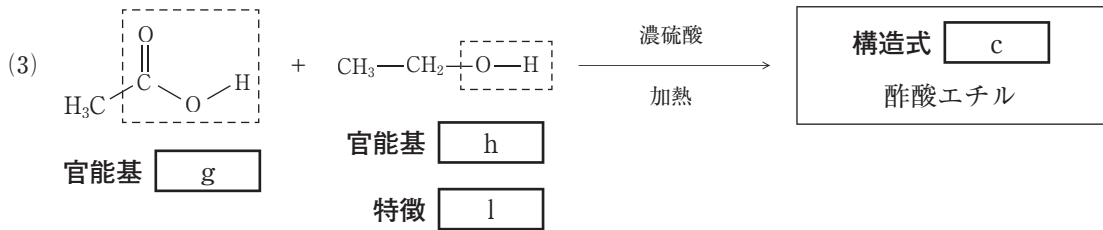
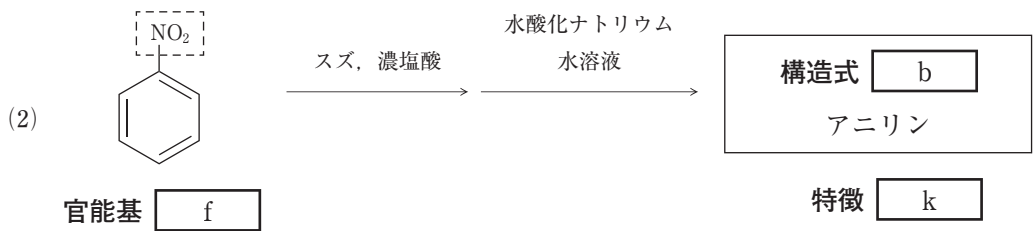
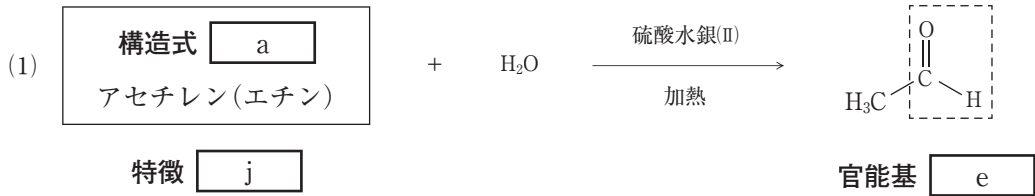
問11 次の(ア)～(エ)の文章は、Cu、Ag、Al、Znの元素のいずれかに関係がある。元素と説明文について最も適切な組み合わせを、次の①～⑨のうちから1つ選びなさい。ただし、同じ元素を重複して選択してもよいものとする。 k

- (ア) サファイアやルビーの主成分である。
- (イ) 写真フィルムの表面に感光剤としてこの金属のハロゲン化物が使用されている。
- (ウ) 電気伝導性と熱伝導性が4つの金属の中で最大である。
- (エ) ミョウバンなどの複塩の成分である。

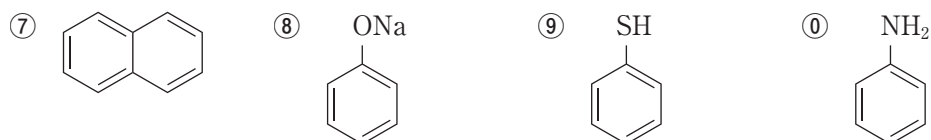
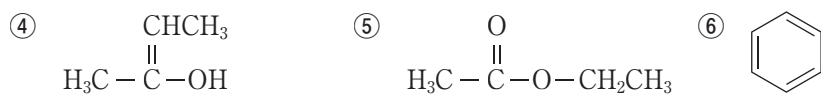
	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
①	Zn	Al	Ag	Cu
②	Al	Zn	Cu	Ag
③	Zn	Ag	Al	Cu
④	Al	Cu	Ag	Al
⑤	Al	Zn	Ag	Cu
⑥	Ag	Zn	Ag	Al
⑦	Al	Ag	Ag	Al
⑧	Cu	Ag	Ag	Al
⑨	Ag	Al	Al	Ag

5 次の問題〔I〕〔II〕に答えなさい。(解答記号 ~)

〔I〕 次の(1)~(4)の化学反応式について、以下の問1~3に答えなさい。(解答記号 ~)



問1 構造式 ~ として最も適切なものを、次の①~⑩のうちから1つずつ選びなさい。 ~



問 2 官能基 ~ の名称として最も適切なものを、次の①~⑦のうちから1つずつ選びなさい。 ~

- ① カルボキシ基 ② カルボニル基 ③ ヒドロキシ基
 ④ ホルミル基(アルデヒド基) ⑤ スルホ基
 ⑥ アミノ基 ⑦ ニトロ基

問 3 それぞれの化合物の特徴 ~ として最も適切なものを、次の①~⑤のうちから1つずつ選びなさい。 ~

- ① さらし粉水溶液を加えると赤紫色を呈する。
 ② ヨウ素と水酸化ナトリウムを加えて反応させると黄色の沈殿物を生じる。
 ③ 強酸である。
 ④ 水上置換で捕集することができる。
 ⑤ フェーリング液に加えて加熱すると赤色沈殿を生じる。

[II] 次の文章を読んで、以下の問 4 ~ 9 に答えなさい。(解答記号 ~)

1 価の鎖状飽和アルコールの一般式は である。また、同じ一般式で表される異性体にはエーテルがある。アルケンに水を 反応させると、アルコールが得られる。

問 4 (ア)および(イ)に当てはまる語句の組み合わせとして最も適切なものを、次の①~⑨のうちから1つ選びなさい。

	(ア)	(イ)
①	$C_nH_{2n+1}O$	付加
②	$C_nH_{2n+1}O$	縮合
③	$C_nH_{2n+1}O$	重合
④	$C_nH_{2n+2}O$	付加
⑤	$C_nH_{2n+2}O$	縮合
⑥	$C_nH_{2n+2}O$	重合
⑦	$C_nH_{2n+4}O$	付加
⑧	$C_nH_{2n+4}O$	縮合
⑨	$C_nH_{2n+4}O$	重合

