

# 2023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 1～10ページ

化 学 11～28ページ

生 物 29～53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53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 次の文章を読んで、問1～問5に答えなさい。{ 解答番号  ～  }

図1のように水平で粗い床面があり、床面の左側には鉛直方向に設置された壁がある。床面上に質量  $m$  [kg] の小物体を置き、小物体の左側と壁を、質量の無視できるばね定数  $k$  [N/m] のばねで、ばねが水平になるようにつなぐ。次に、小物体を手で持って、ばねの自然の長さからの伸びが  $5d$  [m] ( $d > 0$ ) となる位置に固定する。床面に平行で水平右向きを正とする  $x$  軸をとり、ばねが自然の長さとなる時の小物体の位置を原点  $O$  とする。重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とし、空気抵抗は考えなくてよい。また、ばねの伸縮、小物体の運動は  $x$  軸方向のみであり、小物体が床面から離れることはないものとする。

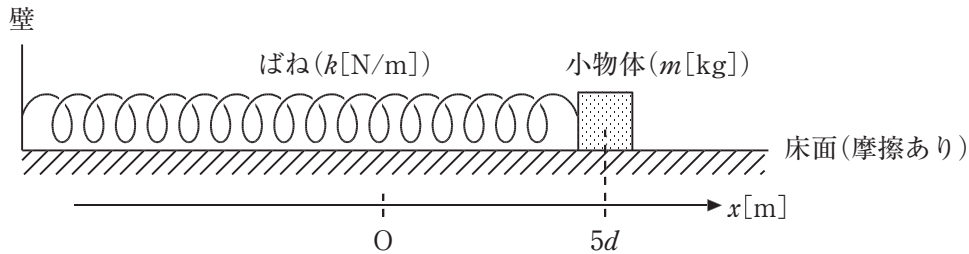


図 1

位置  $x = 5d$  [m] に固定していた小物体を時刻  $0$  s で静かに放したところ、小物体は  $x$  軸の負の向きに動き始め、時刻  $t_1$  [s] に位置  $x = -3d$  [m] に達して速度が  $0$  m/s になった後、 $x$  軸の正の向きに動き出した。

問 1 小物体は運動している間、動摩擦力の仕事を受けている。このことを考慮して、小物体と床面との間の動摩擦係数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  $\frac{kd}{2mg}$       ②  $\frac{kd}{mg}$       ③  $\frac{2kd}{mg}$       ④  $\frac{4kd}{mg}$       ⑤  $\frac{8kd}{mg}$

問 2 小物体が放されてから、 $-3d$  [m] の位置に達するまでについて、小物体が床面から受ける動摩擦力の大きさを  $f$  [N] とし、小物体が位置  $x$  [m] にあるときの加速度を  $a$  [m/s<sup>2</sup>] とする。小物体に関する運動方程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  $ma = kx + f$       ②  $ma = kx - f$   
③  $ma = -kx + f$       ④  $ma = -kx - f$

問2より、小物体は、 $(x - x_0)$  ( $x_0$ は、 $m$ 、 $k$ 、 $f$ で定められる定数)に比例した復元力を受けていることがわかる。すなわち、小物体の運動は位置  $x_0$ [m]を中心とした単振動の一部とみなせる。

問3 小物体が位置  $x = -3d$ [m]に達する時刻  $t_1$ [s]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。  $t_1 =$

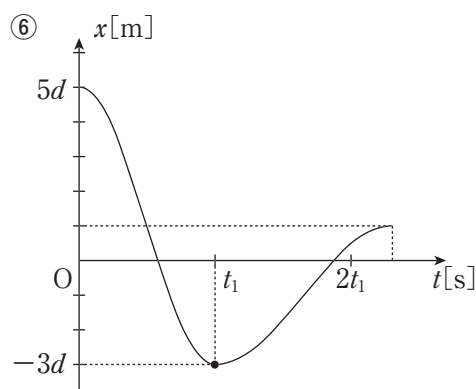
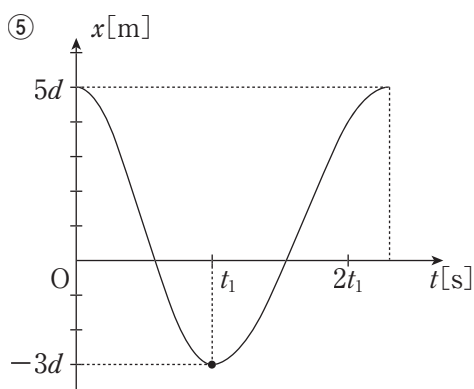
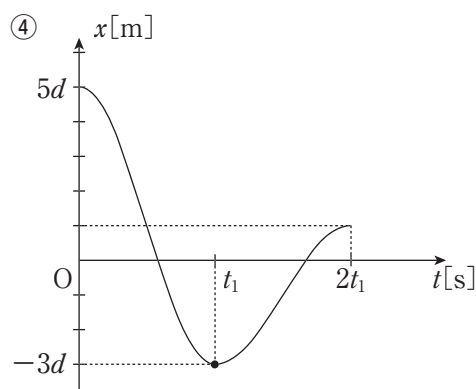
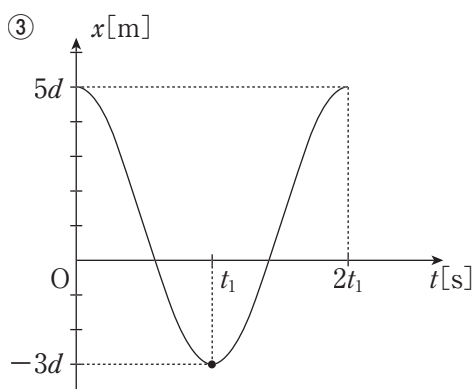
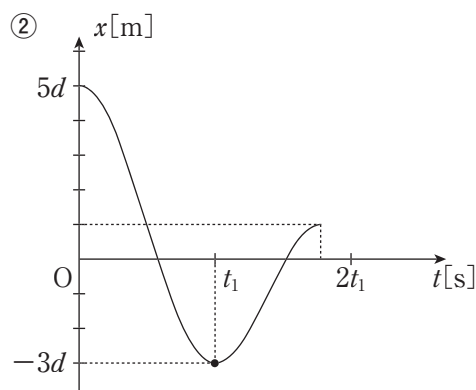
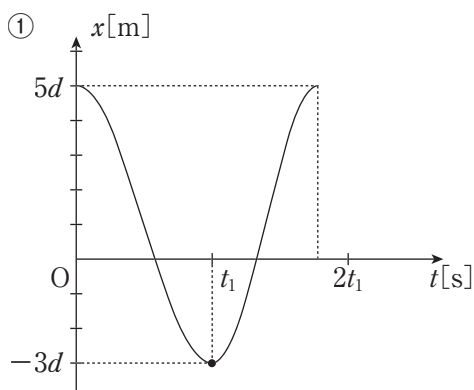
- ①  $\frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$                       ②  $\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$                       ③  $2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$   
 ④  $\frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{k}{m}}$                       ⑤  $\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$                       ⑥  $2\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$

