

# 2024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2時45分

終了時刻 午後3時45分

物 理 1～15ページ

化 学 17～31ページ

生 物 35～57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. この冊子は57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。
3. 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。
4. 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。
5. 問題冊子の余白等は適宜利用してもかまいません。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

※ 解答上の注意は、裏表紙に記載してあります。この問題冊子を裏返して必ず読みなさい。





# 物 理

1 以下の問 1～6 に答えなさい。(解答番号 1 ～ 7 )

図1のように、長さ  $L$  の軽くて伸び縮みしない糸の一端を点  $O$  に固定し、他端に質量  $m$  の小球  $A$  を取りつけた。糸をたるまないようにして持ち上げ、鉛直方向とのなす角が  $\theta$  ( $0 < \theta < 90^\circ$ ) である点  $P$  で静止させた。点  $P$  から静かに小球  $A$  を放したところ、最下点  $Q$  を速さ  $v_0$  で通過した。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。

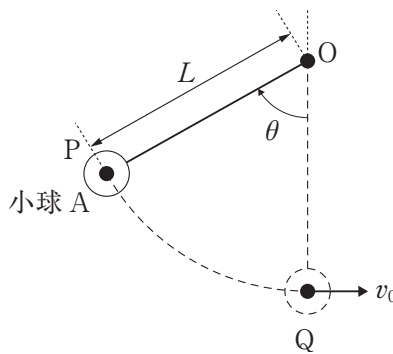


図 1

図2のように、なめらかな斜面上を点  $P$  から小球  $A$  を静かにすべらせたところ、点  $Q$  を速さ  $v_1$  で通過した。また、図3のように、点  $P$  から小球  $A$  を自由落下させたところ、点  $Q$  を速さ  $v_2$  で通過した。なお、図1～図3において、最下点  $Q$  を基準とした点  $P$  までの高さは等しいものとする。

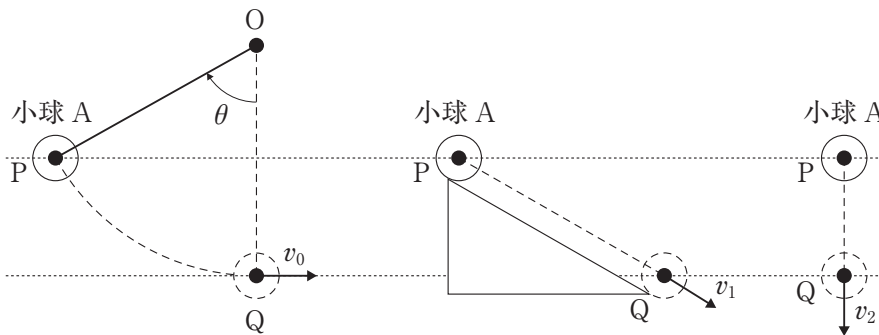


図 2

図 3

問 1 点Qを通過する小球Aの速さ  $v_0, v_1, v_2$  の関係について、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ①  $v_0 > v_1 = v_2$                       ②  $v_0 = v_1 = v_2$                       ③  $v_0 > v_1 > v_2$   
 ④  $v_2 > v_1 > v_0$                       ⑤  $v_1 = v_2 > v_0$                       ⑥  $v_1 > v_2 > v_0$

問 2 図1～図3で、小球Aにはたらく糸の張力、小球Aが斜面から受ける垂直抗力、また小球Aにはたらく重力のうち、小球Aが点Pから点Qまで移動する間、小球Aに対して正の仕事をする力はどれか。最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 張力、垂直抗力、重力とも小球Aに対して正の仕事をする。  
 ② 張力と垂直抗力が小球Aに対して正の仕事をする。  
 ③ 張力のみが小球Aに対して正の仕事をする。  
 ④ 垂直抗力のみが小球Aに対して正の仕事をする。  
 ⑤ 重力のみが小球Aに対して正の仕事をする。  
 ⑥ 張力、垂直抗力、重力いずれも小球Aに対して正の仕事をしていない。

問 3 図1で、小球Aが最下点Qを通過するときの小球Aにはたらく糸の張力に関する次の文章中の空欄  ・  に入る式として、最も適切なものを下のそれぞれの選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

小球Aは、最下点Qにおいて速さ  $v_0$  の等速円運動を行っていると考えられる。このとき、糸の張力を  $T$  とすると小球Aにはたらく力を考慮して  が成り立つ。したがって、最下点Qでの小球Aにはたらく糸の張力  $T$  の大きさは  となる。

【アの選択肢】

- ①  $\frac{mv_0^2}{L} = T + mg$                       ②  $\frac{L}{mv_0^2} = T + mg$                       ③  $\frac{mv_0^2}{L} = T - mg$   
 ④  $\frac{L}{mv_0^2} = T - mg$                       ⑤  $\frac{mv_0^2}{L} = mg - T$                       ⑥  $\frac{L}{mv_0^2} = mg - T$

【イの選択肢】

- ①  $mg$                                       ②  $(1 - \cos \theta)mg$                       ③  $(3 - 2\cos \theta)mg$   
 ④  $(2\cos \theta - 1)mg$                       ⑤  $(1 + 2\cos \theta)mg$                       ⑥  $(3 + 2\cos \theta)mg$

図4のように、点Pから静かに小球Aを放したところ、小球Aが最下点Qで、なめらかな水平面上に置かれた小球Bに弾性衝突した。なお、小球Bと小球Cは質量がともに  $m$  で、自然長  $L_0$  だけばね定数  $k$  の軽いばねの両端に取り付けられており、小球Aと衝突するまで水平面上で静止していた。運動は同一の鉛直面内で起こるものとする。また、図4中の点Gは、小球Bと小球Cの重心である。以下、衝突直前の小球Aの速さは  $v_0$  とする。

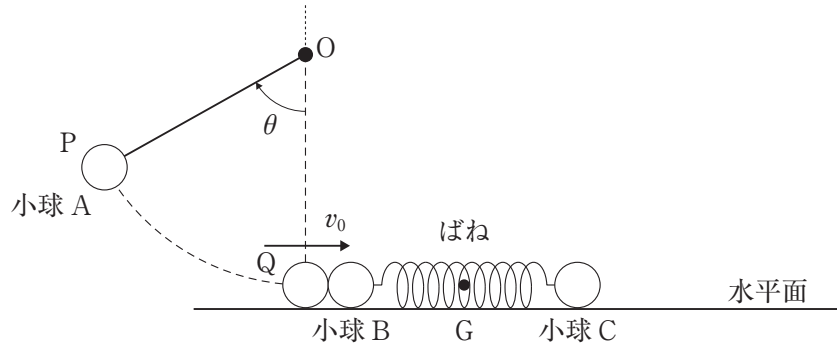


図4

問4 衝突直後の小球Bの速さを表す式として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 0      ②  $\frac{-1 + \sqrt{3}}{2} v_0$       ③  $\frac{v_0}{2}$       ④  $v_0$       ⑤  $\frac{3v_0}{2}$       ⑥  $2v_0$

図5のように、衝突後、ばねにつながれた小球Bと小球Cはいずれも水平面上を右に移動しながら、重心Gを中心とする単振動をした。

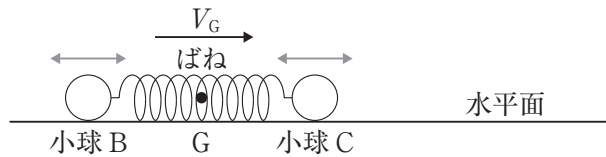


図5

問5 小球Bと小球Cの重心Gの速さとして、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 0      ②  $\frac{-1 + \sqrt{3}}{2} v_0$       ③  $\frac{v_0}{2}$       ④  $v_0$       ⑤  $\frac{3v_0}{2}$       ⑥  $2v_0$

問 6 衝突後、小球 B と小球 C は重心 G に対して対称な単振動をする。図 6 は、衝突した時刻を原点 ( $t = 0$ ) として、小球 B の速度の変化を表したものである。このとき、小球 C の速度の変化を表したグラフとして、最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。なお、 $V_G$ 、 $T$  は、それぞれ重心の速さ、小球 B の単振動の周期を表している。また、速度は右向きを正とする。 7

小球 B の速度

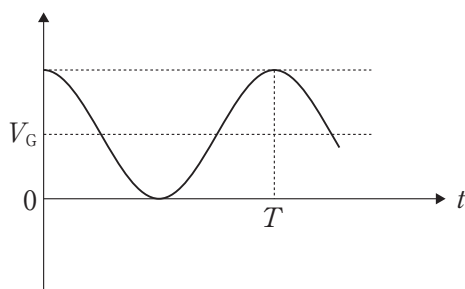
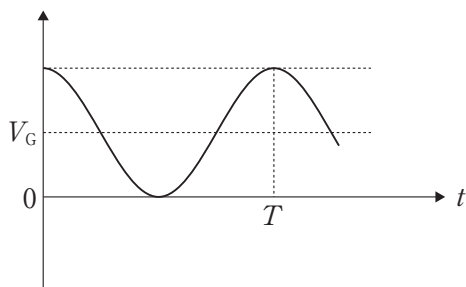
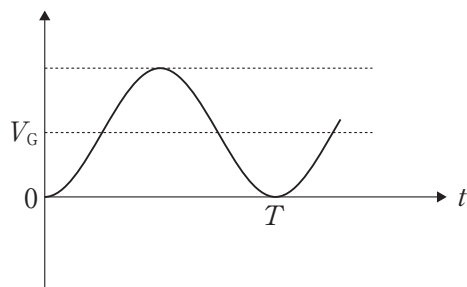


図 6

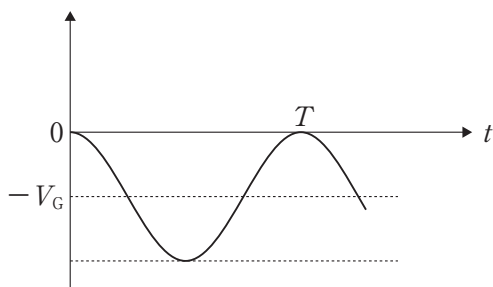
① 小球 C の速度



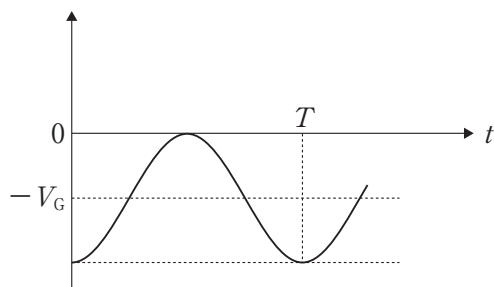
② 小球 C の速度



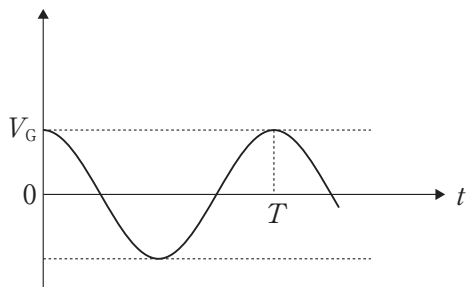
③ 小球 C の速度



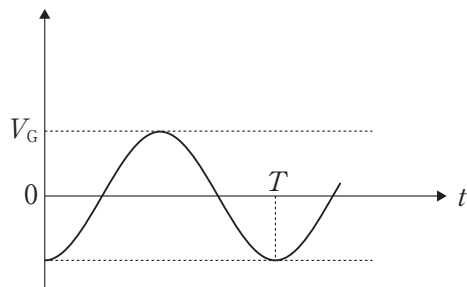
④ 小球 C の速度



⑤ 小球 C の速度



⑥ 小球 C の速度



2

以下の問1～5に答えなさい。(解答番号 8 ～ 13 )

図1のように、真空中で、水平面に対して垂直になるように、4本の十分に長い導線(導線1～導線4)を平行に置き、導線1には上向きに電流 $I_1$ 、導線2には下向きに電流 $I_2$ を流した。それぞれの導線は、水平面上で一辺の長さが $r$ の正方形の頂点P～Sを通っているものとする。なお、真空の透磁率(磁気定数)を $\mu_0$ とし、地磁気の影響は考えないものとする。