問 5 同じ分子式のアルコールとエーテルに関する記述のなかで適切ではないものを、次の①～

⑥のうちから1つ選びなさい。

- ① アルコールとエーテルの分子量は等しい。
- ② エーテルよりアルコールの方が沸点は高い。
- ③ エーテルよりアルコールの方が大きな極性をもつ。
- ④ アルコールは水素結合を形成しないが、エーテルは形成する。
- ⑤ エーテルよりアルコールの方が水に溶けやすい。
- ⑥ 同じ温度では、アルコールよりエーテルの方が蒸気圧は大きい。

問 6 エタノールに関する記述のなかで適切ではないものを、次の①～⑥のうちから1つ選びなさい。

- ① 水によく溶ける。
- ② ジメチルエーテルの異性体である。
- ③ グルコースのアルコール発酵で得られる。
- ④ 酸化されるとアセトアルデヒドが得られる。
- ⑤ 単体の Na と反応して水素を発生する。
- ⑥ フェーリング液を加えて加熱すると赤色沈澱が生じる。

問 7 分子式 $C_4H_{10}O$ のアルコールのうち、不斉炭素原子をもつ化合物の名称は何か。最も適切なものを、次の①～⑥のうちから1つ選びなさい。

- ① 1-プロパノール ② 2-プロパノール ③ 1-ブタノール
- ④ 2-ブタノール ⑤ 2-メチル-1-プロパノール
- ⑥ 2-メチル-2-プロパノール

問 8 分子式 $C_5H_{12}O$ で表される構造異性体のうちエーテルの異性体の数はいくつあるか。最も適切な数を、次の①～⑧のうちから1つ選びなさい。ただし立体異性体は含まないものとする。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8

問 9 2価アルコールとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから1つ選びなさい。

- ① アセチレン ② グリセリン ③ o-クレゾール
- ④ アセトン ⑤ エチレングリコール ⑥ ジメチルエーテル

生 物

1 生物の細胞の構造や機能における共通性と多様性に関する次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。〔解答記号 ～ 〕

地球上に存在する多様な生物は全て、基本単位である細胞から出来ている。細胞の形態や構造、機能のそれぞれを調べてみると、全ての細胞に共通するものと、細胞の種類によって異なるものがある。

全ての細胞で共通する特徴としては、細胞は で包まれて外部と仕切られた独立したまとまりを作っている。細胞の内部は細胞質基質で満たされ、そこに遺伝物質であるDNA(デオキシリボ核酸)を持つ。また、ATPなどの化合物のエネルギーを用いて物質を合成したり、物質を分解してエネルギーを取り出ししたりする「代謝」を行っている。

細胞の種類によって異なるものとして、DNAが細胞質基質の中にあり、核を持たない細胞からなる生物を といい、核を持つ細胞からなる生物を と呼ぶ。 の細胞はミトコンドリアや葉緑体などの特定の機能をもつ細胞小器官と呼ばれる構造を持つ。

は厚さが 程度の膜であり、細胞の内部と外部との物質のやり取りが行われている。また、植物細胞では の外側に を主成分とする があり、細胞の形態の維持に役立っている。

問1 文章中の ～ にあてはまる最も適切な語句の組み合わせを、次の①～⑥のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

	ア	イ	ウ
①	細胞膜	原核生物	多細胞生物
②	核膜	原核生物	真核生物
③	細胞膜	原核生物	真核生物
④	核膜	真核生物	多細胞生物
⑤	細胞膜	真核生物	原核生物
⑥	核膜	真核生物	原核生物

問 2 文章中の ～ にあてはまる最も適切な語句の組み合わせを、次の①～

⑧のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

	エ	オ	カ
①	5～10 ナノメートル	タンパク質	鞭毛 ^{べん}
②	5～10 マイクロメートル	セルロース	細胞壁
③	5～10 ナノメートル	タンパク質	細胞壁
④	5～10 マイクロメートル	セルロース	鞭毛 ^{べん}
⑤	5～10 ナノメートル	セルロース	細胞壁
⑥	5～10 マイクロメートル	タンパク質	細胞壁
⑦	5～10 ナノメートル	セルロース	鞭毛 ^{べん}
⑧	5～10 マイクロメートル	タンパク質	鞭毛 ^{べん}

問 3 下線部(あ)の ATP の構造や働きに関する記述として、適切ではないものを、次の①～⑤のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① ATP は生命活動に必要なエネルギーの受け渡しを行う物質であり、エネルギーの通貨とも呼ばれる。
- ② ATP は塩基の一種であるアデニンと糖の一種であるデオキシリボースが結合したアデノシンに3分子のリン酸が結合した化合物である。
- ③ ATP がエネルギーを放出して分解されると ADP とリン酸ができる。
- ④ ATP 分子内のリン酸どうしの結合は高エネルギーリン酸結合と呼ばれている。
- ⑤ ATP はヌクレオチドの一種である。

問 4 下線部(い)の構造や働きに関する記述として、適切ではないものを、次の①～⑤のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① ミトコンドリアでは呼吸によるエネルギー(ATP)の生産が行われている。
- ② 原核細胞が他の細胞内に共生することにより、ミトコンドリアや葉緑体などの細胞小器官が生じたとする考えのことを細胞内共生説と呼ぶ。
- ③ ミトコンドリアと葉緑体は膜で囲まれた構造を持ち、内部に独自の DNA を持つ。
- ④ 葉緑体は植物細胞のみに存在し、ミトコンドリアは動物細胞のみに存在する。
- ⑤ 葉緑体は持たないが、光合成を行う生物もいる。