小物体は時刻  $t_1$ [s]に位置  $x = -3d$ [m]に達して速度が0 m/sになった後、 $x$ 軸の正の向きに動き出し、やがてある位置で2度目に速度が0 m/sになった。

問4 時刻  $t_1$ [s]以降、小物体の速度が2度目に0 m/sになるまでの運動について、小物体が位置  $x$ [m]にあるときの加速度[m/s<sup>2</sup>]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  $\frac{k}{m}x$                               ②  $\frac{k}{m}(x - d)$                       ③  $\frac{k}{m}(x + d)$   
 ④  $-\frac{k}{m}x$                               ⑤  $-\frac{k}{m}(x - d)$                       ⑥  $-\frac{k}{m}(x + d)$

問 5 小物体は  $x$  軸の正の向きに動き始めた後、ある位置で 2 度目に速度が  $0 \text{ m/s}$  になった。時刻  $0 \text{ s}$  から小物体の速度が 2 度目に  $0 \text{ m/s}$  になるまでについて、時刻  $t[\text{s}]$  を横軸にとり、位置  $x[\text{m}]$  を縦軸にとって描い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。 5



2

次の文章を読んで、問1～問5に答えなさい。{解答番号  ～  }

図1のように内部抵抗の無視できる起電力  $E[V]$  の電池，抵抗，厚さの無視できる2枚の平行平板からなる電気容量  $C[F]$  の平行板コンデンサー，スイッチで回路をつくる。なお，電池の正極に接続されている平板を極板 A，電池の負極に接続されている平板を極板 B とし，極板の間隔を  $d[m]$  とする。また，初めの状態でスイッチは開いており，極板 A，B の電気量はともに  $0C$  である。抵抗以外の電気抵抗は無視できるとし，コンデンサーの端付近の電場の乱れは考えなくてよいものとする。

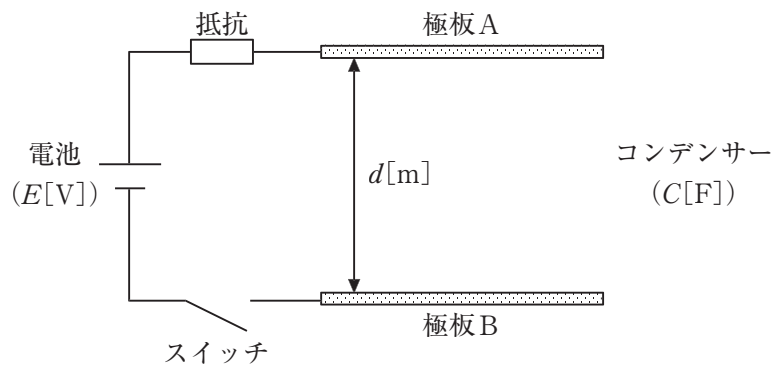


図1

スイッチを閉じて十分時間が経過し，回路に電流が流れなくなった後，スイッチを開いた。

問1 極板 A の電気量  $[C]$  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。

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

続いて，スイッチを開いたまま，上面と下面が極板 A，B と同じ形で同じ面積の厚さが  $\frac{1}{3}d[m]$  の直方体型の導体を，図2のように，上面と下面が極板 A，B と平行になるようにコンデンサー内部に完全に収まるようにゆっくり挿入した。なお，導体から極板 A，B までの距離はともに， $\frac{1}{3}d[m]$  である。以下では，極板 A から極板 B に向かう向きを正の向きとする  $x$  軸をとり，極板 A の位置を原点とする。極板 B を電位の基準とする。

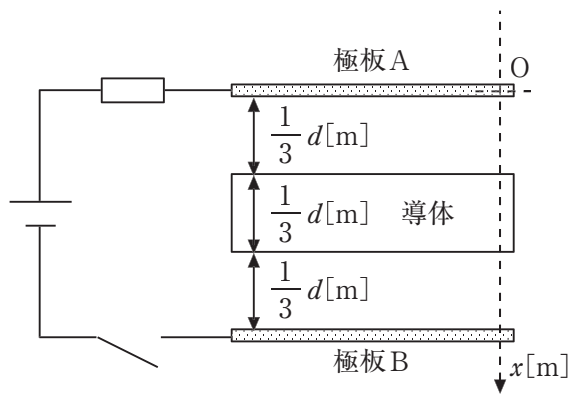


図 2

問 2 導体の極板 A に近い面と B に近い面では帯電している電荷が異なる。このように導体において電荷の分布に偏りが生じる現象を示す用語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 電磁誘導      ② 誘電分極      ③ 静電誘導      ④ 整流作用

問 3 極板 A, B と導体からなる部分を 1 つのコンデンサーとみなす場合、このコンデンサーの電気容量 [F] 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。

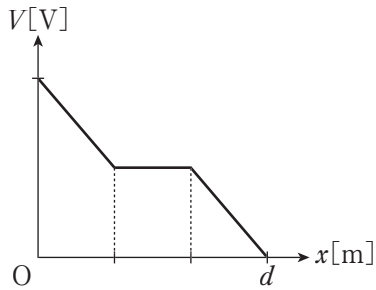
- ①  $\frac{1}{3}C$       ②  $\frac{2}{3}C$       ③  $\frac{3}{2}C$       ④  $3C$



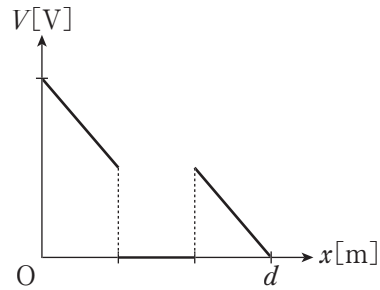
問 4 位置  $x[\text{m}]$  ( $0 \leq x \leq d$ ) の電位を  $V[\text{V}]$  とする。横軸に  $x[\text{m}]$ ，縦軸に  $V[\text{V}]$  をとったグラフとして最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び，解答欄の記号をマークしなさい。

9

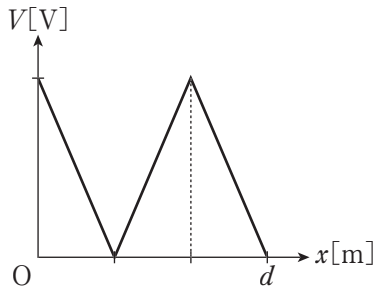
①



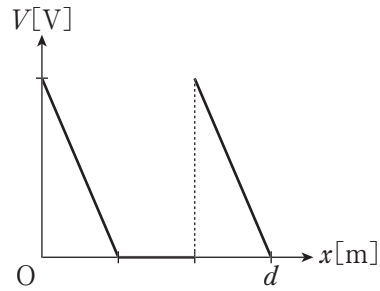
②



③



④



問 5 導体をゆっくり挿入するのに要した仕事  $[J]$  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。