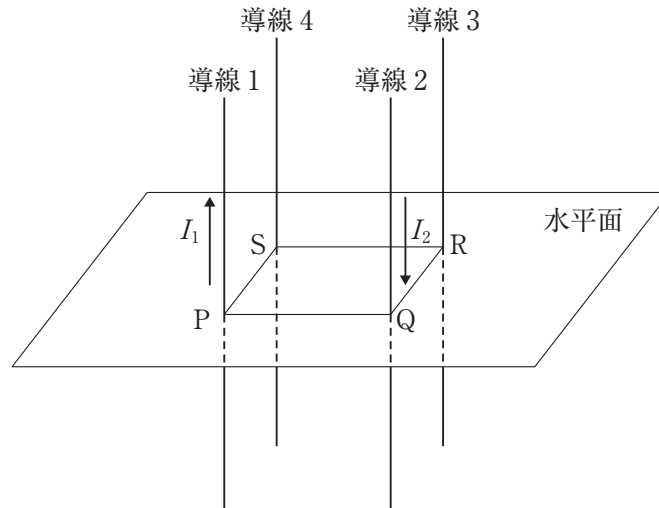
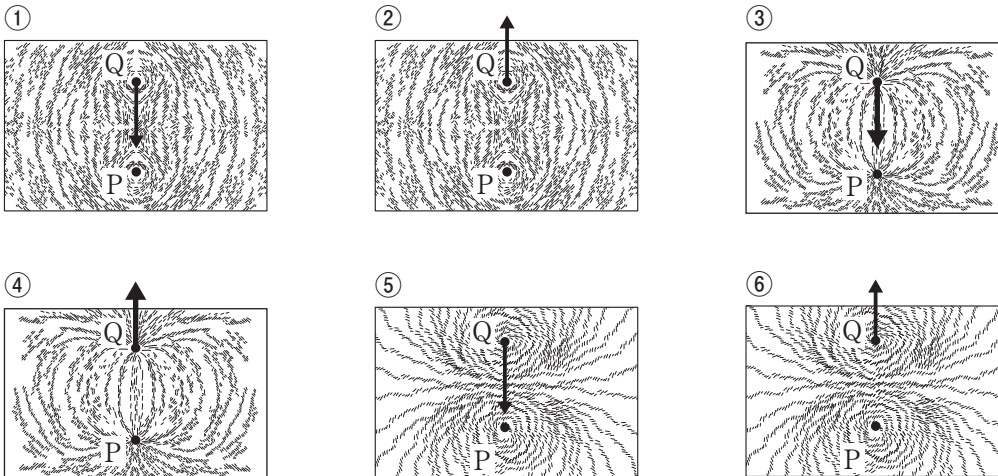


図1

問1 磁場の様子は、磁力線の描く模様で表される。図1で、導線1と導線2を流れる電流がつくる磁場が重なってできる磁力線の模様と、導線2にはたらく力の向きについて、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。なお、選択肢の図は、鉄粉によって観察した磁力線の様子を水平面上、上から見たものである。 8





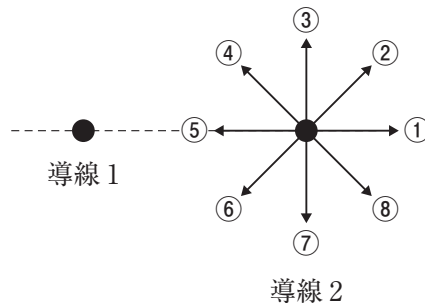
問 2 導線 1 を流れる電流によって導線 2 を流れる電流が受ける力の大きさに関する次の文章中の空欄  ・  に入る式や記号として、最も適切なものを下のそれぞれの選択肢から 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

図 1 で、導線 1 を流れる電流  $I_1$  によって導線 2 の位置にできる磁束密度  $B_1$  の大きさは  で、水平面を上から見たとき、その向きは  である。このとき、導線 2 を流れる電流  $I_2$  の長さ  $l$  の部分が磁束密度  $B_1$  から受ける力の大きさは  $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} l$  となる。

【アの選択肢】

- ①  $B_1 = 2\pi r I_1$                       ②  $B_1 = 2\pi r \mu_0 I_1$                       ③  $B_1 = \frac{I_1}{2r}$   
 ④  $B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2r}$                       ⑤  $B_1 = \frac{I_1}{2\pi r}$                       ⑥  $B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}$

【イの選択肢】



問 3 次に、導線 1 と導線 3 には向きと大きさが同じ電流を流し、導線 2 には導線 1 および導線 3 と同じ大きさの電流を流した。水平面上での正方形の頂点 Q における力がつり合うための、導線 4 に流す電流の向きと大きさについて、最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 11

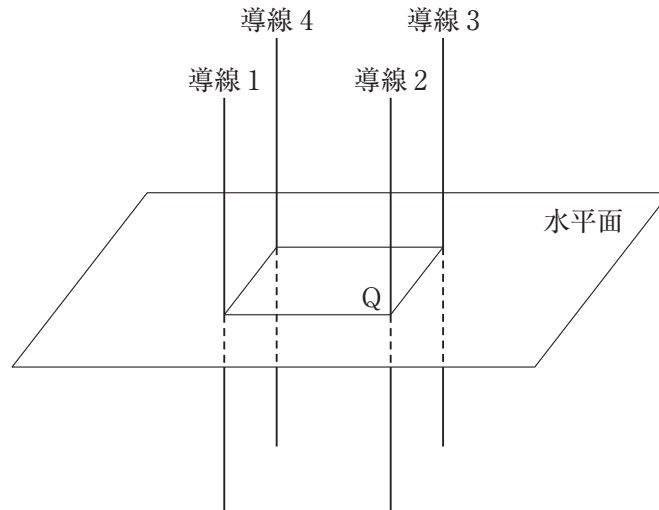


図 2

- ① 向きは導線 1 および導線 3 に流した電流と同じ向きで、大きさは導線 1 および導線 3 に流した電流の大きさの  $\frac{1}{2}$  倍である。
- ② 向きは導線 1 および導線 3 に流した電流と逆向きで、大きさは導線 1 および導線 3 に流した電流の大きさの  $\frac{1}{2}$  倍である。
- ③ 向きは導線 1 および導線 3 に流した電流と同じ向きで、大きさは導線 1 および導線 3 に流した電流の大きさの  $\sqrt{2}$  倍である。
- ④ 向きは導線 1 および導線 3 に流した電流と逆向きで、大きさは導線 1 および導線 3 に流した電流の大きさの  $\sqrt{2}$  倍である。
- ⑤ 向きは導線 1 および導線 3 に流した電流と同じ向きで、大きさは導線 1 および導線 3 に流した電流の大きさの 2 倍である。
- ⑥ 向きは導線 1 および導線 3 に流した電流と逆向きで、大きさは導線 1 および導線 3 に流した電流の大きさの 2 倍である。

図3のように、内部抵抗の無視できる電池に抵抗値  $R$  と  $R'$  の2つの抵抗、密にまかれた巻き数  $N$  で長さ  $l$  のソレノイドを接続した。図4は、スイッチ  $S$  を入れたときのソレノイドに流れる電流の様子を表したものである。なお、図4の  $I$ 、 $t$  はそれぞれ、ソレノイドを流れる電流、スイッチ  $S$  を入れた時刻を原点とする時間の経過を表している。なお、導線部分の抵抗や導線を流れる電流による磁場の影響は無視できるものとする。

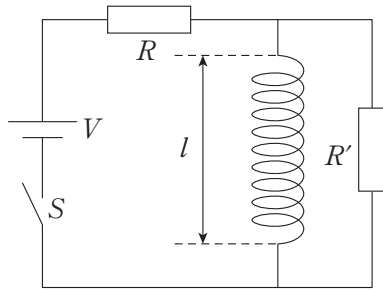


図3

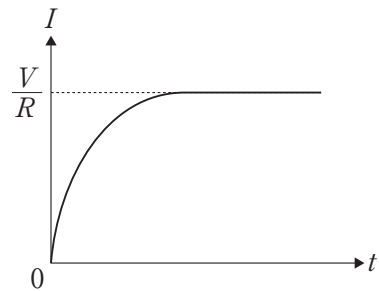


図4

問4 ソレノイドの巻き数  $N$  は変えずに、長さ  $l$  のみを小さくしたとき、ソレノイドの自己インダクタンスの変化、およびスイッチ  $S$  を入れたときの回路に流れる電流の変化の組み合わせとして、最も適切なものを次の表から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。なお、回路に流れる電流の変化については図5の記号(ア、イ)から選ぶこと。ただし、図5には図4の電流の変化を細線で示してある。 12

	自己インダクタンス	電流の変化
①	大きくなる	ア
②	変化しない	ア
③	小さくなる	ア
④	大きくなる	イ
⑤	変化しない	イ
⑥	小さくなる	イ

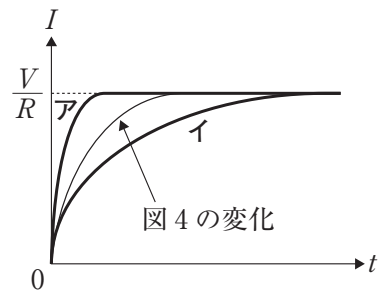
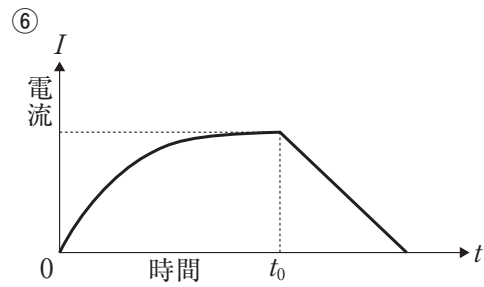
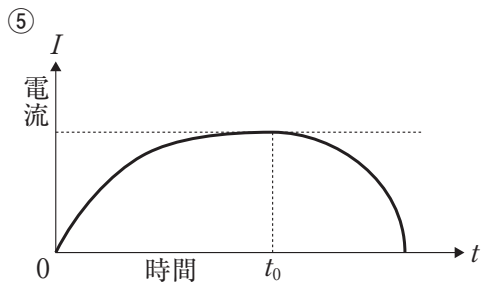
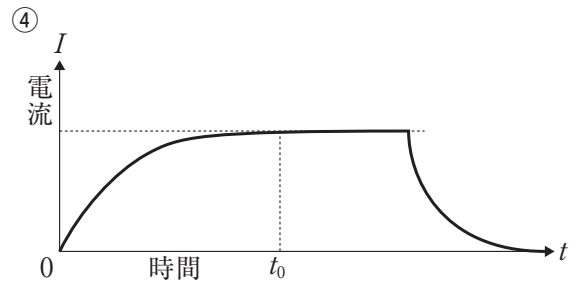
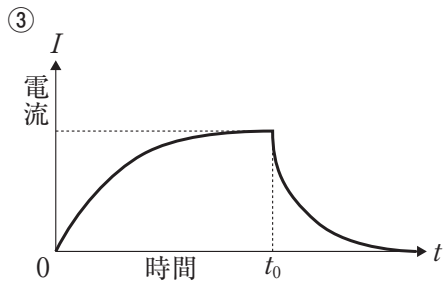
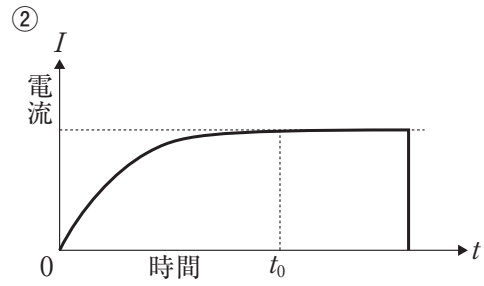
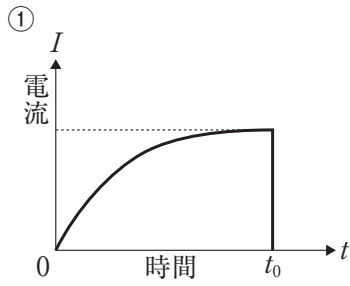


図5

問 5 図 3 の回路で、一定の電流が流れている状態から時刻  $t_0$  でスイッチ S を切ったとき、ソレノイドに流れる電流の変化として、最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 13