問 5 哺乳類の体内環境に関する記述として、適切ではないものを、次の①～⑤のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① ヒトの腎臓でろ過によって作られた原尿にはグルコースが含まれるが、再吸収が行われるため、健康なヒトの尿ではグルコース濃度が原尿の30%程度に下がる。
- ② 細胞外液の濃度などを一定に保つことは細胞が正常に働くことにおいて重要であるが、生物が体内環境の状態を安定に保つ性質を恒常性(ホメオスタシス)と呼ぶ。
- ③ 細胞は体液を通して活動に必要な酸素や栄養素を取り入れたり、不要となった二酸化炭素や老廃物を放出したりする。
- ④ 哺乳類の体内環境を一定に保つ上で、腎臓と肝臓は体液成分の濃度調節を担っている重要な臓器である。
- ⑤ 赤血球を蒸留水に浸した場合、内部へ水の流入が起こり、膨張・破裂する。

2 生物の代謝に関する次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。〔解答記号 ～ 〕

生物の生命活動は細胞内で行われる様々な化学反応によって維持されている。これら生物の体内で起こる化学反応の全てを指して「代謝」という。酵素はそれ自身は反応前後で変化しないが、化学反応を することが出来る。このような作用をもつ物質のことを という。化学反応が進み、物質が別の物質に変化するときにはエネルギーの高い状態を乗り越える必要があり、このとき必要なエネルギーを エネルギーと呼ぶが、酵素はこれを させることができる。酵素が作用を及ぼす物質を と呼ぶが、酵素が と作用するためには酵素固有の と結合することが必要であり、 の立体構造が重要である。 の構造は、酵素が特定の物質のみに作用する性質を決めている。この性質のことを と呼ぶ。また、タンパク質が変性した場合、酵素活性が する。呼吸によってグルコースが分解される代謝経路は、多くの種類の酵素が関与した一連の反応であり、解糖系、クエン酸回路、電子伝達系の3段階に分けられる。

問1 文章中の ～ にあてはまる最も適切な語句の組み合わせを、次の①～⑥のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

	ア	イ	ウ	エ
①	抑制	代謝物質	不活性化	増加
②	促進	触媒	不活性化	低下
③	抑制	代謝物質	活性化	低下
④	促進	触媒	活性化	低下
⑤	抑制	触媒	不活性化	増加
⑥	促進	代謝物質	活性化	増加

問2 文章中の ～ にあてはまる最も適切な語句の組み合わせを、次の①～⑥のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

	オ	カ	キ	ク
①	生成物	活性部位	基質特異性	失活
②	基質	活性部位	作用特異性	失活
③	生成物	活性部位	作用特異性	活性化
④	基質	不活性部位	基質特異性	活性化
⑤	生成物	不活性部位	作用特異性	活性化
⑥	基質	活性部位	基質特異性	失活

問 3 下線部(あ)と(い)の反応が行われている細胞内の場所について、最も適切な語句の組み合わせを、次の①～⑥のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- | | (あ) 解糖系 | (い) クエン酸回路 |
|---|---------------|---------------|
| ① | 細胞質基質 | リボソーム |
| ② | 細胞質基質 | ミトコンドリア マトリクス |
| ③ | ミトコンドリア マトリクス | 細胞質基質 |
| ④ | ミトコンドリア マトリクス | リボソーム |
| ⑤ | リボソーム | ミトコンドリア マトリクス |
| ⑥ | リボソーム | 細胞質基質 |

問 4 代謝や酵素に関する記述として、最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 酵素には、その作用を及ぼすために補酵素が必要な場合がある。酵素のうち、呼吸に關与する脱水素酵素は補酵素を必要としない。
- ② 酵素が基質と反応して生成物を生ずると、酵素は生成物の一部となる。
- ③ 阻害物質には、とは異なる部分に結合して、酵素反応を阻害するものがある。このような阻害物質の作用を競争的阻害と呼ぶ。
- ④ ヒトの体内で働いている酵素の最適 pH は全て pH7(中性)である。
- ⑤ 基質と構造が類似する阻害物質は、基質との間でを奪い合う。基質濃度が高くなると、阻害物質の影響はほとんど見られなくなる。

問 5 解糖系から電子伝達系までの代謝経路に関する記述として、適切ではないものを、次の①～⑥のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 筋肉が無酸素状態で活動するとき、グルコースはピルビン酸を経て最終的には乳酸となり、解糖による ATP が作り出される。
- ② 脂肪はグリセリンと脂肪酸に分解される。グリセリンは解糖系に入ってピルビン酸になる。一方、脂肪酸は β 酸化によって分解されてアセチル CoA となり、クエン酸回路に入る。
- ③ 呼吸により分解される物質を呼吸基質と呼ぶ。
- ④ 酸素が存在するとき、ピルビン酸はアセチル CoA となり、クエン酸回路にてオキサロ酢酸と結合してクエン酸となる。
- ⑤ 呼吸は異化の一例であり、グルコースを始めとする有機物が酸素で酸化され、ATP が作り出される一連の化学反応である。
- ⑥ 電子伝達系で ATP 合成酵素が H^+ の濃度勾配を利用して ATP を合成する過程を基質レベルのリン酸化という。

3 遺伝情報の発現に関する次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。〔解答記号 ～ 〕

遺伝情報はDNAの塩基配列に存在し、DNAの4種類の塩基の配列がmRNAへと転写され、さらにアミノ酸配列に翻訳されて遺伝子が発現する。タンパク質に含まれるアミノ酸は20種類あるが、4種類の塩基3つの組み(トリプレット)で、各アミノ酸が指定される。表は、mRNA上のコドンに対応するアミノ酸をまとめた遺伝暗号表である。(コドンの5'末端の塩基を1番目とする。)