10

①  $\frac{1}{2} CE^2$

②  $\frac{1}{4} CE^2$

③  $\frac{1}{6} CE^2$

④  $-\frac{1}{2} CE^2$

⑤  $-\frac{1}{4} CE^2$

⑥  $-\frac{1}{6} CE^2$

3 次の文章を読んで、問1～問5に答えなさい。{ 解答番号  ～  }

図1のように長い直線上に、音源と観測者が静止している。この状態から、音源を観測者に向かって速さ  $v$  [m/s] で等速度運動をさせ、観測者から距離  $L$  [m] 離れた直線上の点 P に達した瞬間から時間  $T$  [s] だけ、一定の振動数  $f$  [Hz] の音を出した。ただし、音源が観測者の位置に到達する前に音を出し終えているとする。全問を通じて、風はなく、音が伝わる速さは  $V$  [m/s] ( $V > v$ ) であるとする。

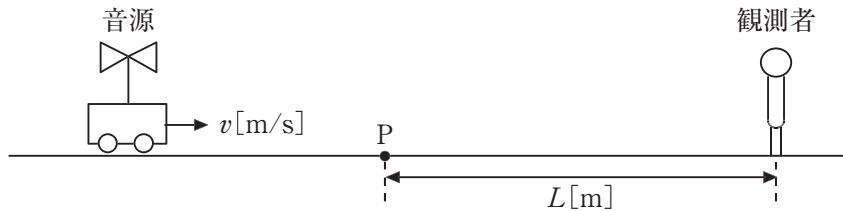


図1

問1 以下の①～④の音に関する文章のうち、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 同じ温度であれば、音は空気中よりも水中の方が速く伝わる。
- ② 同じ振動数の音が聞こえているとき、振幅が大きくなるほど、高い音が聞こえる。
- ③ 振動数の少し異なるおんさを同時に鳴らすと、共鳴が起こる。
- ④ 冬の晴れた夜に遠くの音が聞こえやすくなるのは、音が干渉するためである。

問2 音源が点 P に達した瞬間に出された音が、観測者に届くまでの時間 [s] 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  $\frac{L}{V}$
- ②  $\frac{L}{v}$
- ③  $\frac{L}{V+v}$
- ④  $\frac{L}{V-v}$

問3 音源から観測者に届く音の振動数 [Hz] 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  $\frac{V+v}{V}f$
- ②  $\frac{V-v}{V}f$
- ③  $\frac{V}{V+v}f$
- ④  $\frac{V}{V-v}f$

問 4 音源から出された音波の波の数と観測者が受け取る音波の数は等しい。このことを考慮して、観測者が聞く音の観測時間[s]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  $\frac{V+v}{V} T$       ②  $\frac{V-v}{V} T$       ③  $\frac{V}{V-v} T$       ④  $\frac{V}{V+v} T$

次に、よく音を反射する壁が設置されている場合を考える。図2のように、音源から見て観測者の反対側に、よく音を反射する壁が音源と観測者がいる直線に対して垂直に設置されている。この状態で、音源を観測者に向かっての速さ  $v$ [m/s]で等速度運動をさせながら、音源から一定の振動数  $f$ [Hz]の音を出し続けたところ、しばらくして、音源から直接届く音と壁で反射してから届く音が重なることで、観測者はうなりを観測するようになった。ただし、うなりが観測され始めたとき、音源は観測者の位置に到達していなかったものとし、音源が観測者の位置に到達した後については考えないものとする。

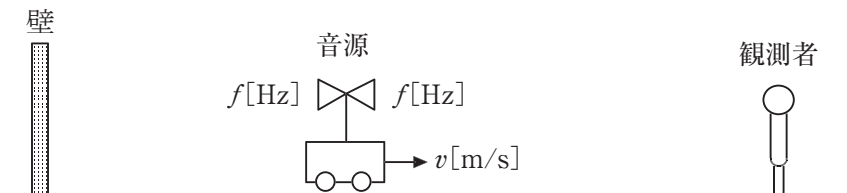


図 2

問 5 観測者が観測するうなりの単位時間あたりの回数[Hz]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  $\frac{2Vf}{V-v}$       ②  $\frac{2vf}{V-v}$       ③  $\frac{Vf}{V^2-v^2}$       ④  $\frac{2Vf}{V^2-v^2}$

4

次の文章を読んで、問1～問5に答えなさい。{解答番号 16 ～ 20 }

図1-1のように加速電圧で加速させた電子を金属に衝突させると、金属からX線が発生した。このX線の波長と強度の関係(X線スペクトル)をグラフにすると、図1-2のようになった。ここで、図1-2中の $\lambda_0$ [m]は最短波長であり、X線の強度のピークとなる $\lambda_1$ [m]は固有X線(特性X線)と呼ばれるX線の波長である。

電子の質量を $m$ [kg]、プランク定数を $h$ [J・s]、真空中の光速を $c$ [m/s]とし、運動する電子の速さは $c$ [m/s]に比べて十分小さいとする。

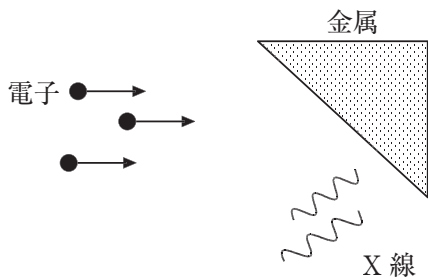


図1-1

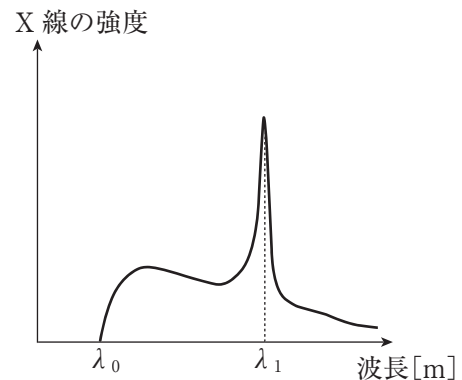


図1-2

問1 つぎのX線に関する文章の空欄(ア)(イ)に入る言葉の組み合わせ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

「X線は紫外線より波長の(ア)電磁波である。また、X線には透過力が(イ)という性質があり、この性質を利用して、医療診断や機械内部の検査に利用されている。」

- ① ア…長い , イ…強い                      ② ア…長い , イ…弱い  
 ③ ア…短い , イ…強い                     ④ ア…短い , イ…弱い

問2 最短波長 $\lambda_0$ [m]は、電子の運動エネルギーが全てX線の光子のエネルギーになった場合に相当する。金属と衝突する直前の電子の運動エネルギーを $K$ [J]とした場合の、 $\lambda_0$ [m]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。

$$\lambda_0 = \text{ 17 }$$

- ①  $hcK$                       ②  $\frac{hc}{K}$                       ③  $\frac{hK}{c}$                       ④  $\frac{h}{cK}$