3 以下の問1～6に答えなさい。(解答番号  ～  )

図1のように、凸レンズを物体とスクリーンの間で光軸に沿って移動させたところ、スクリーン上に物体の像がはっきりと映るレンズの位置が物体に近い方からA、Bの2箇所あった。物体とスクリーン、およびAB間の距離を測ったところ、それぞれ $L$ 、 $d$ であった。なお、物体とスクリーンはともに光軸に対して垂直であるとする。

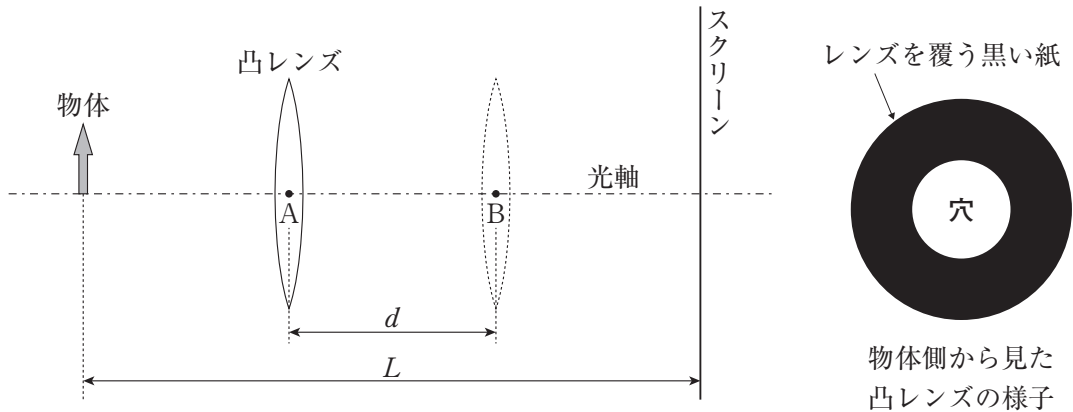


図1

図2

問1 図1のAの位置に凸レンズがあるとき、図2のような形状の凸レンズの大きさと等しい黒い紙で凸レンズを覆い、中心部分にあいた穴の大きさを徐々に大きくしていった。このとき、スクリーン上にできる像の変化として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 一部分しか映っていなかった像が、次第に全体が映るようになる。
- ② 像の大きさが徐々に大きくなっていく。
- ③ 像の大きさが徐々に小さくなっていく。
- ④ 像の大きさには変化はないが、徐々に明るく鮮明になっていく。
- ⑤ 像の大きさには変化はないが、徐々に暗く不鮮明になっていく。
- ⑥ 像の大きさや明るさには変化はない。

問 2 凸レンズが図 1 の A の位置にあるときのレンズの中心から物体、およびスクリーン上に映った像までの距離を求めたところ、それぞれ  $x$ 、 $y$  であった。 $x$ 、 $y$  を表す式の組み合わせとして、最も適切なものを次の表から 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

15

	$x$	$y$
①	$\frac{L - 3d}{2}$	$\frac{L + 3d}{2}$
②	$\frac{L + 3d}{2}$	$\frac{L - 3d}{2}$
③	$\frac{L - 2d}{2}$	$\frac{L + 2d}{2}$
④	$\frac{L + 2d}{2}$	$\frac{L - 2d}{2}$
⑤	$\frac{L - d}{2}$	$\frac{L + d}{2}$
⑥	$\frac{L + d}{2}$	$\frac{L - d}{2}$

問 3 図 1 の関係を満たす凸レンズの焦点距離として、最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

16

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

図3は凸レンズの中心から物体、像までの距離をそれぞれ  $a$ ,  $b$  としたときの、両者の関係を表したグラフである。なお、図中の  $a = 5 \text{ cm}$  や  $b = 5 \text{ cm}$  で表される直線は、それぞれ  $a$  や  $b$  の値を限りなく大きく、または小さくしたときのグラフが近づいていく直線を表している。

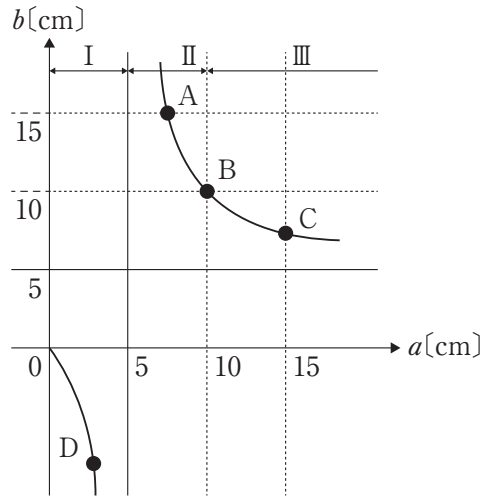


図3

問4 図3に示した3つの領域Ⅰ～Ⅲにできる像の特徴として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 17

- ① 領域Ⅰでは正立の実像ができる。
- ② 領域Ⅰでは倒立の虚像ができる。
- ③ 領域Ⅱでは正立の実像ができる。
- ④ 領域Ⅲでは倒立の虚像ができる。
- ⑤ 領域ⅡとⅢではともに倒立の実像ができるが、領域Ⅱでは像の大きさは物体よりも小さい。
- ⑥ 領域ⅡとⅢではともに倒立の実像ができるが、領域Ⅱでは像の大きさは物体よりも大きい。

問5 図3で表された凸レンズについて、レンズの中心から15 cmのところのところに置いたスクリーン上に物体の像がはっきりと映った。このとき、レンズの中心から物体までの距離として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 18

- ① 3 cm    ② 7.5 cm    ③ 8 cm    ④ 10 cm    ⑤ 15 cm    ⑥ 22.5 cm

問6 図3で表された凸レンズの点A～点Dで、凸レンズを虫眼鏡として使用する場合、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 19

- ① 点A                                      ② 点B                                      ③ 点C
- ④ 点D                                      ⑤ 該当する点はない                      ⑥ すべての点が該当する

4 以下の問 1 ～ 5 に答えなさい。(解答番号 20 ～ 24 )

図 1 のような装置を用いて、ミリカンは電子のもつ電気量の大きさ(電気素量)を求めた。スプレーで直径が数  $\mu\text{m}$  の油滴を吹き込み、X線を利用して油滴を帯電させ、空気中に置かれた平行な極板 A、B の間での油滴の運動を観察した。落下中の油滴は、空気から速さに比例した抵抗力を受け、その比例定数は  $k$  である。次の 6 つの測定値は、実験で得られた油滴に帯電した電気量である。なお、油滴の質量を  $m$ 、油滴に帯電した電気量の大きさを  $q$  ( $q > 0$ )、および重力加速度の大きさを  $g$  とする。

4.82 8.05 16.10 6.44 12.88 11.28 ( $\times 10^{-19} \text{ C}$ )

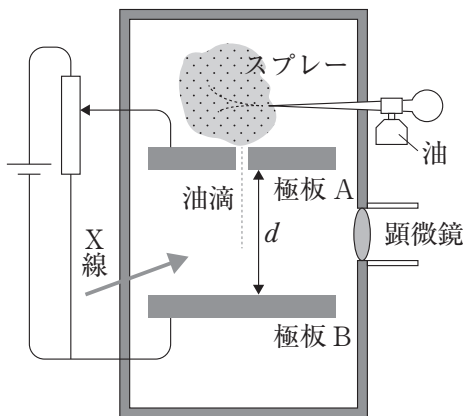


図 1

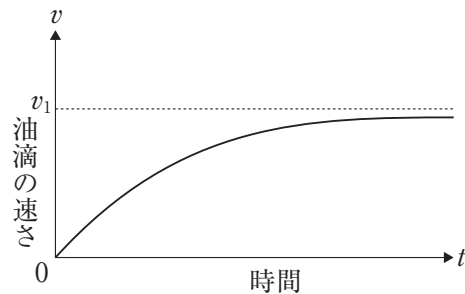


図 2

極板 A、B 間の電圧が 0 のとき、油滴にはたらく重力と空気の抵抗力のため、油滴は一定の速度  $v_1$  で落下するようになる。図 2 は、油滴の落下の速さの様子を表したものである。

問 1 油滴の一定の速度  $v_1$  として、最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 20

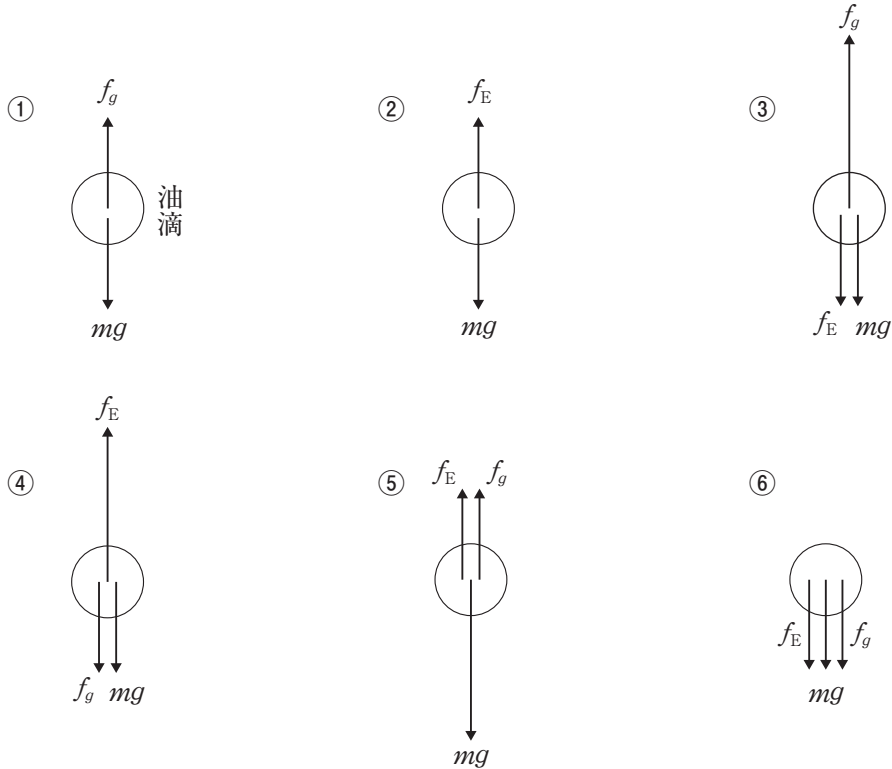
- ①  $kmg$    ②  $\frac{mg}{k}$    ③  $\frac{k}{mg}$    ④  $\frac{k}{g}$    ⑤  $\frac{g}{k}$    ⑥  $\frac{mk}{g}$    ⑦  $\frac{g}{mk}$



極板A, B間に電圧  $V$  をかけたところ, 油滴は一定の速さ  $v_2$  で上昇した。以下, 極板A, B間の距離を  $d$  とする。

問 2 油滴にはたらく力を図示したものとして, 最も適切なものを次の選択肢から1つ選び, 解答欄の記号をマークしなさい。ただし, 空気による抵抗力を記号  $f_g$ , 電場による力を記号  $f_E$  で表すものとし, 矢印の向きにそれぞれの正の力がはたらいっているものとする。

21



問 3 極板A, B間に電圧  $V$  をかけたときの油滴の一定の速さ  $v_2$  として, 最も適切なものを次の選択肢から1つ選び, 解答欄の記号をマークしなさい。

22

① $\frac{qV + mgd}{kd}$	② $\frac{kd}{qV + mgd}$	③ $\frac{qV - mgd}{kd}$
④ $\frac{kd}{qV - mgd}$	⑤ $\frac{mgd - qV}{kd}$	⑥ $\frac{kd}{mgd - qV}$

問 4 油滴に帯電した電気量  $q$  として, 最も適切なものを次の選択肢から1つ選び, 解答欄の記号をマークしなさい。

23

① $\frac{v_2}{v_1} Vkd$	② $\frac{v_1}{v_2} Vkd$	③ $\frac{kd}{V(v_1 + v_2)}$
④ $\frac{v_1 + v_2}{V} kd$	⑤ $\frac{kd}{V(v_1 - v_2)}$	⑥ $\frac{v_1 - v_2}{V} kd$