		2番目の塩基					
		U	C	A	G		
1番目の塩基	U	フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	3番目の塩基	U
		フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン		C
		ロイシン	セリン	<input type="text" value="イ"/>	<input type="text" value="イ"/>		A
		ロイシン	セリン	<input type="text" value="イ"/>	トリプトファン		G
	C	ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン		U
		ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン		C
		ロイシン	プロリン	グルタミン	アルギニン		A
		ロイシン	プロリン	グルタミン	アルギニン		G
	A	イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン		U
		イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン		C
		イソロイシン	トレオニン	リシン	アルギニン		A
		<input type="text" value="ア"/>	トレオニン	リシン	アルギニン		G
	G	バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン		U
		バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン		C
		バリン	アラニン	グルタミン酸	グリシン		A
		バリン	アラニン	グルタミン酸	グリシン		G

遺伝暗号表

問1 表の と にあてはまる最も適切なものの組み合わせを、次の①～⑨から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- | | イ |
|-----------|---------|
| ① イソロイシン | システイン |
| ② イソロイシン | 終止コドン |
| ③ イソロイシン | トリプトファン |
| ④ メチオニン | チロシン |
| ⑤ メチオニン | 終止コドン |
| ⑥ メチオニン | システイン |
| ⑦ トリプトファン | チロシン |
| ⑧ トリプトファン | 終止コドン |
| ⑨ トリプトファン | メチオニン |

問 2 次のアンチコドンをもつ tRNA のうち、ロイシンを運ぶ tRNA はどれか、最も適切なものを、次の①～⑧から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 5′-UUC-3′
- ② 5′-UUG-3′
- ③ 5′-CAG-3′
- ④ 5′-CTG-3′
- ⑤ 5′-CCG-3′
- ⑥ 5′-ACG-3′
- ⑦ 5′-AAU-3′
- ⑧ 5′-CUU-3′

問 3 ある遺伝子の非鋳型鎖の塩基配列の一部を 40 塩基だけ図に示す(イントロンは含まれない)。

5′-ATTCCGCCCGCAGACTCTTTTGCTCAAGTACGACACCCCA-3′

図

(1) 図の 5′ 末端の塩基 (A) に対応する塩基から始まる読みわくが翻訳されてできるポリペプチドの、6 番目のアミノ酸は何か、上の遺伝暗号表を参照して、最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- | | | |
|----------|----------|---------|
| ① バリン | ② イソロイシン | ③ ロイシン |
| ④ グルタミン酸 | ⑤ アスパラギン | ⑥ アルギニン |
| ⑦ セリン | ⑧ プロリン | ⑨ グリシン |

(2) 上の(1)と同じポリペプチドの中に 3 回以上現れるアミノ酸は何か、上の遺伝暗号表を参照して、最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- | | | | |
|--------|----------|---------|---------|
| ① グリシン | ② アラニン | ③ バリン | ④ プロリン |
| ⑤ セリン | ⑥ グルタミン酸 | ⑦ グルタミン | ⑧ アルギニン |

問 4 この遺伝暗号表は、どの生物にあてはまるのか、最も適切なものを、次の①～⑤から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 大腸菌のみに当てはまる。
- ② 少数の例外はあるが、真核細胞でも原核細胞でも共通。
- ③ 真核細胞では共通だが、原核細胞には全く当てはまらない。
- ④ 原核細胞では共通だが、真核細胞には全く当てはまらない。
- ⑤ ヒトとマウスにのみ共通だが、他の生物には全く当てはまらない。

4

ヒトの体内環境に関する次の問1～5に答えなさい。〔解答記号 ～ 〕

問1 体液に関する次の記述のうち、適切ではないものを、次の①～⑤から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 体液には血液，組織液，およびリンパ液がある。
- ② 体外の環境が変化しても体液中のイオンやグルコースの濃度は一定範囲内に保たれる。
- ③ 血しょうは毛細血管からしみだして組織液になる。
- ④ 組織液は細胞間を移動したのち，ほとんどがリンパ液となる。
- ⑤ リンパ液はリンパ管と静脈がつながっているため血液と混ざる。

問2 血液の成分に関する次の文のうち、適切ではないものを、次の①～⑥から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 白血球はヘモグロビンをもたない。
- ② 血球のうち血液1 mL 中にもっとも数多く存在するのは血小板である。
- ③ 好中球には体内に侵入した病原体を取り込む働きがある。
- ④ 血球はすべて造血幹細胞からつくられる。
- ⑤ 血しょうは栄養分や老廃物を運ぶ。
- ⑥ 血小板は核をもたない。

問3 血液中の酸素と二酸化炭素の運搬に関する次の文のうち、最も適切なものを、次の①～⑤から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 肺のように酸素濃度が高く，二酸化炭素濃度が低い組織では，酸素ヘモグロビンは酸素を解離する。
- ② 血中のヘモグロビンは，酸素濃度が高いほど酸素ヘモグロビンの割合は低くなる。
- ③ 筋肉において活動が高まると，血中の酸素ヘモグロビンの割合が高くなる。
- ④ 組織で生じた二酸化炭素は赤血球で炭酸水素イオンに変換され，血しょうにより肺へ運ばれる。
- ⑤ 静脈血は酸素ヘモグロビンを多く含む。

問 4 血液凝固に関する次の文章を読み、 ~ にあてはまるものの組み合わせとして、最も適切なものを、次の①~⑥から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

血管に傷が生じると、 が傷口に集まり固まりを作る。その後、 から放出される凝固因子の働きで が形成される。 は血球と絡んで を形成し傷口をふさいで出血を止める。やがて傷ついた血管は増殖した細胞により修復され、 は が分解されるため溶解する。