問 3 仮に、電子の加速電圧を少し大きくして同様の実験を行った場合、図 1-2 中の  $\lambda_0$ ,  $\lambda_1$  の値はそれぞれどのようになるか。それらの組み合わせ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  $\lambda_0 \cdots$  大きくなる ,  $\lambda_1 \cdots$  大きくなる
- ②  $\lambda_0 \cdots$  大きくなる ,  $\lambda_1 \cdots$  変わらない
- ③  $\lambda_0 \cdots$  大きくなる ,  $\lambda_1 \cdots$  小さくなる
- ④  $\lambda_0 \cdots$  小さくなる ,  $\lambda_1 \cdots$  大きくなる
- ⑤  $\lambda_0 \cdots$  小さくなる ,  $\lambda_1 \cdots$  変わらない
- ⑥  $\lambda_0 \cdots$  小さくなる ,  $\lambda_1 \cdots$  小さくなる

問 4 X 線とは別に、加速させた電子にも波のような性質があり、この波は物質波(ド・ブロイ波)と呼ばれている。電子の運動エネルギーを  $K[\text{J}]$  とした場合の、物質波波長(ド・ブロイ波長)[m]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。 19

- ①  $\frac{h}{\sqrt{2mK}}$
- ②  $h\sqrt{2mK}$
- ③  $h\sqrt{\frac{2K}{m}}$
- ④  $h\sqrt{\frac{m}{2K}}$

波長  $\lambda_1[\text{m}]$  の X 線だけを取り出し、結晶面に照射した。X 線の照射方向を初め結晶面に平行になるようにした。その後、照射方向をしだいに傾けていったところ、最初に強く反射したのは、図 2 のように入射 X 線ならびに反射 X 線が結晶面に対して、 $30^\circ$  をなすときであった。

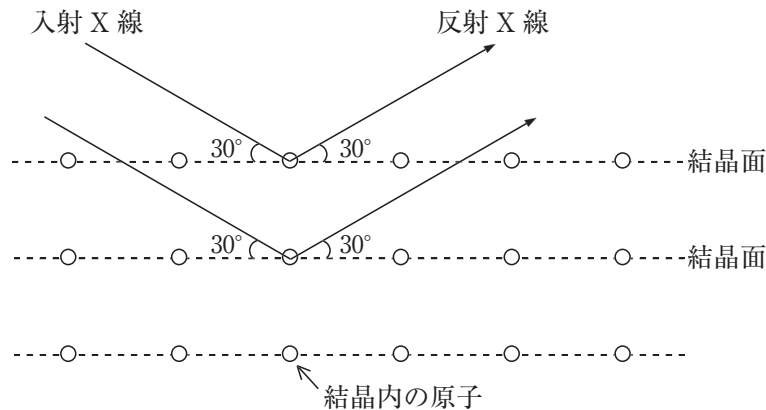


図 2

問 5 図 2 で、この反射を生じた結晶面の間隔[m]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  $\frac{1}{4}\lambda_1$
- ②  $\frac{1}{2}\lambda_1$
- ③  $\lambda_1$
- ④  $2\lambda_1$

# 化 学

## II 解答上の注意

注意 1 標準状態(0℃,  $1.01 \times 10^5$  Pa)における 1 mol の気体の体積は 22.4 L とする。

注意 2 気体定数： $R = 8.31 \times 10^3$  Pa·L/(mol·K)

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

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

水のモル凝固点降下： $1.85$  K·kg/mol

$\log_{10} 2 = 0.30$ ,  $\log_{10} 3 = 0.48$  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																	2
H																	He
1.0																	4.0
3	4											5	6	7	8	9	10
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
6.9	9.0											10.8	12.0	14.0	16.0	19.0	20.2
11	12											13	14	15	16	17	18
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
23.0	24.3											27.0	28.1	31.0	32.1	35.5	40.0
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
39.1	40.1	45.0	47.9	50.9	52.0	54.9	55.9	58.9	58.7	63.5	65.4	69.7	72.6	74.9	79.0	79.9	83.8

1	←原子番号
H	←元素記号
1.0	←原子量

1 以下の問 1～6 に答えなさい。(解答記号  ～  )

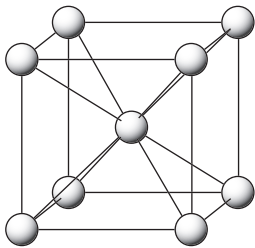
問 1 同素体の関係にある物質の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ 選びなさい。

- ① 酸素とオゾン
- ② 一酸化炭素と二酸化炭素
- ③ 質量数 12 の炭素原子と質量数 13 の炭素原子
- ④ 塩素とヨウ素
- ⑤ 水蒸気と水

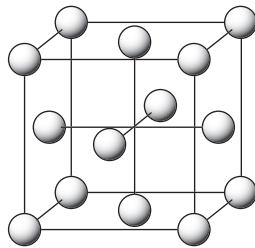
問 2  $^{14}\text{C}$  は大気中の二酸化炭素に含まれており、全炭素に対する  $^{14}\text{C}$  の割合は場所や年代にかかわらず、ほぼ一定である。植物は光合成により大気中の二酸化炭素を吸収し  $^{14}\text{C}$  を体内に取り込むが、伐採されると新たな  $^{14}\text{C}$  の吸収は止まる。伐採された木材中の  $^{14}\text{C}$  は放射線を出して減少し 5730 年で半分になる。遺跡から発掘された木片中の  $^{14}\text{C}$  の割合が現在の生木の中の  $^{14}\text{C}$  の割合の  $\frac{1}{16}$  であった。このことから発掘された木片は何年前のものと推定されるか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ 選びなさい。

- ① 5730 年前
- ② 11460 年前
- ③ 17190 年前
- ④ 22920 年前
- ⑤ 45840 年前

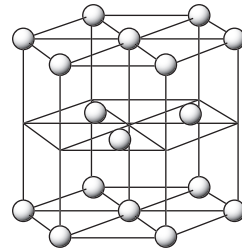
問 3 金属結晶は主に次の図の(a)体心立方格子、(b)面心立方格子、(c)六方最密構造に分類される。



(a) 体心立方格子



(b) 面心立方格子



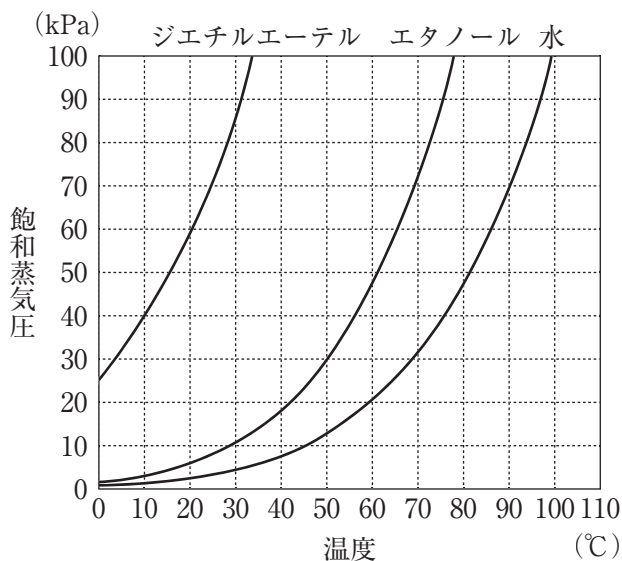
(c) 六方最密構造

これらの結晶格子のうち、最密(充填)構造であるものはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ 選びなさい。