問 5 油滴に帯電した電気量についての6つの測定値から求めた電気素量(C)として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 

24
----

①  $1.60 \times 10^{-19}$

②  $1.61 \times 10^{-19}$

③  $1.88 \times 10^{-19}$

④  $2.26 \times 10^{-19}$

⑤  $3.22 \times 10^{-19}$

⑥  $1.32 \times 10^{-18}$



# 化 学

1 以下の問 1～7 に答えなさい。(解答番号 1 ～ 7 )

問 1 濃度が分かっている塩酸を用いて滴定によってアンモニア水の濃度を求める場合、コニカルビーカーに入れた塩酸に ア を加え、イ からアンモニア水を滴下して中和点を調べる。ア にあてはまる指示薬、および イ にあてはまる実験器具の組合せとして、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 1

	ア	イ
①	フェノールフタレイン	ホールピペット
②	フェノールフタレイン	ビュレット
③	フェノールフタレイン	メスフラスコ
④	メチルオレンジ	ホールピペット
⑤	メチルオレンジ	ビュレット
⑥	メチルオレンジ	メスフラスコ

問 2 ある原子の 2 価の陰イオンに含まれる電子数と中性子数は等しい。この原子として、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 2

- ①  $^{16}\text{O}$       ②  $^{17}\text{O}$       ③  $^{18}\text{O}$       ④  $^{32}\text{S}$       ⑤  $^{33}\text{S}$

問 3 図 1 に示すコック C を閉じた状態で容器 A に窒素を  $1.5 \times 10^6$  Pa になるように、容器 B に酸素を  $3.0 \times 10^5$  Pa になるように充填した。その後、コック C を開いて十分時間が経過したとき、窒素と酸素の分圧比として、最も適切なものを下の選択肢から一つ選びなさい。ただし、操作全体を通して温度は一定であり、窒素と酸素は反応しなかった。また、選択肢は全て「窒素分圧：酸素分圧」で示してある。 3

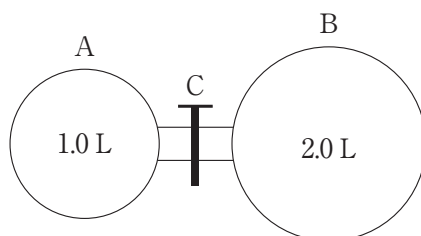


図 1

- ① 1 : 2      ② 1 : 4      ③ 2 : 5      ④ 5 : 1      ⑤ 5 : 2

問 4 以下の化合物に含まれる元素のうち、酸化数が最大であるものを次の選択肢から一つ選びなさい。 4

- ①  $\text{HNO}_3$  の N                      ②  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  の Cr                      ③  $\text{HClO}_4$  の Cl  
 ④  $\text{MnO}_2$  の Mn                      ⑤  $\text{V}_2\text{O}_5$  の V

問 5 陽極・陰極に銅板を用いて塩化ナトリウム水溶液を電気分解した。それぞれの電極で生じる変化の組合せとして、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 5

	陽極での反応	陰極での反応
①	銅板が溶解する	水素が発生する
②	銅板が溶解する	ナトリウムが析出する
③	塩素が発生する	水素が発生する
④	塩素が発生する	ナトリウムが析出する
⑤	酸素が発生する	水素が発生する
⑥	酸素が発生する	ナトリウムが析出する

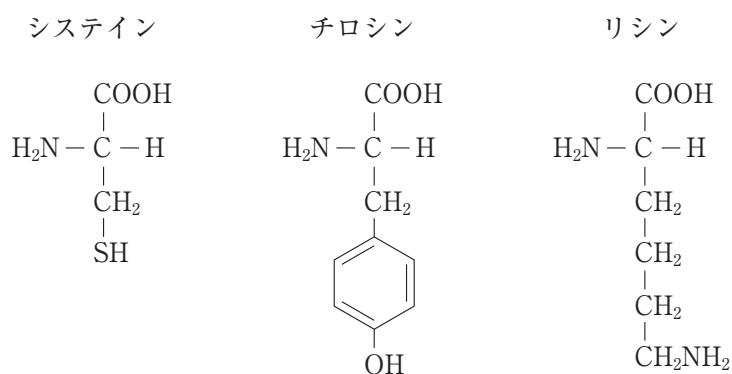
問 6 ある気体は、酸化力が強いので有毒ではあるが、上空では層をつくり紫外線が地上に到達するのを防ぐ役割を果たしている。この気体の製法として、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 6

- ① 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを加熱する。  
 ② 空気中で無声放電を行う。  
 ③ 銅に希硝酸を作用させる。  
 ④ 蛍石(フッ化カルシウム)に希硫酸を作用させる。  
 ⑤ 硫化鉄(Ⅱ)に希塩酸を作用させる。

問 7 あるタンパク質の水溶液を水酸化ナトリウム水溶液とともに加熱した上で酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると黒色沈殿を生じた。また、同じタンパク質を濃硝酸とともに加熱しても黄色には変色しなかった。下線部(1)の事実よりこのタンパク質には ア が含まれている可能性があると分かり、下線部(2)の事実よりこのタンパク質に イ が含まれている可能性はないと分かる。

文章中の ア ・ イ にあてはまるアミノ酸の組合せとして、最も適切なものを下の選択肢から一つ選びなさい。ただし、アミノ酸の構造式は以下に示す通りである。

7



	ア	イ
①	システイン	チロシン
②	システイン	リシン
③	チロシン	システイン
④	チロシン	リシン
⑤	リシン	システイン
⑥	リシン	チロシン

2

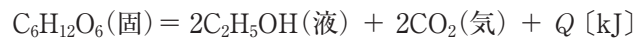
次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(解答番号 8 ～ 13 )

グルコースは分子式  $C_6H_{12}O_6$  からなる物質であり、生物のエネルギー源として用いられている。このグルコースを完全燃焼させたときの熱化学方程式は、次のとおりである。



ただ、生物の体内ではこの反応は火をつけてグルコースを燃焼させるような形で行われるのではなく、酵素によって制御された何段階にもわたる反応によって得られるエネルギーを少しずつ取り出している。そのエネルギーはATP(アデノシン三リン酸)に蓄えられ、体内の組織はATPに蓄えられたエネルギーを用いて生命活動を行っている。

また、酵母などの菌類はグルコースを酸素を用いずに分解してエネルギーを取り出す。このときの熱化学方程式は、以下のとおりである。



この反応の反応熱  $Q$  [kJ/mol] を考えてみよう。これは、上に書いたグルコースの完全燃焼の熱化学方程式に加え、以下の熱化学方程式のうちのいくつかを用いることで求めることができる。

- (A)  $H_2(\text{気}) + \frac{1}{2} O_2(\text{気}) = H_2O(\text{液}) + 286 \text{ kJ}$
- (B)  $C(\text{黒鉛}) + O_2(\text{気}) = CO_2(\text{気}) + 394 \text{ kJ}$
- (C)  $6C(\text{黒鉛}) + 6H_2(\text{気}) + 3O_2(\text{気}) = C_6H_{12}O_6(\text{固}) + 1260 \text{ kJ}$
- (D)  $2C(\text{黒鉛}) + 3H_2(\text{気}) + \frac{1}{2} O_2(\text{気}) = C_2H_5OH(\text{液}) + 276 \text{ kJ}$
- (E)  $C_2H_5OH(\text{液}) + 3O_2(\text{気}) = 2CO_2(\text{気}) + 3H_2O(\text{液}) + 1370 \text{ kJ}$

問 1 文章中の反応式の **ア** ~ **ウ** にあてはまる係数の組合せとして、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 **8**

	ア	イ	ウ
①	3	3	6
②	3	6	3
③	3	6	6
④	6	6	6
⑤	6	9	6
⑥	6	6	12

問 2 文章中の反応熱  $Q$  [kJ/mol] と熱化学方程式(A)~(E)について次の問いに答えなさい。

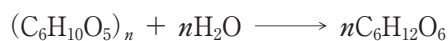
(1) 熱化学方程式(A)~(E)における反応熱のうち、二酸化炭素の生成熱を表しているものとして、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 **9**

- ① (A)      ② (B)      ③ (C)      ④ (D)      ⑤ (E)

(2)  $Q$  の値として、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 **10**

- ① -120    ② -80    ③ -40    ④ +40    ⑤ +80    ⑥ +120

問 3 グルコースは、体内において優れたエネルギー源として働きうる。その理由の一つとして体内ではデンプンやグリコーゲンとして蓄えつつ必要に応じて速やかにグルコースに分解できることがある。さて、分子量が  $1.0 \times 10^5$  のデンプンの重合度はいくらか、最も適切なものを下の選択肢から一つ選びなさい。ただし、デンプンをグルコースに分解するときの反応は、以下のように示される。 **11**



- ①  $2.8 \times 10^2$     ②  $2.9 \times 10^2$     ③  $5.6 \times 10^2$     ④  $6.2 \times 10^2$     ⑤  $6.6 \times 10^2$



問 4 下線部(1)の酵素は、体内におけるさまざまな反応の触媒として働いている。酵素と対応する基質の組み合わせとして適切なものを1つ選びなさい。 12

	酵素	対応する基質
①	アミラーゼ	タンパク質
②	インベルターゼ	スクロース
③	ペプシン	油脂
④	ラクターゼ	ガラクトース

問 5 下線部(2)の ATP は、各組織がエネルギーを取り出すときには ADP(アデノシン二リン酸)とリン酸に分解される。このリン酸は十酸化四リンを水とともに加熱すると得られるが、十酸化四リンは気体の乾燥剤としても用いられる。以下の4種類の乾燥剤のうち、アンモニアの乾燥に使用できるものは何種類あるか、最も適切なものを下の選択肢から一つ選びなさい。 13

十酸化四リン      ソーダ石灰      濃硫酸      塩化カルシウム

- ① 1種類      ② 2種類      ③ 3種類      ④ 4種類      ⑤ 0種類(どれも不適)

3 次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。(解答番号  ～  )

12族元素として、亜鉛やカドミウム、水銀がある。これらの12族元素は、これまでは多くの教科書で典型元素に分類されてきたが、今後の教科書では遷移元素として分類されることが多くなっている。これは、12族元素に典型元素としての側面と遷移元素としての側面の両方があるためである。

例えば、最外殻電子の数は典型元素の場合は周期的に変化するの<sup>(1)</sup>に対して遷移元素の場合は1個または2個である。この観点では、12族元素は典型元素とも遷移元素とも決定づけることができない。

また、典型元素からなるイオンや化合物の場合は白色または黒色、水に溶ける場合に水溶液にすると無色である場合が多いが遷移元素からなるイオンや化合物の場合は有色であることが多い。これにつき、硫化亜鉛は<sup>(2)</sup>  色、硫化カドミウムは黄色、硫化水銀は赤色または黒色である。この点からも12族元素は典型元素としての性質と遷移元素としての性質をともに示すといえる。

遷移元素の場合、単体や化合物が各種反応の触媒として働くことが多い。例えば白金が  ， $\text{Fe}_3\text{O}_4$  が  を工業的に生産する際の触媒として用いられることが知られている。12族元素についても塩化水銀がアセチレンに塩化水素を付加させて  を得る触媒として、また硫酸水銀がアセトアルデヒドを得る触媒として用いられていた。ただ、特に後者のプロセスでは毒性の高いメチル水銀が副生して公害を生じさせたことから現在の工業的製法では避けられている。

典型元素に比べ遷移元素は密度が大きく、また融点や沸点が高いことが知られている。これに対して、水銀は密度  $13.5 \text{ g/cm}^3$ 、<sup>(3)</sup> 融点  $-39^\circ\text{C}$ 、沸点  $357^\circ\text{C}$  である。この密度は同じ周期の遷移元素と同等であるが、融点・沸点はそれをずっと低く下回り典型元素よりも小さいくらいである。