- | | ア | イ | ウ |
|---|-------|-------|-------|
| ① | フィブリン | 血小板 | 血ぺい |
| ② | フィブリン | 血ぺい | 血小板 |
| ③ | 血ぺい | 血小板 | フィブリン |
| ④ | 血ぺい | フィブリン | 血小板 |
| ⑤ | 血小板 | フィブリン | 血ぺい |
| ⑥ | 血小板 | 血ぺい | フィブリン |

問 5 肝臓の働きに関する次の文のうち、適切ではないものを、次の①~⑥から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 消化管で吸収され血液中に入ったグルコースやアミノ酸を処理する。
- ② 血しょう中のアルブミンや血液凝固に関わるタンパク質などを合成する。
- ③ アルコールや薬物を酵素によって分解する。
- ④ 脂肪の消化と吸収を行う。
- ⑤ 胆汁を生成する。
- ⑥ グルコースをグリコーゲンとして肝細胞に貯蔵し、グリコーゲンを分解して血糖濃度を調節する。

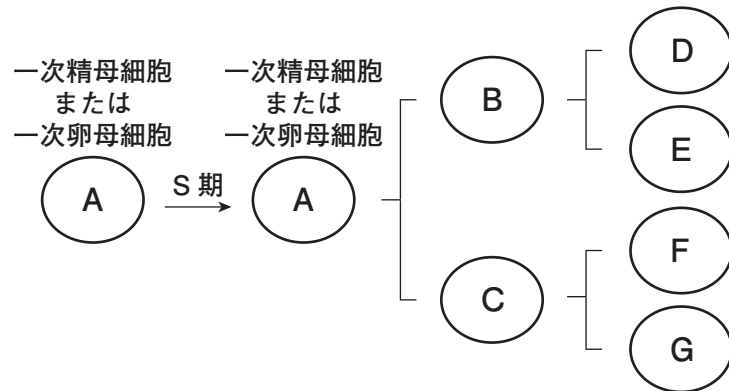
5

動物の配偶子形成に関する次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。〔解答記号

a

～ d 〕

下の図に示すように、動物の配偶子は、減数分裂によって形成される。精子の場合は、一次精母細胞が連続した2回の細胞分裂を行うことで、4個の精細胞を産生する。一方、一次卵母細胞が減数分裂を行うと1個の卵を生じる。



図

問1 減数分裂では、乗換えが起こる。乗換えはいつ起こるか、最も適切なものを、次の①～⑥のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 a

- ① 減数第一分裂の前期
- ② 減数第一分裂の中期
- ③ 減数第一分裂の後期
- ④ 減数第二分裂の前期
- ⑤ 減数第二分裂の中期
- ⑥ 減数第二分裂の後期

問 2 図中の細胞 D が Y 染色体を持つとき、細胞 A と細胞 C は、それぞれどのような性染色体をもつか、最も適切な組み合わせを、次の①～⑦のうちから 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

	細胞 A	細胞 C
①	YY	Y
②	XX	X
③	XY	X
④	XY	Y
⑤	XX	XX
⑥	XY	XY
⑦	YY	YY

問 3 図中の細胞 D が卵のとき、C と E はそれぞれどのような細胞か、最も適切な組み合わせを、次の①～④のうちから 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

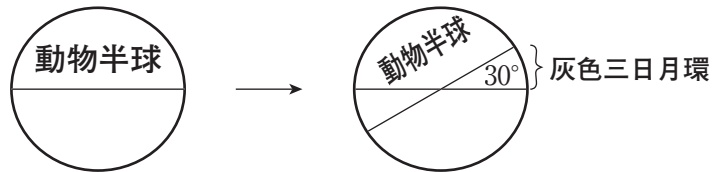
	細胞 C	細胞 E
①	極体	極体
②	極体	卵
③	二次卵母細胞	極体
④	二次卵母細胞	卵

問 4 細胞 A が卵母細胞であるとき、この卵母細胞はどこで産生されるか、最も適切なものを、次の①～⑤のうちから 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 子宮
- ② 精巣
- ③ 卵巢
- ④ 輸卵管
- ⑤ 胎盤

6 動物の体軸形成に関する次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。〔解答記号 ～
 〕

図の左側は、カエルの未受精卵を示す。この卵に精子が到達し、受精する時、卵の表層が内部の細胞質に対して約30度回転し、灰色三日月環が出現し、 軸が決定される。さらに発生が進み原腸ができる時期になると、体の 軸が決まる。神経胚になると、胚の上部に神経管ができ、その前部には脳が発達する。



図

問1 と に入る語句の、最も適切な組み合わせを、次の①～④のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- | | | |
|---|----|----|
| | ア | イ |
| ① | 背腹 | 上下 |
| ② | 背腹 | 前後 |
| ③ | 前後 | 左右 |
| ④ | 前後 | 背腹 |

問2 下線部(あ)の受精する時、精子は卵のどこから進入するか、最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① どこからでも進入できる
- ② ろ胞に覆われている場所
- ③ ゼリー層が最も薄い場所
- ④ 動物極側
- ⑤ 植物極側

問 3 下線部(い)の灰色三日月環の見られた部位を，胞胚期になった時に切り取り，培養すると，どんな胚葉になるか，また，その胚葉形成に関わる分子は何か，それらの最も適切な組み合わせを，次の①～⑥のうちから1つ選び，解答欄の記号をマークしなさい。

	形成する胚葉	関与する分子
①	内胚葉	BMP
②	内胚葉	ビコイド
③	中胚葉	ノーダル
④	中胚葉	コーディン
⑤	外胚葉	ナノス
⑥	外胚葉	アクチン

問 4 下線部(う)の神経管の発生に関する説明で，最も適切なものを，次の①～⑤のうちから1つ選び，解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 神経管は，真皮へ分化する胚葉と同じ胚葉から分化してくる。
- ② 神経管は，腸の上皮へ分化する胚葉と同じ胚葉から分化してくる。
- ③ 神経管は，表皮へ分化する胚葉と同じ胚葉から分化してくる。
- ④ 神経管は，肺の上皮へ分化する胚葉と同じ胚葉から分化してくる。
- ⑤ 神経管は，骨へ分化する胚葉と同じ胚葉から分化してくる。