- ① (a)のみ
- ② (b)のみ
- ③ (c)のみ
- ④ (a)と(b)のみ
- ⑤ (a)と(c)のみ
- ⑥ (b)と(c)のみ
- ⑦ (a), (b), (c)すべて

問 4 ピストンのついた体積を自由に  
変えられる容器に、ジエチルエー  
テル、エタノール、水をそれぞれ  
0.500 mol, 0.300 mol, 0.200 mol 混  
合したものを封入した。

容器の温度を 50℃ に保ち、ピス  
トン进行调整して容器内部の圧力を  
 $1.0 \times 10^5$  Pa にしたとき、ジエチル  
エーテルの分圧はいくらか。最も  
適切なものを、次の選択肢から 1  
つ選びなさい。ただし、液体が生



じた場合、液体への物質の溶解などは無視できるものとする。

- ①  $5.0 \times 10^4$  Pa    ②  $5.5 \times 10^4$  Pa    ③  $5.8 \times 10^4$  Pa    ④  $1.0 \times 10^5$  Pa

問 5 水 200 g に塩化バリウム 0.010 mol を溶かした溶液と、水 300 g に硫酸ナトリウム 0.020 mol を溶かした溶液を混合した。このとき、生じた硫酸バリウムはすべて沈殿し、その他の電解質は完全に電離しているものとする、この混合溶液の凝固点はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

- ①  $-0.81$  °C    ②  $-0.74$  °C    ③  $-0.52$  °C    ④  $-0.44$  °C  
⑤  $-0.41$  °C    ⑥  $-0.37$  °C    ⑦  $-0.26$  °C    ⑧  $-0.22$  °C

問 6 C-H の結合エネルギー、O=O の結合エネルギー、O-H の結合エネルギー、C=O の結合エネルギーはそれぞれ、411 kJ/mol, 494 kJ/mol, 459 kJ/mol, 799 kJ/mol であり、水の蒸発熱は 44 kJ/mol である。これらの値から求めたメタンの燃焼熱はいくらか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。ただし、この燃焼で生じる水は液体であるとする。

- ① 714 kJ/mol    ② 802 kJ/mol    ③ 846 kJ/mol    ④ 890 kJ/mol



2 次の文章を読んで、問1～7に答えなさい。(解答記号  ～  )

空気中に存在している二酸化炭素は、水とは一部が反応して炭酸になるため、雨水は  $\text{pH} = 5.6$  程度の弱酸性を示す。二酸化炭素のように、水に溶解して酸が生じたり、塩基と反応する酸化物を酸性酸化物という。一方、水に溶解して塩基が生じたり、酸と反応する酸化物を塩基性酸化物といい、 などがその例である。また、酸、塩基どちらも反応する酸化物は両性酸化物といい、 などがその例である。

二酸化炭素を含む標準状態の気体 5.0 L を、0.10 mol/L の水酸化バリウム水溶液 200 mL の中に通じたら  色の沈殿である  が生じた。なお、この操作で気体中の二酸化炭素は完全に吸収された。生成した沈殿をろ過し、ろ液から 20 mL の溶液を  に採取し、フェノールフタレイン溶液を 1～2 滴加えた後、 に入れた 0.10 mol/L の塩酸で滴定したら 10 mL 加えたところで、溶液が  色から  色に変わった。このことより、気体中の二酸化炭素濃度は体積百分率で  % であることがわかった。なお、水酸化バリウム水溶液に気体を通じ、生成した沈殿をろ過しても溶液の体積は 200 mL で変わらないものとする。

問1 文中の  ,  にあてはまる物質の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

	ア	イ
①	NO	CaO
②	ZnO	SO <sub>2</sub>
③	CaO	ZnO
④	SO <sub>2</sub>	NO
⑤	CaO	NO
⑥	SO <sub>2</sub>	CaO

問 2 文中の **ウ** , **エ** にあてはまる色と物質の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。 **b**

	ウ	エ
①	黒	BaCO <sub>3</sub>
②	白	BaCO <sub>3</sub>
③	褐	BaCO <sub>3</sub>
④	黒	Ba(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
⑤	白	Ba(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
⑥	褐	Ba(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>

問 3 文中の **オ** , **カ** にあてはまる器具の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。 **c**

	オ	カ
①	ホールピペット	ビュレット
②	ホールピペット	コニカルビーカー
③	ビュレット	ホールピペット
④	ビュレット	コニカルビーカー
⑤	コニカルビーカー	ホールピペット
⑥	コニカルビーカー	ビュレット

問 4 文中の **キ** , **ク** にあてはまる色の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。 **d**

	キ	ク
①	黄	赤
②	赤	黄
③	無	赤
④	赤	無
⑤	無	黄
⑥	黄	無

問 5 文中の **ケ** にあてはまる数値はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。 **e**

- ① 2.2      ② 4.3      ③ 6.7      ④ 8.7      ⑤ 13      ⑥ 17

問 6 次の水溶液 A ~ C について、pH の大小関係として適切なものを、次の選択肢から 1 つ  
選びなさい。

A pH = 2 の塩酸 20 mL と pH = 12 の水酸化ナトリウム水溶液 10 mL を混合した水溶液

B 0.10 mol/L 塩酸 10 mL と 0.10 mol/L 水酸化カルシウム水溶液 10 mL を混合した水溶液

C 0.10 mol/L 塩化カリウム水溶液 10 mL と 0.10 mol/L 硫酸ナトリウム水溶液 20 mL を混  
合した水溶液

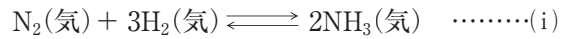
- ① A > B > C                      ② A > C > B                      ③ B > A > C  
④ B > C > A                      ⑤ C > A > B                      ⑥ C > B > A

問 7 酸と塩基に関する正しい記述はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

- ① 水酸化バリウム水溶液に希硫酸を加えていくと、中和点では電気伝導度は最小になる。  
② 純水のモル濃度は、 $1.0 \times 10^{-7}$  mol/L である。  
③ 硫酸水溶液をアンモニア水で滴定すると、中和点での液性は中性となる。  
④ 酢酸を希釈しても、電離度は変わらない。  
⑤ 純水にブロモチモールブルー溶液を加えると、青色になる。  
⑥ 0.10 mol/L の酢酸水溶液の pH が 3、0.10 mol/L のアンモニア水の pH が 10 であった場  
合、酢酸水溶液とアンモニア水の電離度は同じである。