このように、数多くの物質を2つに分類するとなると、両方の性質をもっているので2つのどちらに分類すべきか決めがたい物質が存在し、12族元素はその例であるといえる。

問1 文章中の  にあてはまる最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。

- ① 黒      ② 白      ③ 赤      ④ 青      ⑤ 黄      ⑥ 緑

問 2 文章中の イ ・ ウ にあてはまる最も適切なものを次の選択肢からそれぞれ一つずつ選びなさい。イ 15 ウ 16

- ① 塩化水素                      ② 硫酸                              ③ 硝酸  
④ アンモニア                    ⑤ 炭酸ナトリウム

問 3 文章中の エ にあてはまる物質は、ある合成高分子の原料となる。その合成高分子の性質として、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 17

- ① 縮合重合により合成され、肌触りのよい繊維として用いられる。  
② アミド結合を含むものであり、難燃性や耐熱性の高い繊維として用いられる。  
③ 耐水性・耐薬品性があり、電気絶縁性も高いプラスチックとして用いられる。  
④ 熱硬化性樹脂であり、着色や成型がしやすいプラスチックとして用いられる。

問 4 文中の下線部(1)について、典型元素では最外殻電子の数以外にも周期的に変化するものが見られる。以下のグラフは第3周期の元素についてそのような変化を示したものであるが、グラフが示す項目の組合せとして、最も適切なものを下の選択肢から一つ選びなさい。ただし、グラフの下の端(図中の太線)がゼロとは限らない。また、単体の融点については、同素体がある場合は常温常圧で最も安定な同素体のものとする。 18

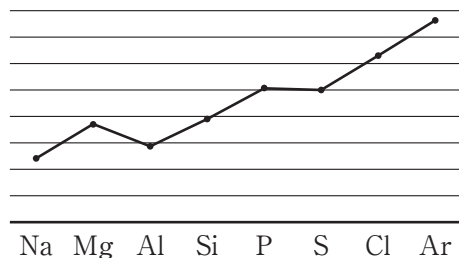


図 1

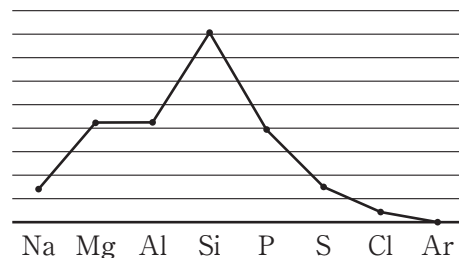


図 2

	図 1	図 2
①	イオン化エネルギー	原子半径
②	イオン化エネルギー	単体の融点
③	原子半径	イオン化エネルギー
④	原子半径	単体の融点
⑤	単体の融点	イオン化エネルギー
⑥	単体の融点	原子半径

問 5 文中の下線部(2)について、硫化亜鉛は強酸性ではない水溶液で沈殿することが知られている。硫化亜鉛の溶解度積は  $[Zn^{2+}][S^{2-}] = 2.2 \times 10^{-18}(\text{mol/L})^2$  であり、硫化水素が溶解している水溶液では、水素イオン濃度と硫化物イオン濃度につき  $[H^+]^2[S^{2-}] = 1.0 \times 10^{-22}(\text{mol/L})^3$  という関係が成り立つ。このことから、 $[Zn^{2+}] = 0.10 \text{ mol/L}$  のとき、硫化亜鉛の沈殿は pH が  $n$  以下のとき生成しないが  $n + 1$  以上のとき生成すると分かる。 $n$  にあてはまる最も適切な整数を次の選択肢から一つ選びなさい。 19

- ① 2                      ② 3                      ③ 4                      ④ 5                      ⑤ 6

問 6 文章中の下線部(3)について、1 気圧、即ち  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  のもと図 3 のように上部を封じた十分長いガラス管の中に水銀を入れて立てると 76.0 cm まで水銀が達する。これと同じことをジエチルエーテル(密度  $0.713 \text{ g/cm}^3$ )を用いて行くと、何 m までジエチルエーテルが達するか、最も適切な値を下の選択肢から一つ選びなさい。ただし、ジエチルエーテルの蒸気圧は無視する。 20

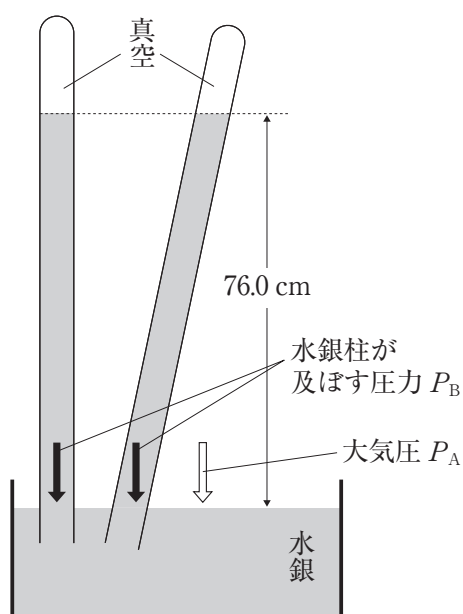


図 3

- ① 8.4 m                      ② 10.4 m                      ③ 12.4 m                      ④ 14.4 m                      ⑤ 16.4 m

(下書き用紙)

化学の試験は次に続く。

4 次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。(解答番号 21 ～ 26 )

物質の分離と精製は、化学においては物質の性質を特定するための第一歩として重要な操作である。この操作として再結晶法と抽出法を考えてみよう。

再結晶法は、温度による溶解度の差を利用して純粋な結晶を析出させる。このことにより、不純物を溶液の中に残した形で純粋な物質を得ることができる。

例えば、硝酸カリウム 77.0 g に塩化ナトリウム 3.0 g が混入した混合物を 80 °C にした 50.0 g の水に溶かしたところ、全量が溶けた。その後、この水溶液を 20 °C に冷却すると純粋な硝酸カリウムの結晶が  g 得られ、この結晶中には塩化ナトリウムは含まれていないと分かる。このとき、もともと存在した硝酸カリウムの  % が溶液中に残っており、これはこの操作では取り出せなかったことになる。

同様に、硫酸銅(Ⅱ)の無水物 50.0 g を 80 °C にした 100 g の水に全て溶かした水溶液を 20 °C に冷却したところ、硫酸銅(Ⅱ)五水和物の結晶が  g 得られる。このように水和水を含む結晶が得られる場合にも再結晶法は活用できる。

抽出法は、混合物の中から特定の溶媒によく溶ける物質を取り出す方法である。例えば、安息香酸、フェノール、ニトロベンゼン、アニリンが溶けているジエチルエーテル溶液がある。ここに水酸化ナトリウム水溶液を加えて十分に振り混ぜると  が中和されて水溶液側に抽出される。

この抽出であるが、水と有機溶媒の両方に溶ける物質の場合、それぞれに溶ける割合について法則性がある。例えば、ある物質 A が水および水と全く混じりあわない有機溶媒の両者に溶けたとする。このとき、水溶液側の A のモル濃度を  $[A(W)]$ 、有機溶媒側の A のモル濃度を  $[A(O)]$  とおくとこれらの間には以下の関係がある。

$$K = \frac{[A(O)]}{[A(W)]}$$

ここで、 $K$  は分配係数と呼ばれ溶質や有機溶媒の種類によって決まる値である。以下、この物質 A を  $K = 4.00$  とする。

この 100 mL の水溶液を以下の 2 つの方法で抽出することを考える。

#### 方法 1

100 mL の水溶液に有機溶媒 100 mL を振り混ぜて十分に振り混ぜる。

#### 方法 2

① 100 mL の水溶液に 50.0 mL の有機溶媒を加えて十分に振り混ぜ、有機溶媒だけを取り分ける。

②①で有機溶媒を取り分けたあとの水溶液に、新しい 50.0 mL の有機溶媒を加えて再び十分に振り混ぜる。

方法1でははじめの水溶液中の **オ** %の物質Aが水に残るのに対して、方法2では②が終わった段階ではじめの水溶液中の **カ** %の物質Aが水に残った。このことから、同じ量の有機溶媒を抽出に用いる場合、1回ではなく2回に分けたほうが水に残ってしまう量を少なくすることができる。とわかる。

問1 文章中の **ア** にあてはまる最も適切な数値を下の選択肢から一つ選びなさい。

**21** ただし、必要があれば下の表のデータを使いなさい。

100 gの水に対する溶解度(g/100 g水)	20 °C	80 °C
硝酸カリウム	31.6	169
塩化ナトリウム	37.8	40.0

- ① 45.4      ② 52.9      ③ 61.2      ④ 66.8      ⑤ 68.7

問2 文章中の **イ** にあてはまる最も適切な数値を次の選択肢から一つ選びなさい。

**22**

- ① 10.8      ② 20.5      ③ 25.6      ④ 31.3      ⑤ 41.0

問3 文章中の **ウ** にあてはまる最も適切な数値を次の選択肢から一つ選びなさい。ただし、硫酸銅(Ⅱ)の式量は160、硫酸銅(Ⅱ)五水和物の式量は250、20 °Cにおける硫酸銅(Ⅱ)無水物の100 gの水に対する溶解度は20.2 g/100 g水である。 **23**

- ① 28.8      ② 36.4      ③ 45.7      ④ 52.5      ⑤ 58.9

問4 文章中の **エ** にあてはまる物質として、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 **24**

- ① 安息香酸のみ      ② フェノールのみ      ③ 安息香酸とフェノール  
④ フェノールとアニリン      ⑤ ニトロベンゼンとアニリン      ⑥ アニリンのみ

問5 文章中の **オ** にあてはまる最も適切な数値を次の選択肢から一つ選びなさい。

**25**

- ① 20      ② 40      ③ 50      ④ 60      ⑤ 80

問6 文章中の **カ** にあてはまる最も適切な数値を次の選択肢から一つ選びなさい。

**26**

- ① 4      ② 9      ③ 11      ④ 20      ⑤ 25

5 次の文章を読んで、問1～7に答えなさい。(解答番号  ～  )

酢酸は、食酢の主成分として知られる代表的なカルボン酸である。この酢酸は、工業的にはエチレンと酸素を触媒のもと直接反応させることで得られるが、実験室では  を酸化させることで  を経て酢酸を得ている。また、アセトンや2-プロパノールがヨードホルム<sup>(1)</sup>反応を呈したときにも酢酸が中和された酢酸ナトリウムが得られる。

酢酸は、アルコールと反応してエステルをつくる。例えば、酢酸がある1価のアルコールと反応したところ、分子量が酢酸の1.90倍のエステルが得られた。このとき、その1価のアルコールの分子式は  であると分かる。また、エステルは希硫酸などを加えるとカルボン酸とアルコールに分解される。エステルの分解は塩基の水溶液でも起こるが、例えば酢酸エチルを水酸化ナトリウム水溶液で分解すると  になる。

酢酸は図1のように2つの酢酸分子がカルボキシ基どうしを向かい合わせ、図の点線にみられる  による結合をすることで二量体を作ることができる。この二量体は、分子量が酢酸の2倍である1つの分子としてふるまう。酢酸分子のうち二量体となった分子の割合を  $p$  としたとき、二量体を含めた酢酸分子全体の平均分子量は  である。

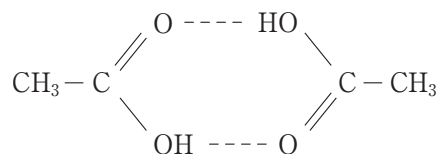


図1

ここで、酢酸 6.00 g をモル凝固点降下が  $10.0 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$  である溶媒 1.00 kg に全て溶かしたところ、凝固点降下度が  $0.800 \text{ K}$  であった。このとき、酢酸の平均分子量は  であり、二量体となっている酢酸分子の割合も求めることができる。



問 1 文章中の **ア** ・ **イ** にあてはまる物質の組合せとして、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 **27**

	ア	イ
①	メタノール	ホルムアルデヒド
②	メタノール	アセトアルデヒド
③	エタノール	ホルムアルデヒド
④	エタノール	アセトアルデヒド
⑤	1-プロパノール	ホルムアルデヒド
⑥	1-プロパノール	アセトアルデヒド

問 2 文章中の下線部(1)の反応ではヨードホルムが生成する。このヨードホルムの色は何色か、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 **28**

- ① 黒      ② 白      ③ 赤      ④ 青      ⑤ 黄      ⑥ 緑

問 3 文章中の **ウ** にあてはまる分子式として、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 **29**