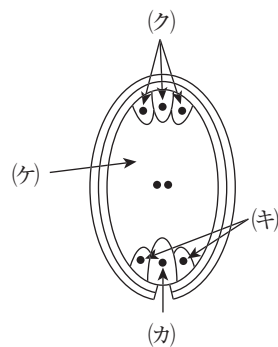
7 植物の配偶子形成と発生に関する次の文章を読んで、問1～7に答えなさい。〔解答記号

a ~ g〕

被子植物のおしべのやくの中では、アが減数分裂を行って4個の細胞からなるイができる。イの細胞はそれぞれ離れて花粉となるが、さらに細胞の不等分割により細胞質の少ないウと細胞質の多いエが生じ、その後ウがエの中に取り込まれて成熟した花粉となる。

一方、めしべの子房の中の胚珠では、まず胚のう母細胞が減数分裂を行って胚のう細胞ができる。次に多くの被子植物では、胚のう細胞の核はオ回分裂し胚のうとなる。図に示す成熟した胚のうは、1個のカとその両脇のキと、その反対側に位置する3個のクと、大部分の細胞質を含むケから構成される。

花粉がめしべの柱頭につくと発芽してコを伸ばすが、ある細胞から出る誘引物質に導かれてコは胚珠に到達する。また、このコ^(あ)の中ではウが1回分裂して2つのサとなり、胚珠に到達するとサは胚のう内の細胞とそれぞれ融合する。このような受精の様式は重複受精^(い)とよばれ、被子植物にだけ見られる。



図

問1 文章中のアとイにあてはまる最も適切なものの組み合わせを、次の①～

⑥のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 a

ア

イ

- | | | |
|---|-----------|-----------|
| ① | 花粉母細胞(4n) | 花粉四分子(2n) |
| ② | 花粉母細胞(4n) | 花粉四分子(n) |
| ③ | 花粉母細胞(2n) | 花粉四分子(2n) |
| ④ | 花粉母細胞(2n) | 花粉四分子(n) |
| ⑤ | 花粉母細胞(n) | 花粉四分子(2n) |
| ⑥ | 花粉母細胞(n) | 花粉四分子(n) |

問 2 文章中の と にあてはまる最も適切なものの組み合わせを、次の①～⑥のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- | | ウ | エ |
|---|-------|-------|
| ① | 精細胞 | 花粉管細胞 |
| ② | 精細胞 | 雄原細胞 |
| ③ | 花粉管細胞 | 雄原細胞 |
| ④ | 花粉管細胞 | 精細胞 |
| ⑤ | 雄原細胞 | 花粉管細胞 |
| ⑥ | 雄原細胞 | 精細胞 |

問 3 文章中の にあてはまる最も適切な数値を、次の①～⑤のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

問 4 文章中および図中の ～ にあてはまる最も適切なものの組み合わせを、次の①～⑧のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- | | カ | キ | ク | ケ |
|---|-----|------|------|------|
| ① | 卵細胞 | 助細胞 | 反足細胞 | 中央細胞 |
| ② | 卵細胞 | 中央細胞 | 助細胞 | 反足細胞 |
| ③ | 卵細胞 | 助細胞 | 中央細胞 | 反足細胞 |
| ④ | 卵細胞 | 中央細胞 | 反足細胞 | 助細胞 |
| ⑤ | 助細胞 | 卵細胞 | 反足細胞 | 中央細胞 |
| ⑥ | 助細胞 | 中央細胞 | 卵細胞 | 反足細胞 |
| ⑦ | 助細胞 | 卵細胞 | 中央細胞 | 反足細胞 |
| ⑧ | 助細胞 | 中央細胞 | 反足細胞 | 卵細胞 |

問 5 文章中の下線部(あ)の「ある細胞」として最も適切なものを、次の①～④のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 助細胞 ② 中央細胞 ③ 卵細胞 ④ 反足細胞

問 6 文章中の と にあてはまる最も適切なものの組み合わせを、次の①～

⑥のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- | | コ | サ |
|---|-----|-------|
| ① | 導管 | 花粉管細胞 |
| ② | 導管 | 雄原細胞 |
| ③ | 導管 | 精細胞 |
| ④ | 花粉管 | 花粉管細胞 |
| ⑤ | 花粉管 | 雄原細胞 |
| ⑥ | 花粉管 | 精細胞 |

問 7 文章中の下線部(イ)の重複受精について説明する文の中で最も適切なものを、次の①～⑧の

うちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 2つの が卵細胞と1つの助細胞にそれぞれ融合する。
- ② 2つの が卵細胞と中央細胞にそれぞれ融合する。
- ③ 2つの が卵細胞と1つの反足細胞にそれぞれ融合する。
- ④ 2つの が中央細胞と1つの助細胞にそれぞれ融合する。
- ⑤ 2つの が中央細胞と1つの反足細胞にそれぞれ融合する。
- ⑥ 2つの が1つの助細胞と1つの反足細胞にそれぞれ融合する。
- ⑦ 2つの が2つの助細胞にそれぞれ融合する。
- ⑧ 2つの が2つの反足細胞にそれぞれ融合する。