3 次の文章を読んで、問1～8に答えなさい。(解答記号  ～  )

肥料の原料となるアンモニアの工業的製法は  法とよばれ、その生成反応は次式で表される。



この化学反応は、アンモニアの生成反応(正反応)も、分解反応(逆反応)も起こりうるため、 反応であるという。 反応は、一定時間後に反応物の物質量と生成物の物質量の変化が無くなるため、見かけ上、反応が止まって見える。この状態を平衡状態という。

いま、ピストンによって容積可変となる密閉容器に  $\text{N}_2$  と  $\text{H}_2$  を入れ、適当な圧力と温度下で、(i)式の反応を実験室で行った。

問1 文中の  にあてはまる製法名は何か。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

- |             |          |
|-------------|----------|
| ① ソルバー      | ② オストワルト |
| ③ ハーバー・ボッシュ | ④ 接触     |

問2 文中の  にあてはまる反応名は何か。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

- |      |       |       |      |
|------|-------|-------|------|
| ① 可逆 | ② 不可逆 | ③ 多段階 | ④ 付加 |
|------|-------|-------|------|

問 3 平衡状態での正反応速度  $v_1$  と反応時間  $t$  との関係が、次の図 1 の実線で示した曲線になるとき、逆反応速度  $v_2$  は図中のどのような曲線(点線)で表すことができるか。最も適切なものを、図中の選択肢から 1 つ選びなさい。

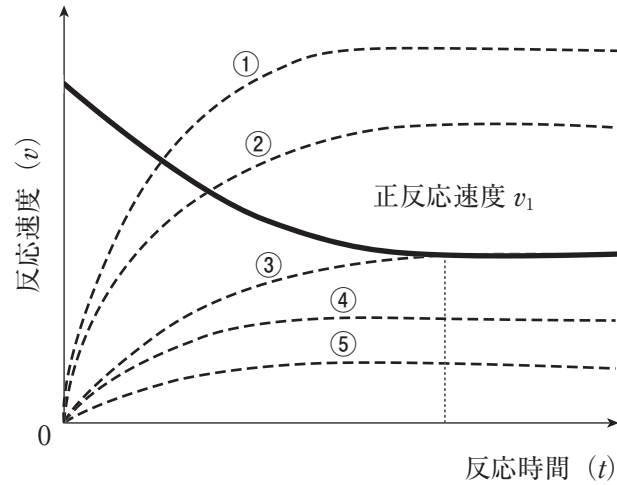


図 1

問 4 平衡状態が成立しているとき、窒素、水素、アンモニアの各濃度には、化学平衡の法則が成り立つ。その法則により求まる平衡定数  $K_c$  の式中的  ~  にあてはまる濃度  $[N_2]$ ,  $[H_2]$ ,  $[NH_3]$  の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。ただし、 $[X]$  は X のモル濃度  $[\text{mol/L}]$  を表す。

$$K_c = \frac{\text{A}}{\text{B} \cdot \text{C}}$$

(注: B, C は順不同)

	A	B, C (順不同)	
①	$[N_2]$	$[H_2]$	$[NH_3]$
②	$[N_2]$	$3[H_2]$	$2[NH_3]$
③	$[N_2]$	$[H_2]^3$	$[NH_3]^2$
④	$[NH_3]$	$[N_2]$	$[H_2]$
⑤	$2[NH_3]$	$[N_2]$	$3[H_2]$
⑥	$[NH_3]^2$	$[N_2]$	$[H_2]^3$

問 5 アンモニアの工業的製法では、反応速度を増大させて(i)式の反応を効率よく進めるために、四酸化三鉄を主成分とした触媒を使用する。次の図2実線のグラフが、触媒を使用しなかった場合のアンモニア生成量と反応時間との関係を示したものだとして、触媒を使用したときにはどのようなグラフ(点線)となるか。最も適切なものを、図中の選択肢から1つ選びなさい。

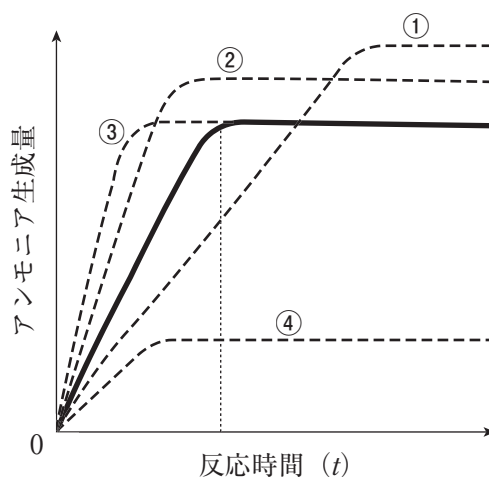


図 2

問 6 下線部において、温度  $T_1$ [K]、圧力  $P_1$ [Pa] の下で 1.0 L の容器に、それぞれ 2.0 mol、5.0 mol の  $N_2$  と  $H_2$  を投入し、反応を開始した。十分な時間を経た後、平衡状態になり、生じた  $NH_3$  が 2.0 mol であった。このときの  $N_2$ 、 $H_2$  の物質と平衡定数  $K_c$  の値の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

	$N_2$ [mol]	$H_2$ [mol]	$K_c$ [(mol/L) <sup>-2</sup> ]
①	0.50	1.0	0.10
②	0.50	2.0	1.0
③	1.0	2.0	0.25
④	1.0	2.0	0.50
⑤	1.2	3.0	0.50
⑥	1.2	3.0	0.75

問 7 反応温度を 200℃～700℃までさまざまに変えて実験してみた結果、アンモニアの生成量は次の図3のようになった。

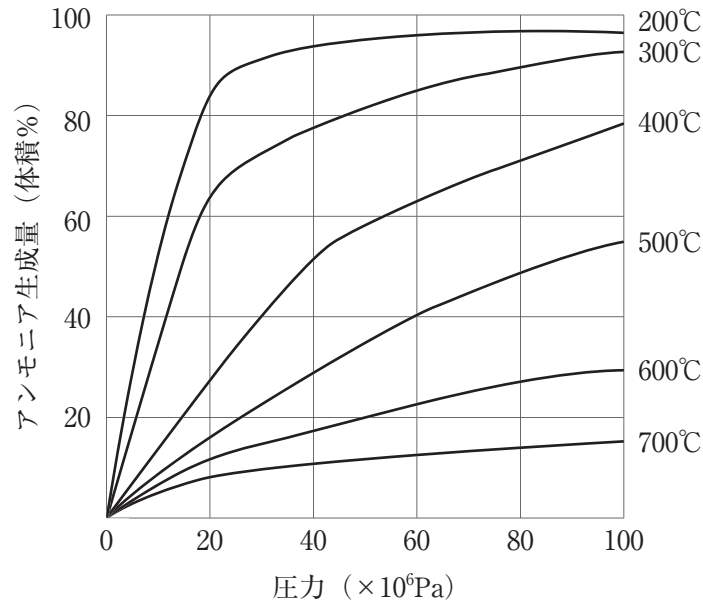


図3 各温度下でのアンモニア生成量と圧力の関係

この結果から考えられる、アンモニアの生成反応の反応熱の方向と判断理由の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