- ①  $C_3H_8O$       ②  $C_4H_8O$       ③  $C_4H_{10}O$       ④  $C_5H_{10}O$       ⑤  $C_5H_{12}O$

問 4 文章中の **エ** にあてはまる物質の組合せとして、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 **30**

- ① 酢酸とエタノール      ② 酢酸ナトリウムとエタノール  
③ 酢酸とナトリウムエトキシド      ④ 酢酸ナトリウムとナトリウムエトキシド

問 5 文章中の **オ** にあてはまる最も適切な用語を次の選択肢から一つ選びなさい。 **31**

- ① イオン結合      ② 金属結合      ③ 水素結合  
④ 配位結合      ⑤ ファンデルワールス力

問 6 文章中の **カ** にあてはまる最も適切な  $p$  の式を次の選択肢から一つ選びなさい。 **32**

- ①  $\frac{60}{p+1}$       ②  $\frac{60}{2-p}$       ③  $60(2p+1)$   
④  $\frac{120}{p+1}$       ⑤  $\frac{120}{2-p}$       ⑥  $120(2p+1)$

問 7 文章中の  にあてはまる最も適切な数値を次の選択肢から一つ選びなさい。

① 72

② 75

③ 90

④ 96

⑤ 105







# 生 物

**1** 生命現象に関わる物質や細胞に関する次の問 1～4 に答えなさい。

(解答番号  ～  )

生物のからだを構成する主要な元素は、20 種類ほどであるとされている。それらのうちで、質量の比が最も大きい元素は  である。真核細胞から構成される人体を構成する元素でも、質量の比が最も大きいのが  ，次が  ，三番目が  となっている。 は、水を除いた乾燥重量に占める割合では最も多くなる。これらの元素は水、炭水化物、タンパク質、核酸などの重要な物質を構成し、それぞれの物質は生体内でさまざまな機能<sup>(1)</sup>を担っている。

真核細胞には主要な元素からできた多くの構造物が含まれている。そのなかでも、細胞分裂の際に紡錘糸の起点となる  や、タンパク質合成の場となるリボソームは、生体膜につつまれていない粒子状の構造物である。また、細胞内の不要な物質の分解に関係する  や、物質の分泌<sup>(2)</sup>に関係する  は、それぞれ 1 枚の生体膜に囲まれている。

問 1 文章中の  ～  にあてはまる語句の組合せとして、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。

	ア	イ	ウ
①	酸素	炭素	水素
②	酸素	水素	炭素
③	炭素	酸素	水素
④	炭素	水素	酸素
⑤	水素	炭素	酸素
⑥	水素	酸素	炭素

問 2 下線部(1)に関連して、ヒトのタンパク質の構造と機能に関する記述について、適切でないものを次の選択肢から一つ選びなさい。 2

- ① アクチンは球状の分子構造をもつタンパク質で、アクチンからなるアクチンフィラメントは筋収縮や動物細胞の細胞質分裂などに関与する。
- ② チューブリンは球状の分子構造をもつタンパク質で、リボソームなどを構成してタンパク質合成に関与している。
- ③ ヘモグロビンは4本のポリペプチドからなる四次構造をもつタンパク質で、赤血球中に存在して酸素の運搬にはたらく。
- ④ 糖質コルチコイドの受容体タンパク質は標的器官の細胞内に存在し、糖質コルチコイドと結合すると核内の遺伝子に影響を与える。
- ⑤ カタラーゼは酵素として機能するタンパク質で、過酸化水素を酸素と水に分解する反応を促進する。

問 3 文章中の エ ～ カ にあてはまる語句の組合せとして、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 3

	エ	オ	カ
①	小胞体	リソソーム	ゴルジ体
②	小胞体	リソソーム	液胞
③	小胞体	ゴルジ体	リソソーム
④	小胞体	液胞	リソソーム
⑤	中心体	リソソーム	ゴルジ体
⑥	中心体	リソソーム	液胞
⑦	中心体	ゴルジ体	リソソーム
⑧	中心体	液胞	リソソーム

問 4 下線部(2)について，細胞膜を通過できないような大きな物質は，細胞膜自体が動いて物質の出し入れを行う(図1)。このしくみが関係する現象として，最も適切なものを下の選択肢から一つ選びなさい。 4

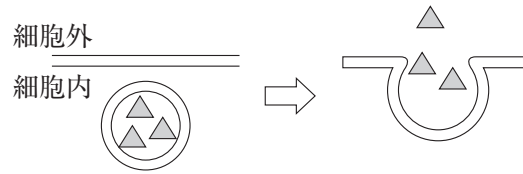


図1

- ①  $\text{Na}^+$ を細胞内から細胞外へ排出する。
- ② 交感神経末端よりノルアドレナリンを放出する。
- ③ 小腸の柔毛でグルコースを毛細血管内に吸収する。
- ④ 水分子を細胞内から細胞外へ排出する。



**2** 生命現象を支えるタンパク質のはたらきと代謝に関する次の問1～8に答えなさい。

(解答番号 **5** ～ **11** )

生物はその細胞内において、外界から取り込んだ物質の分解や、生体物質の合成などのさまざま<sup>(1)</sup>な化学反応を進行させている。これらの反応は、酵素とよばれるタンパク質の触媒作用<sup>(2)</sup>によって、常温・常圧という穏やかな条件下でも速やかに進行する。また、筋収縮<sup>(3)</sup>、物質の輸送、情報伝達、生体防御などにもタンパク質が深く関わっている。まさに、タンパク質は生命活動の中心的な役割を果たしているといえる。

生物は、呼吸や発酵により有機物を分解してATPを合成し、さまざまな生命活動を行うためのエネルギー源として利用している。細胞小器官のミトコンドリアには、呼吸<sup>(4)</sup>の反応に関与するさまざまな酵素が含まれており、ATPの合成に大きく関わっている。

問1 下線部(1)に関する記述として、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。

**5**

- ① 細胞内における有機物の分解は同化、有機物の合成は異化とよばれる。同化ではエネルギーが吸収され、異化ではエネルギーが放出される。
- ② 細胞内における有機物の分解は同化、有機物の合成は異化とよばれる。同化ではエネルギーが放出され、異化ではエネルギーが吸収される。
- ③ 細胞内における有機物の分解は同化、有機物の合成は異化とよばれる。同化でも異化でもエネルギーが放出される。
- ④ 細胞内における有機物の合成は同化、有機物の分解は異化とよばれる。同化ではエネルギーが吸収され、異化ではエネルギーが放出される。
- ⑤ 細胞内における有機物の合成は同化、有機物の分解は異化とよばれる。同化ではエネルギーが放出され、異化ではエネルギーが吸収される。
- ⑥ 細胞内における有機物の合成は同化、有機物の分解は異化とよばれる。同化でも異化でもエネルギーが吸収される。

問2 下線部(2)に関する記述として、最も低いpHでよくはたらく酵素はどれか、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 **6**

- ① アミラーゼ      ② リパーゼ      ③ ペプシン
- ④ カタラーゼ      ⑤ トリプシン

問 3 下線部(2)に関する記述として、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。

7

- ① 酵素は、反応が進行すると活性部位で生成物と結合して複合体を形成し、活性化エネルギーを上昇させる。
- ② 酵素は、活性部位で基質と結合して複合体を形成し、生成物に変化させると分離し、活性化エネルギーを上昇させる。
- ③ 酵素は、活性部位で基質と結合し、生成物に変化させるとさらに強く結合し、活性化エネルギーを上昇させる。
- ④ 酵素は、反応が進行すると活性部位で生成物と結合して複合体を形成し、活性化エネルギーを低下させる。
- ⑤ 酵素は、活性部位で基質と結合して複合体を形成し、活性化エネルギーを低下させ、基質を生成物に変化させると分離する。
- ⑥ 酵素は、活性部位で基質と結合し、活性化エネルギーを低下させ、基質を生成物に変化させるとさらに強く結合する。

問 4 下線部(2)に関して、次の図1は酵素反応の速度とある条件との関係を表したグラフである。なお、グラフの形は図1に記載の通り、理論上、右上がりの比例のグラフとなり、途中で飽和に達したり、曲線にならないものとする。横軸(X)に入る語句として、最も適切なものを下の選択肢から一つ選びなさい。

8

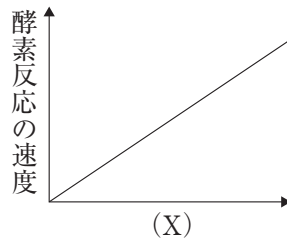


図1

- ① 温度
- ② pH
- ③ 酵素濃度が一定な場合の基質濃度
- ④ 基質濃度が十分な場合の酵素濃度

問 5 下線部(3)に関わる成分と同じ分子に関わる現象として、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 

9
---

- ① 細胞分裂時の染色体の移動
- ② 核の形の保持
- ③ 細胞質流動
- ④ 植物の液胞の拡張

問 6 下線部(4)に関する記述として、適切でないものを次の選択肢から一つ選びなさい。

10
----

- ① クエン酸回路はミトコンドリアのマトリックスで、電子伝達系はミトコンドリアの内膜で行われる。
- ② 解糖系、クエン酸回路では酸化的リン酸化による ATP の合成が行われる。
- ③ 解糖系、クエン酸回路で生じた NADH と FADH<sub>2</sub> は電子伝達系に運ばれて利用される。
- ④ 酸素のない条件では、電子伝達系だけでなく、クエン酸回路もはたらかなくなる。

問 7 下線部(4)に関して、図2はグルコースが分解される過程を模式的に示したものである。「酵母が嫌気的な環境下で行う反応」を图中的の①～④のアルファベットで表した組合せとして、最も適切なものを下の選択肢から一つ選びなさい。 11

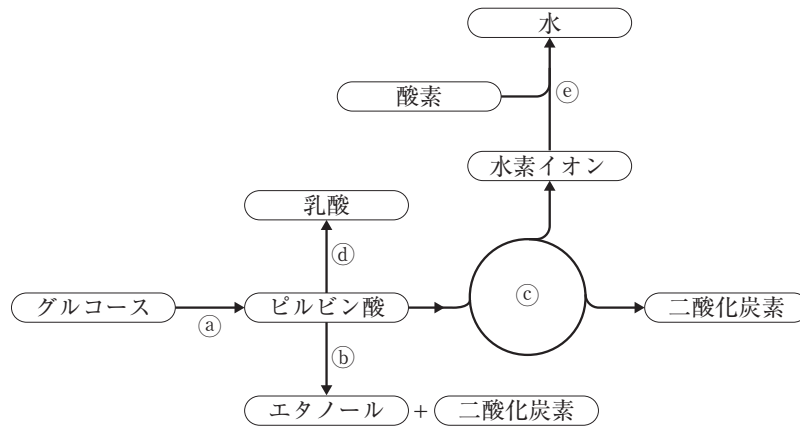


図 2

- ① a + b      ② a + c      ③ a + d      ④ a + c + e

3 遺伝子のはたらきとその発現調節に関する次の問1～6に答えなさい。

(解答番号  ～  )

真核細胞においては、ほぼすべての遺伝情報はDNAとして核内に収納されている。DNAの<sup>(1)</sup>  
分子はデオキシリボースとリン酸、塩基からなるヌクレオチドが多数つながってできている。  
DNAに含まれる遺伝情報は、RNAポリメラーゼ(RNA合成酵素)のはたらきによって転写<sup>(2)</sup>  
された後、リボソーム上で翻訳される。原核生物では、転写から翻訳までの過程に、真核生物とは異  
なる点<sup>(3)</sup>がいくつか存在する。

例えば原核生物の大腸菌では、培地に炭素栄養源としてラクトースだけが含まれていると、ラクトースを分解してグルコースとガラクトースを生成する反応を触媒する酵素がつくられる。ラクトースがなければ、この酵素はつくられない。この酵素の合成の調節は、酵素遺伝子の転写の段階で起こる。このような遺伝子の転写調節に関わるDNA領域は、プロモーターとオペレーターといわれる。プロモーターは、RNAポリメラーゼが結合する場所であり、プロモーターに<sup>(4)</sup>  
隣接するオペレーターに調節タンパク質(リプレッサー)が結合して、転写の調節をする。