8

動物の環境応答に関する次の問1～5に答えなさい。〔解答記号 ～ 〕

問1 視覚に関する次の①～⑥の記述のうち、最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 暗所では虹彩にある筋肉が瞳孔を小さくする。
- ② 錐体細胞には特定の光波長を吸収するロドプシンが存在し、主に色を識別する。
- ③ 桿体細胞には弱い光でも吸収するフォトプシンが存在し、主に明暗を識別する。
- ④ 明るいところではオペリンからレチナールが離れて視物質が減少する。
- ⑤ 暗所では桿体細胞の感度が下がるため、明所に移動するとまぶしくなる。
- ⑥ 明順応では、桿体細胞で感度が高くなり、錐体細胞がはたらいで見えるようになる。

問2 神経細胞の膜電位に関する次の①～⑥の文のうち、最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 静止電位は、細胞内外のイオン濃度には関係しない。
- ② 静止電位が負の電位である主な理由は、カリウムチャンネルが常に開いているからである。
- ③ 細胞外は細胞内よりも Na^+ 濃度が低く、 K^+ 濃度が高い。
- ④ 閾値の大きさは全てのニューロンで同じである。
- ⑤ 活動電位がピークから急激に下降するのは、電位依存性ナトリウムチャンネルが開くためである。
- ⑥ 閾値に達して活動電位が生じるとき、電位依存性カリウムチャンネルが開くため膜電位が上昇する。

問3 ある神経細胞での膜電位変化に関する次の①～⑥の文のうち、最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 興奮性シナプスで神経伝達物質が放出されると、 Na^+ を透過するイオンチャンネルが開き、過分極を生じる(膜電位が低下する)。
- ② 抑制性シナプスで神経伝達物質が放出されると、 Cl^- を透過するイオンチャンネルが開き、IPSP と呼ばれる脱分極(膜電位の上昇)を生じる。
- ③ 興奮性シナプスでは、 Ca^{2+} の流入により神経伝達物質が放出されるが、抑制性シナプスでは Ca^{2+} の流入によって神経伝達物質は放出されない。
- ④ 複数の抑制性シナプスで同時に膜電位変化が生じると活動電位が発生する。
- ⑤ それぞれの興奮性シナプスで生じる膜電位変化では活動電位を発生できないが、その膜電位変化の頻度を高くして加重することで活動電位を発生できる。
- ⑥ 複数の興奮性シナプスと抑制性シナプスの膜電位変化が加算されて生じる活動電位の大きさは、複数の興奮性シナプスのみの膜電位変化が加算されて生じる活動電位の大きさより小さい。

問 4 脊髄に関する次の①～⑥の文のうち、最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 脊髄の内側は白質で、その外側には灰白質がある。
- ② 皮膚の受容器で生じた感覚ニューロンの興奮は腹根を通過して灰白質に伝わる。
- ③ 大脳からの興奮が効果器の筋肉へ伝わる時、その興奮は脊髄の灰白質を經由して白質にある運動神経に伝わる。
- ④ 痛覚が大脳に伝わる経路では脊髄で左右が交差している。
- ⑤ 屈筋反射とは脊髄から大脳へ興奮が伝わる脊髄反射である。
- ⑥ 膝蓋腱反射で足が前に跳ね上がるのは、筋紡錘で興奮が生じて運動ニューロンが屈筋を収縮させるからである。

問 5 アメフラシのえら引っ込み反射に関する次の①～④の文のうち、適切ではないものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 水管を刺激すると、その感覚ニューロンから放出される神経伝達物質は、えらの運動ニューロンで興奮性シナプス後電位を発生させる。
- ② 水管に無害な接触刺激を繰り返すとき、その刺激に反応しなくなるしくみは、水管の感覚ニューロンから放出される神経伝達物質の減少によると考えられる。
- ③ 水管への接触刺激に対して慣れが生じた状態で、尾部に強い刺激を与えると水管への刺激に対して再び反応を起こすのは、水管の感覚ニューロンから放出される神経伝達物質が増加するからと考えられる。
- ④ 水管への接触刺激に対して慣れが生じた状態で、尾部に強い刺激を与えたあと、水管への弱い刺激に対して過敏に反応するのは、尾部の感覚ニューロンが水管の感覚ニューロンと形成するシナプスで Ca^{2+} の流入量を増加させるからである。

9 進化に関する次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。〔解答記号 ～ 〕

約10億年前に多細胞生物が誕生した。全球凍結時代があったものの、温暖な気候に戻ると、まずエディアカラ生物群^(あ)が栄え、それが絶滅した後、バージェス動物群が進化した。カンブリア^(う) (大)爆発以後、動物は無脊椎動物^(え)と脊椎動物^(お)の二大系統に別れて進化した。

問1 下線部(あ)の多細胞生物に分類される生物として、最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① アメーバ
- ② ミドリムシ
- ③ クラミドモナス
- ④ プラナリア
- ⑤ クロレラ

問2 下線部(い)のエディアカラ生物群はどの時代に出現したか、最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 中生代の三畳紀
- ② 中生代の白亜紀
- ③ 古生代のオルドビス紀
- ④ 古生代のデボン紀
- ⑤ 先カンブリア時代

問3 下線部(う)のカンブリア(大)爆発以後にあたるオルドビス紀の動物にはどのようなものが出たか、最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① チョウ、ハチ
- ② 魚竜、翼竜
- ③ 硬骨魚、軟骨魚
- ④ アノマロカリス、オパビニア
- ⑤ オウムガイ、腕足類

問 4 下線部(え)の無脊椎動物である翅はねを持つ昆虫(トンボ)はいつ頃出現したか、最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 三畳紀
- ② 石炭紀
- ③ デボン紀
- ④ オルドビス紀
- ⑤ カンブリア紀

問 5 下線部(お)の脊椎動物である哺乳類は、どの生物から進化したか、最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① は虫類(ハチュウ類)
- ② 羊膜類
- ③ 恐竜類
- ④ 鳥類
- ⑤ 無顎類

10 動物の個体群について述べた次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。〔解答記号 a ～ d 〕