	反応熱	理由
①	発熱	温度上昇とともに NH <sub>3</sub> の生成速度が速くなるから
②	発熱	温度上昇とともに NH <sub>3</sub> の生成量が減っているから
③	吸熱	温度上昇とともに NH <sub>3</sub> の生成速度が遅くなるから
④	吸熱	温度上昇とともに NH <sub>3</sub> の生成量が減っているから

問 8 下線部において、平衡状態にある混合気体を、温度を一定に保ち、ピストンをある位置まで引いて容器の体積をもとの2倍とした。しばらく放置して、再び平衡状態になったとき、窒素、水素、アンモニアのそれぞれの物質量はどのように変化するか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

	N <sub>2</sub> [mol]	H <sub>2</sub> [mol]	NH <sub>3</sub> [mol]
①	増大する	増大する	増大する
②	増大する	増大する	減少する
③	減少する	減少する	減少する
④	減少する	減少する	増大する
⑤	増大する	減少する	減少する
⑥	減少する	増大する	増大する

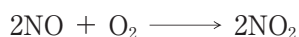
4 次の文章を読んで、問1～7に答えなさい。(解答記号  ～ )

窒素とリンは、周期表の15族に属する  元素で、非金属元素の原子と  結合する。窒素は化合物中で  酸化数をとる。

リンの単体は天然には存在せず、リン酸カルシウムを主成分とする鉱石にケイ砂とコークスを混ぜて電気炉中で強熱すると得られる。このとき得られるのは  とよばれ、 を窒素中で約250℃で長時間加熱すると、 になる。 は、 個の原子が結合した分子なので分子式で表すが、 は多数のリン原子が結合した同素体で、分子式ではなく組成式で表される。

窒素は、さまざまな化合物をつくる。窒素と水素の化合物であるアンモニアは、硝酸の原料や尿素のような肥料の原料として多量に使用されている。アンモニアの実験室的製法としては、塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱する。また、窒素は酸素とさまざまな酸化物をつくる。銅と希硝酸を反応させると  色の  が発生し、 法で捕集する。

硝酸は工業的には次の3つの段階を経て製造する。まず、アンモニアと空気を混合して、白金を触媒として一酸化窒素をつくる。このとき生成した一酸化窒素を、空気ですらに酸化して二酸化窒素にする。この二酸化窒素を温水と反応させると、硝酸が得られる。一連の反応式を記すと、次のようになる。





問 1 文中の **ア** ~ **ウ** にあてはまる語句の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。 **a**

	ア	イ	ウ
①	典型	共有	1つの
②	典型	共有	さまざまな
③	典型	イオン	1つの
④	典型	イオン	さまざまな
⑤	遷移	共有	1つの
⑥	遷移	共有	さまざまな
⑦	遷移	イオン	1つの
⑧	遷移	イオン	さまざまな

問 2 文中の **エ** ~ **カ** にあてはまる語句と数値の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。 **b**

	エ	オ	カ
①	赤リン	黄リン	4
②	赤リン	黄リン	6
③	赤リン	黄リン	8
④	黄リン	赤リン	4
⑤	黄リン	赤リン	6
⑥	黄リン	赤リン	8

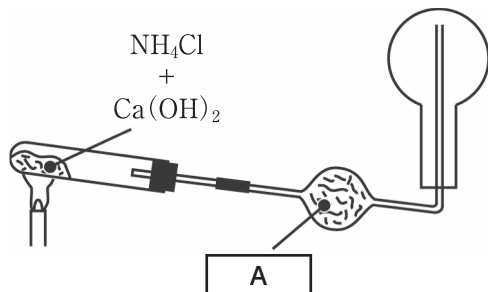
問 3 文中の **キ** ~ **ケ** にあてはまる語句の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。 **c**

	キ	ク	ケ
①	無	一酸化窒素	水上置換
②	無	一酸化窒素	下方置換
③	赤褐	一酸化窒素	水上置換
④	赤褐	一酸化窒素	下方置換
⑤	無	二酸化窒素	水上置換
⑥	無	二酸化窒素	下方置換
⑦	赤褐	二酸化窒素	水上置換
⑧	赤褐	二酸化窒素	下方置換

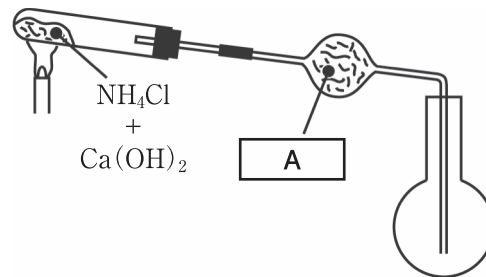
問 4 文中の下線部について、装置図と装置図中の **A** に入る物質の正しい組み合わせはどれか。最も適切なものを、下の選択肢から1つ選びなさい。 **d**

〈装置図〉

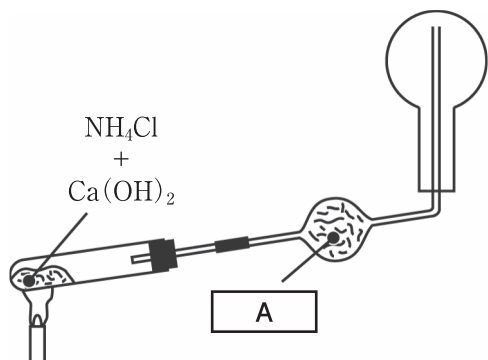
(あ)



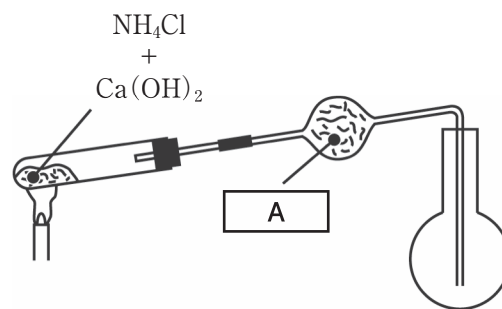
(い)



(う)



(え)



	装置図	<b>A</b>
①	(あ)	塩化カルシウム
②	(あ)	ソーダ石灰
③	(い)	塩化カルシウム
④	(い)	ソーダ石灰
⑤	(う)	塩化カルシウム
⑥	(う)	ソーダ石灰
⑦	(え)	塩化カルシウム
⑧	(え)	ソーダ石灰