問1 下線部(1)について、図1はデオキシリボースの模式図である。1分子のヌクレオチドの構造のとき、デオキシリボースに含まれる5つの炭素(C)のうち、ヌクレオチドの「リン酸が結合する炭素」はどれか、図中の(a)～(e)から最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。

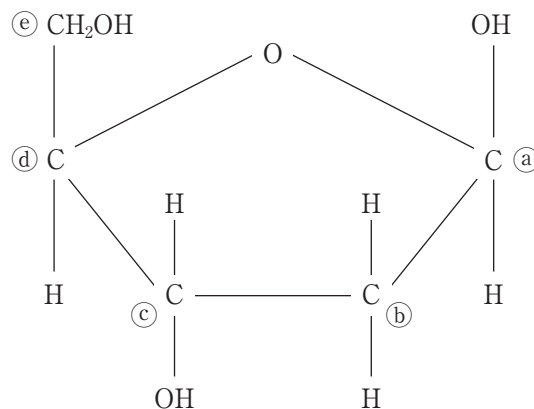


図1

① (a)

② (b)

③ (c)

④ (d)

⑤ (e)

問 2 下線部(2)に関連して、真核細胞における転写の過程について説明した次の文章中の空欄

**A** ~ **C** に入る語句の組合せとして、最も適切なものを下の選択肢から一つ選びなさい。 **13**

真核細胞では、核内の DNA は **A** とよばれるタンパク質に巻き付けられ、**B** 繊維という構造を形成している。転写が行われる際には、この構造がゆるみ、**C** などのタンパク質が DNA と結合できるようになっている。**C** は RNA ポリメラーゼと複合体を形成し、DNA 分子上のプロモーターとよばれる部位に結合するタンパク質だが、転写が開始されると RNA ポリメラーゼから分離することが知られている。

	A	B	C
①	クロマチン	ヌクレオソーム	調節タンパク質
②	クロマチン	ヌクレオソーム	エンハンサー
③	クロマチン	ヌクレオソーム	基本転写因子
④	ヌクレオソーム	クロマチン	調節タンパク質
⑤	ヌクレオソーム	クロマチン	エンハンサー
⑥	ヌクレオソーム	クロマチン	基本転写因子
⑦	ヒストン	クロマチン	調節タンパク質
⑧	ヒストン	クロマチン	エンハンサー
⑨	ヒストン	クロマチン	基本転写因子

問 3 下線部(3)に関連する記述として、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。

**14**

- ① 一般に原核細胞ではスプライシングが起こらない。転写で生じる mRNA は合成が完了する前にリボソームと結合する。
- ② 一般に原核細胞ではスプライシングが起こらない。転写で生じる mRNA は合成が完了してからリボソームと結合する。
- ③ 一般に原核細胞ではスプライシングが起こるが、細胞質中で進行する。mRNA は合成やスプライシングが完了する前にリボソームと結合する。
- ④ 一般に原核細胞ではスプライシングが起こるが、細胞質中で進行する。mRNA は合成やスプライシングが完了してからリボソームと結合する。
- ⑤ 一般に原核細胞ではスプライシングが起こるが、細胞質中で進行する。mRNA はリボソームと結合することなく翻訳がはじまる。

問 4 ヒトのホルモンの中には、遺伝子発現の調節にかかわっているものがあることが知られている。受容体が細胞膜上にあるホルモンの組合わせとして、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 15

- ① アドレナリン， エストロゲン
- ② アドレナリン， 糖質コルチコイド
- ③ インスリン， エストロゲン
- ④ 成長ホルモン， インスリン
- ⑤ 糖質コルチコイド， インスリン
- ⑥ 糖質コルチコイド， 成長ホルモン

問 5 問 4 で選んだホルモンは細胞膜を透過できない。その理由として、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 16

- ① これらのホルモンは脂溶性で、分子量が大きいから。
- ② これらのホルモンは脂溶性で、分子量が小さいから。
- ③ これらのホルモンは水溶性で、分子量が大きいから。
- ④ これらのホルモンは水溶性で、分子量が小さいから。

問 6 下線部(4)に関して、オペレーターに結合した調節タンパク質(リプレッサー)は、どのようなはたらきをしているか、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 17

- ① RNA ポリメラーゼを分解する。
- ② RNA ポリメラーゼの反応を促進する。
- ③ ラクトースを分解する。
- ④ RNA ポリメラーゼの反応を阻害する。
- ⑤ RNA ポリメラーゼに結合し、その活性部位の立体構造を変化させる。

4 動物の生殖や発生に関する次の問1～6に答えなさい。

(解答番号 18 ~ 23 )

次の図1は、ある脊椎動物の配偶子の形成過程を模式的に示したものである。図中のA～Cおよびa～dは、配偶子形成の各段階の細胞を表している。<sup>(1)</sup>また、図中のeは、配偶子形成において特定の細胞を形成するための分裂の時期を表している。

細胞中の同じ染色体上に連鎖している複数の遺伝子は、染色体の挙動に合わせて一緒に行動する。しかし、配偶子形成時には減数分裂のアにイがウする際、ある確率で染色体の乗換えが生じて一部の遺伝子に組換えが起こる。<sup>(2)</sup>

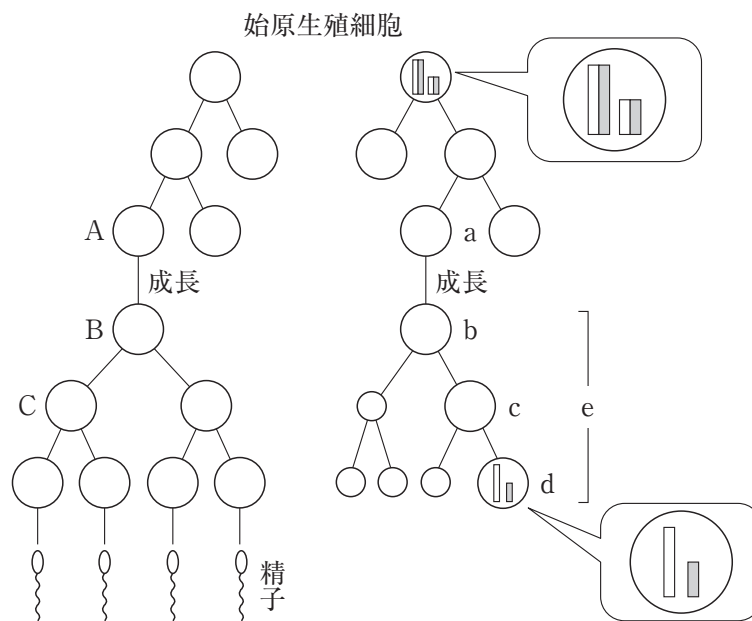


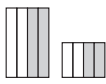




図1

問1 下線部(1)に関して、この脊椎動物の体細胞の核相は $2n$ である。図中の細胞A～Cの核相はどのように表せるか、 $n$ 、 $2n$ のように表したとき、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 18

	A	B	C
①	$2n$	$4n$	$2n$
②	$2n$	$2n$	$2n$
③	$2n$	$2n$	$n$
④	$4n$	$4n$	$2n$
⑤	$4n$	$2n$	$2n$
⑥	$4n$	$2n$	$n$



問 2 下線部(1)に関して，始原生殖細胞の染色体数を図1のように表すと，図中のbの染色体の状態はそれぞれどうなるか。最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。ただし，bは分裂の前期の状態とする。 19

- ① 
- ② 
- ③ 
- ④ 
- ⑤ 

問 3 下線部(2)に関して，文章中の ア ~ ウ に入る語句の組合せとして，最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 20

	ア	イ	ウ
①	第一分裂前期	二価染色体	対合
②	第一分裂前期	二価染色体	分離
③	第一分裂前期	相同染色体	対合
④	第一分裂前期	相同染色体	分離
⑤	第二分裂前期	二価染色体	対合
⑥	第二分裂前期	二価染色体	分離
⑦	第二分裂前期	相同染色体	対合
⑧	第二分裂前期	相同染色体	分離

問 4 卵割の様式は生物によって異なる。ウニの卵割様式の特徴として，最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 21

- ① 卵黄が少なく，均等に分布し，8細胞期まで等割をする。
- ② 卵黄が少なく，偏って分布し，8細胞期まで等割をする。
- ③ 卵黄が多く，均等に分布し，4細胞期まで等割をする。
- ④ 卵黄が多く，偏って分布し，4細胞期まで等割をする。

問 5 ヒトの卵は等黄卵であり、受精後、卵割を繰り返しながら発生が進行する。ヒトと同じ様式で卵割をする動物として、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 22

- ① カエル      ② メダカ      ③ ショウジョウバエ  
 ④ ウニ      ⑤ ニワトリ      ⑥ ヘビ

問 6 次の図2は、神経胚期のカエルの胚の横断面を示したものであり、図中のA～Hはこの時期の各構造を示している。カエルの肝臓はどこから生じるか、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 23

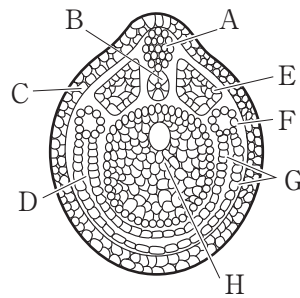


図 2

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

5 動物と植物の環境応答に関する次の問1～5に答えなさい。

(解答番号  ~  )

動物の受容器と効果器の間は、神経系によって連絡されている。動物の神経系には多くのニューロンとグリア細胞が存在しており、情報の伝達と統合の役割を担う。神経系の構造は動物によって異なっており、反応や行動の複雑さとも密接に関係する。ヒトを含む脊椎動物は管状神経系という神経系の構造をもち、脳と脊髄からなる中枢神経系から、からだの各部へと末梢神経系が連絡している。

動物の環境応答に神経系が大きな役割を果たしているのに対して、植物の環境応答では、植物が環境から受け取る刺激(光、重力、水、温度、接触刺激など)の伝達には植物ホルモンが大きな役割を果たしている。

問1 下線部(1)に関して、ヒトの耳には、空気の振動である音波を受容する受容器として聴覚器がある。耳の構造について述べた文として、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。

- ① 耳の構造は外耳・中耳・内耳に分けられ、鼓膜は外耳に存在する。
- ② 耳小骨とうずまき管は中耳に存在する。
- ③ 耳小骨は3つの小さな骨からなり、鼓膜の振動を増幅してうずまき管に伝える。
- ④ 耳小骨がある鼓室はリンパ液で満たされている。
- ⑤ エウスタキオ管(耳管)は鼓室と涙腺を結ぶ管である。

問2 下線部(1)に関して、適切でないものを次の選択肢から一つ選びなさい。

- ① ヒトの耳は半規管に音波の受容器があり、可聴範囲は振動数20～20000Hzである。
- ② ヒトの眼に存在する桿体細胞は、網膜の周辺部に多く分布している。
- ③ ヒトの眼に存在する錐体細胞は3種類あり、それぞれ青色、緑色、赤色の光を最もよく吸収する。
- ④ ヒトの舌には、苦味、甘味、うまみ、塩味、酸味に関する化学物質を受容する味細胞が存在する。
- ⑤ ヒトの鼻腔の奥には嗅上皮があり、そこに存在する嗅細胞は空気中を拡散してくる化学物質を受容して興奮する。

問 3 下線部(2)に関連して、ヒトの神経系に関する記述として、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 26

- ① 大脳には皮膚感覚、聴覚、視覚、嗅覚などの感覚の中枢が存在する。
- ② 大脳、小脳、中脳は生命維持に関する重要な機能を果たす部分であり、まとめて脳幹とよばれる。
- ③ 首よりも下の体の各部から感覚情報を伝える神経経路は、すべて延髄の部分で左右交さしている。
- ④ 大脳と小脳の外層はニューロンの軸索が多く集まった白質になっており、内部は細胞体が多く集まった灰白質になっている。
- ⑤ 脊髓の腹根は求心性神経である感覚神経の通路であり、感覚ニューロンの細胞体が存在する。

問 4 下線部(3)に関して、次の図1はヒトの脳の断面図を示したものである。眼球運動や姿勢保持の中枢がある脳の部分として最も適切なものを下の選択肢から一つ選びなさい。