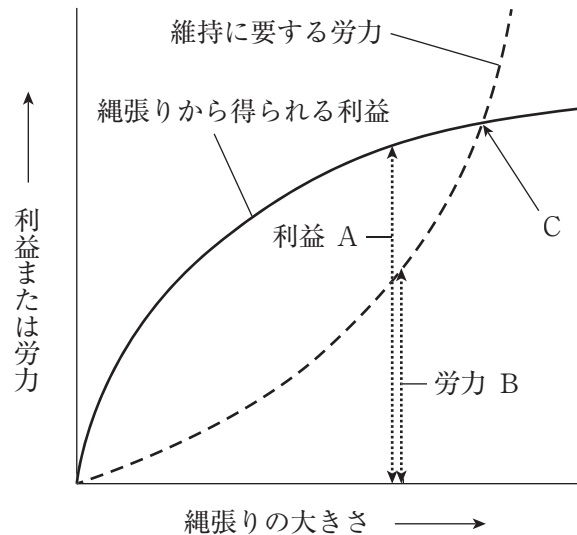
動物では、個体どうしが集まりあって行動することがある。このような集団は群れと呼ばれる。群れによる集団行動は、さまざまな利点がある。生物の生存や繁殖に必要な要素は ア と呼ばれ、自然界では、 ア は限られている。定住する個体や群れが日常的に行動する範囲は、 イ と呼ばれる。 イ は必ずしも防衛されないが、主に同種の他個体を排除し、防衛する空間は、特に縄張りと呼ばれる。一般に、大きな縄張りでは、そこから得られる利益は大きい。縄張りを維持する労力も大きくなる。逆に、小さな縄張りでは、得られる利益は小さくなるが、維持する労力も小さくなる(図参照)。

問1 文章中の ア と イ にあてはまる最も適切なものの組み合わせを、次の①～⑧から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 a

- | | ア | イ |
|---|-------|------|
| ① | 環境収容力 | 生物圏 |
| ② | 環境収容力 | コロニー |
| ③ | 環境 | 生物圏 |
| ④ | 環境 | コロニー |
| ⑤ | 資源 | すみわけ |
| ⑥ | 資源 | 行動圏 |
| ⑦ | 個体群 | すみわけ |
| ⑧ | 個体群 | 行動圏 |

問2 下線部の動物が群れを形成することによって得られる「利点」の例として、適切ではないものを、次の①～⑥のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 b

- ① 天敵の来襲をいち早く察知できる。
- ② 交配の相手を容易に見つけられる。
- ③ 獲物を効率よく得られる。
- ④ 密度効果によって産卵数が減少する。
- ⑤ 群れを形成する個体は、単独でいる場合より、捕食者に襲われたときに捕らえられる確率が低い。
- ⑥ 子育てが容易である。



図

問 3 ある動物にとって、最適な縄張りの大きさはどのような要素で決まるか、図を参照して、最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

c

- ① 労力 B が最小になるところが最適
- ② 利益 A が最大になる大きさが最適
- ③ 利益と労力の和 $A+B$ が最大になる大きさが最適
- ④ 利益と労力の差 $A-B$ が最大になる大きさが最適
- ⑤ 労力と利益の差 $B-A$ が最大になる大きさが最適
- ⑥ 労力 B が利益 A を上回る C の地点より左側の範囲で、最も利益 A が大きいところが最適
- ⑦ 図の要素とは無関係に、その動物が移動できる最大の大きさが決まる。
- ⑧ 縄張りの大きさは変動が大きく「最適」な大きさは存在しない。

問 4 図の C の地点より右側の領域では、縄張りから得られる利益よりも、縄張りを維持する労力の方が大きい。環境が変化するなどして、常にこのような条件になったとき、それまで縄張りを形成していた動物はどのような行動をとると考えられるか、最も適切なものを、次の

①～⑤のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 d

- ① 動物は、もっと利益を得るため縄張りの大きさを拡大する。
- ② 動物は、縄張りの大きさを変えない。
- ③ 動物は、縄張りの大きさを5%に縮小する。
- ④ 衰弱してその場から動かなくなる。
- ⑤ 縄張りを作らなくなる。

11 森林植生に関する次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。〔解答記号 ～
 〕

森林の内部を見ると、 とよばれる森林の最上部から と呼ばれる地面に近い場所まで、様々な高さに樹木が葉を広げている。十分に発達した日本の森林では、 に葉を広げる から、地面に近い に生育する まで垂直方向に様々な植物が生育する、 が見られる。また、 から に向かうにつれて、到達する光の量が少なくなっていくため、 付近に生育する植物には光の弱いところでも生育できる が多い。

問1 文章中の と にあてはまる最も適切なものの組み合わせを、次の①～⑥のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- | | ア | イ |
|---|----|----|
| ① | 林縁 | 林床 |
| ② | 林縁 | 林野 |
| ③ | 林相 | 林床 |
| ④ | 林相 | 林野 |
| ⑤ | 林冠 | 林床 |
| ⑥ | 林冠 | 林野 |

問2 文章中の と にあてはまる最も適切なものの組み合わせを、次の①～⑥のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- | | ウ | エ |
|---|------|------|
| ① | 高木層 | 草本層 |
| ② | 高木層 | 低木層 |
| ③ | 高木層 | 腐植土層 |
| ④ | 亜高木層 | 草本層 |
| ⑤ | 亜高木層 | 低木層 |
| ⑥ | 亜高木層 | 腐植土層 |

問3 文章中の にあてはまる最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 段階構造 ② 階層構造 ③ らせん構造 ④ 垂直分布 ⑤ 水平分布

問 4 文章中の にあてはまる最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選び、解

答欄の記号をマークしなさい。

- ① 先駆樹種 ② 落葉植物 ③ 陰生植物 ④ 中性植物 ⑤ 陽生植物