27

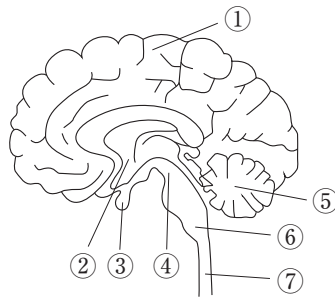


図 1

問 5 下線部(4)に関して、種子の発芽を抑制し、種子の休眠を維持させる機能をもつ植物ホルモンとして、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 28

- ① アブシシン酸      ② ジベレリン      ③ オーキシシン
- ④ フィトクロム      ⑤ エチレン

6

生態と環境に関する次の問1～6に答えなさい。(解答番号 29 ～ 34 )

(1) 動物の個体あるいは群れが日常的に活動したり移動したりする範囲は、行動圏とよばれる。行動圏内ではしばしば、<sup>(2)</sup>他個体あるいは他の群れを寄せつけず、積極的に一定空間を占有しようとする行動がみられる。このような空間を、<sup>(3)</sup>縄張り(テリトリー)という。縄張りをもつ動物は、魚類、鳥類、哺乳類、昆虫類などで多くの例が知られている。

図1は、いろいろな動物の生存曲線を3つの型に分類し、模式的に示したもので、産卵数(産子数)<sup>(4)</sup>は個体数として1000に換算し、年齢は等しい長さに換算した相対年齢として表してある。

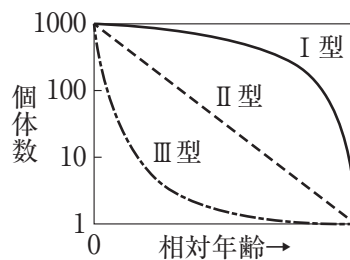


図1

問1 下線部(1)に関して、個体数を評価するために、標識再捕法で個体数を推定することがある。標識再捕法で個体数を推定する前提として、**適切でないもの**を次の選択肢から一つ選びなさい。 29

- ① 標識を付けたことが、その個体の行動や生存率に影響を及ぼさないこと。
- ② 調査の期間中に、調査地に新たな個体が自由に移入、移出していること。
- ③ 最初の捕獲と再捕獲は、時間、捕獲場所、捕獲方法を同じにすること。
- ④ 標識を付けたことが、捕獲率に影響を及ぼさないこと。
- ⑤ 標識された個体と標識されていない個体が均一に混ざり合っていること。

問 2 下線部(2)に関して、群れの中では個体間に優劣関係があり、無益な争いを避ける仕組みとしてはたらいている場合がある。そのような仕組みの名称と、そのような仕組みがみられる動物の例として、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 30

	名称	動物
①	順位制	アユ
②	カースト分化	アユ
③	順位制	ニワトリ
④	カースト分化	ニワトリ
⑤	順位制	シロアリ
⑥	カースト分化	シロアリ

問 3 下線部(3)に関して、下の文章中の空欄 A と B に入る語の組合せとして、最も適切なものを下の選択肢から一つ選びなさい。 31

動物が縄張りをつくる目的には A や B などがあげられる。例えば、アユは春になると河川を遡上し、石に付着した藻類の豊富な場所に A のための縄張りをつくる。しかし、個体群密度が高い場合や、からだが小さい個体の場合は、縄張りを維持することが難しいため、縄張りの大きさが小さくなったり、縄張りをつくらず、群れで生活する。

	A	B
①	繁殖	競争
②	繁殖	寄生
③	競争	繁殖
④	競争	採食
⑤	採食	繁殖
⑥	採食	寄生
⑦	寄生	競争
⑧	寄生	採食

問 4 下線部(4)に関して，図 1 の I 型の生存曲線を示す動物の説明として，最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 32

- ① 親が生まれた子を長期間保護する動物
- ② 幼齢期の死亡率が最も大きい動物
- ③ 最も多くの子(卵)を産み，産んだ子(卵)を親が保護しない動物
- ④ 一生を通じて，ほぼ一定の割合で死亡が起こる動物

問 5 下線部(4)に関して，図 1 の I 型の生存曲線を示す動物として，最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 33

- ① スズメ      ② イワシ      ③ ヘビ      ④ アサリ      ⑤ ミツバチ

問 6 生態系に生息する生物群集は、台風、洪水、火山噴火などのかく乱によって影響を受ける。図 2 は、生息場所を巡って競争しあう複数種のサンゴにより構成されるサンゴ礁で、サンゴの被度(岩盤の表面積のうち、生きたサンゴに覆われた面積の割合)とサンゴの種数を調べた結果である。図中の領域Ⅲで起こっている現象の説明として、最も適切なものを下の選択肢から一つ選びなさい。ただし、サンゴの被度は台風などのかく乱の程度によって決まり、かく乱の程度が増加するとサンゴの被度は減少するものとする。 34

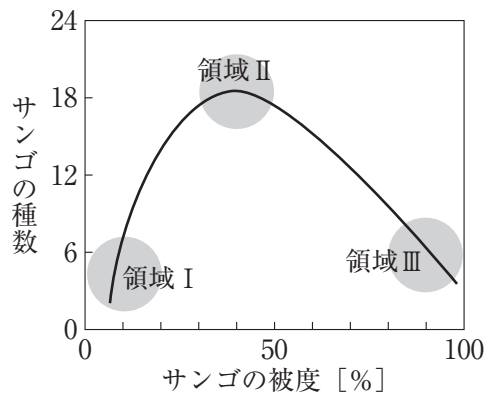


図 2

- ① サンゴ礁のほとんどが破壊され、かく乱後に素早く侵入する種だけが生存している。
- ② サンゴ礁のほとんどが破壊され、種間競争に強い種だけが生存している。
- ③ 破壊された部分と破壊されなかった部分とがサンゴ礁内にモザイク状に混在するため、かく乱後に素早く侵入する種も、種間競争に強い種も生存できない。
- ④ 破壊された部分と破壊されなかった部分とがサンゴ礁内にモザイク状に混在するため、かく乱後に素早く侵入する種や、種間競争に強い種も含めて多くの種が共存している。
- ⑤ サンゴ礁がほとんど破壊されておらず、かく乱後に素早く侵入する種だけが生存している。
- ⑥ サンゴ礁がほとんど破壊されておらず、種間競争に強い種だけが生存している。



7 生物の進化と系統および進化のしくみに関する次の問1～5に答えなさい。

(解答番号  ～  )

生物が進化するには、遺伝的変異が生じる必要がある。遺伝的変異は突然変異によって生じ、配偶子を介して子に伝えられる。以前は、形質に何らかの変化が生じたもののみが突然変異とよばれていたが、現在では、形質に変化が生じていなくてもゲノムに何らかの変化が生じていれば、突然変異とみなすのが普通である。種間のDNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の相違は、共通の祖先から分かれた後に、それぞれの種で突然変異が起こったことによるもので、このようなDNAやタンパク質の変化を  という。塩基配列やアミノ酸配列が変化する速度は  とよばれ、生物種が進化の過程で枝分かれした年代を知るための手がかりとなる。

中生代は植物では  植物が繁栄し、白亜紀には  植物が現れ多様化して森林を形成した。動物ではは虫類が繁栄し、多様化・大型化して恐竜類も出現した。三畳紀には  類が出現し、ジュラ紀には恐竜から  類が誕生した。しかし、中生代末期になると、繁栄していた  植物や恐竜類などの多くが大量に絶滅した。

問1 文章中の空欄  ,  に入る語の組合せとして、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。

	ア	イ
①	化学進化	生物時計
②	化学進化	分子時計
③	分子進化	生物時計
④	分子進化	分子時計
⑤	共進化	生物時計
⑥	共進化	分子時計

問 2 文章中の空欄 **ウ** ~ **カ** に入る語の組合せとして最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 **36**

	ウ	エ	オ	カ
①	シダ	裸子	哺乳	鳥
②	シダ	裸子	鳥	哺乳
③	被子	裸子	哺乳	鳥
④	被子	裸子	鳥	哺乳
⑤	裸子	シダ	哺乳	鳥
⑥	裸子	シダ	鳥	哺乳
⑦	裸子	被子	哺乳	鳥
⑧	裸子	被子	鳥	哺乳

問 3 多種多様に進化した生物の中には、形態や役割は似ているが、発生上の起源が異なる相似器官といわれる器官をもつものがある。相似器官の例として、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。 **37**

- ① カモメの翼とコウモリの翼
- ② カモメの翼と TENTUM シの翅
- ③ ペンギンの翼とカモメの翼
- ④ ペンギンの翼とトカゲの前肢

8 生物の多様性と生態系に関する次の問1～5に答えなさい。

(解答番号  ～  )

一次遷移では最初に乾燥や貧栄養でも生息できる  やコケ植物が侵入する。これらによって土壌の形成が始まり、草本が侵入して草原<sup>(1)</sup>になる。植物の枯死体により土壌がさらに発達すると、木本が侵入し、最初は  による森林が形成される。その後、森林の発達により林床で  の芽生えが生育できなくなり、森林は次第に  と  が混ざるようになって、最終的には  による森林で安定する。

一方、遷移の後期にみられる極相林<sup>(2)</sup>であっても、林冠を形成する樹木が倒れたりすると林床に光が届く場所ができることがある。このような場所をギャップ<sup>(3)</sup>という。

問1 文章中の空欄  ～  に入る語句の組合せとして、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。

	ア	イ	ウ
①	地衣類	陽樹	陰樹
②	地衣類	陽樹	低木
③	地衣類	陰樹	陽樹
④	地衣類	陰樹	低木
⑤	シダ植物	陽樹	陰樹
⑥	シダ植物	陽樹	低木
⑦	シダ植物	陰樹	陽樹
⑧	シダ植物	陰樹	低木

問2 下線部(1)に関して、草原における代表的な植物として、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。

- ① アカマツ      ② ススキ      ③ カタクリ      ④ スダジイ

問 3 下線部(2)に関して、遷移後期に多くみられる極相林を形成する植物の幼木と遷移初期にみられる植物の幼木を比較した場合、遷移後期に多く見られる植物の幼木の光補償点、光飽和点および呼吸速度の特徴の組合せとして、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。

40

	光補償点	光飽和点	呼吸速度
①	高い	高い	大きい
②	高い	高い	小さい
③	高い	低い	大きい
④	高い	低い	小さい
⑤	低い	高い	大きい
⑥	低い	高い	小さい
⑦	低い	低い	大きい
⑧	低い	低い	小さい

問 4 下線部(3)に関する説明として、適切でないものを次の選択肢から一つ選びなさい。

41

- ① ギャップができた場所は裸地に戻るため、遷移は一次遷移から始まる。
- ② ギャップができることで、極相種以外の植物種も森林を形成し、森林の多様性が高まる。
- ③ ギャップは、台風などで樹木の幹や枝が折れたり、樹木が倒れたりすることによってできる。
- ④ ギャップができると、土壌中に埋もれていた先駆種(先駆植物)の種子も発芽して、生育できるようになる。

問 5 遷移に関する説明として、最も適切なものを次の選択肢から一つ選びなさい。

42

- ① 極相林は一次遷移では陰樹林だが、二次遷移では陽樹林である。
- ② 一次遷移の方が二次遷移より遷移の進行が速い。
- ③ 遷移初期の土壌には栄養塩類が多く含まれている。
- ④ 遷移の進行にともない、植物の種類数は増加するが、極相林では減少することが多い。
- ⑤ 遷移初期には、種子がそのまま落下するタイプの重力散布型種子の植物が多い。







## II 解答上の注意

1. 解答は解答用紙の解答欄にマークしてください。例えば、

10
----

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
----	---	---	---	---	---

2. 必要があれば、以下の数値と元素の周期表を使いなさい。

標準状態(0℃, 1.01 × 10<sup>5</sup> Pa)における1 molの気体の体積は22.4 Lとする。

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

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

水のイオン積(25℃)： $1.00 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$

水のモル凝固点降下： $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg/mol}$

$\log_{10} 2 = 0.30$ ,  $\log_{10} 3 = 0.48$  とする。

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