問 5 リンとその化合物の性質に関する正しい記述はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

- ① 黄リンは猛毒で、石油中に保存する。
- ② リンを空气中で燃やすと、白色の二酸化リンが生成する。
- ③ リン酸二水素カルシウムと硫酸カルシウムの混合物は過リン酸石灰とよばれ、肥料に用いられる。
- ④ 赤リンは無毒で、昇華性がある。
- ⑤ リン酸の水溶液は、強酸性を示す。
- ⑥ 歯や骨の成分であるリン酸カルシウムは、水によく溶ける。

問 6 窒素とその化合物の性質に関する正しい記述はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

- ① 亜鉛を濃硝酸に入れると、不動態を形成するため反応が進まなくなる。
- ② 窒素酸化物は、すべて常温で有色の気体である。
- ③ アンモニアは、無色無臭の気体である。
- ④ 硝酸は熱や光によって分解するため、褐色瓶に入れて冷暗所に保存する。
- ⑤ 窒素は、空气中に約 20 % 含まれる気体である。
- ⑥ 青色リトマス紙にアンモニア水をかけると赤くなる。

問 7 工業的製法にて硝酸をつくった。アンモニアがすべて硝酸になるとすると、10 kg のアンモニアから質量パーセント濃度 50 % の硝酸は何 kg つくることができるか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

- ① 9.2 kg      ② 19 kg      ③ 37 kg      ④ 56 kg      ⑤ 74 kg      ⑥ 148 kg

5 次の文章を読んで、問 1～8 に答えなさい。(解答記号  ～  )

化合物 A, B, C および D は、いずれも分子式  $C_4H_{10}O$  をもつ常温、常圧で液体の化合物で、互いに構造異性体の関係にある。これらの化合物の構造を決定するため、次の【実験 1～5】を行った。

【実験 1】

金属ナトリウムとの反応を見たところ、化合物 A, B, C はいずれも反応して気体を発生したが、化合物 D は反応しなかった。化合物 D は濃硫酸を 130℃ 程度に加熱しながらエタノールを加えると得られる化合物と同一であった。<sup>(1)</sup>

【実験 2】

化合物 A, B, C に少量の硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えて穏やかに温めると、化合物 A からは化合物 E, 化合物 B からは化合物 F が生じたが、化合物 C, D は変化がなかった。さらに化合物 E, F に硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えて温めると、化合物 E からは化合物 G が生じたが、化合物 F は反応しなかった。化合物 G の水溶液は酸性を示した。

【実験 3】

化合物 E, F にそれぞれフェーリング液を加えて温めると、化合物 E からは赤色沈殿が生じたが、化合物 F は反応しなかった。<sup>(2)</sup>

【実験 4】

化合物 F にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると、黄色沈殿が生じた。この沈殿には特有の臭いがあった。<sup>(3)</sup>

【実験 5】

化合物 A, B を適当な方法で、分子内脱水すると、同じアルケンを生じた。

問 1 分子式が  $C_4H_{10}O$  である構造異性体は何種類考えられるか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

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

問 2 下線部(1)の気体は何か。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

- ①  $H_2$       ②  $O_2$       ③  $CO$       ④  $CO_2$

問 3 化合物 D として考えられる化合物名はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

- ① ジメチルエーテル      ② エチルメチルエーテル  
③ ジエチルエーテル      ④ メチルプロピルエーテル  
⑤ メチルイソプロピルエーテル

問 4 【実験 2】から、化合物 C として考えられる化合物名はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

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

問 5 下線部(2)の沈殿は何か。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

- ①  $Fe$       ②  $FeO$       ③  $Fe_2O_3$       ④  $Cu$       ⑤  $Cu_2O$       ⑥  $CuO$

問 6 化合物 E, F のそれぞれの分類名は何か。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

	化合物 E	化合物 F
①	アルデヒド	ケトン
②	ケトン	アルデヒド
③	カルボン酸	ケトン
④	アルデヒド	カルボン酸
⑤	ケトン	カルボン酸
⑥	カルボン酸	アルデヒド

問 7 下線部(3)の沈殿の化学式は何か。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

- ①  $\text{CH}_3\text{I}$       ②  $\text{CH}_2\text{I}_2$       ③  $\text{CHI}_3$       ④  $\text{Cl}_4$       ⑤  $\text{NaI}$

問 8 化合物 A, B の構造式の組み合わせはどれか。最も適切なものを, 次の選択肢から 1 つ選  
びなさい。 h

	化合物 A	化合物 B
①	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{OH} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
②	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{C} - \text{OH} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{H} \end{array}$
③	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{C} - \text{OH} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \\   \quad   \\ \text{O} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
④	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{OH} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{C} - \text{OH} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{H} \end{array}$
⑤	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{C} - \text{OH} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{OH} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
⑥	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{OH} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{H} \end{array}$

## 生 物

- 1 タンパク質の構造と酵素に関する次の問1～4に答えなさい。〔解答記号  ～  
 〕

タンパク質は生物が生命活動を行う上で重要な物質の一つであり、生体の構造や機能の多くにかかわっている。生体内ではタンパク質は遺伝子の情報をもとにつくられており、ヒトの場合、<sup>(1)</sup>10万種類ほどあると考えられている。タンパク質は多数のアミノ酸が(ア)結合によってつながっており、複雑な立体構造をつくることによって特定の機能をもっている。アミノ酸は炭素原子に側鎖、アミノ基、カルボキシ基、そして水素原子が結合した構造になっている。アミノ酸<sup>(2)</sup>の性質は側鎖によって決まり、タンパク質を構成しているアミノ酸は(イ)種類ある。

- 問1 文中の空欄(ア)と(イ)に入る語句と数値の組み合わせとして、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。

- |   | ア    | イ  |
|---|------|----|
| ① | 水素   | 20 |
| ② | 水素   | 46 |
| ③ | 水素   | 64 |
| ④ | ペプチド | 20 |
| ⑤ | ペプチド | 46 |
| ⑥ | ペプチド | 64 |
| ⑦ | S-S  | 20 |
| ⑧ | S-S  | 46 |
| ⑨ | S-S  | 64 |



問 2 下線部(1)について、タンパク質のアミノ酸配列は、DNA の塩基配列によって決められている。1つのアミノ酸を指定する塩基対の数と、遺伝子の情報をもとにつくられるアミノ酸の配列順序を示す用語の組み合わせとして、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。

	塩基対の数	アミノ酸の配列順序
①	3	一次構造
②	3	二次構造
③	3	三次構造
④	3	四次構造
⑤	4	一次構造
⑥	4	二次構造
⑦	4	三次構造
⑧	4	四次構造

問 3 下線部(2)について、アミノ酸の性質は側鎖の性質によって親水性と疎水性や、酸性と塩基性(アルカリ性)などの分類が可能である。塩基性(アルカリ性)を示すアミノ酸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 アスパラギン酸 | ② アラニン  | ③ アルギニン |
| ④ システイン   | ⑤ メチオニン | ⑥ バリン   |

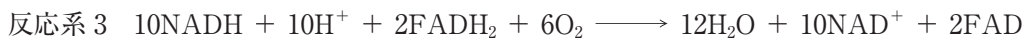
問 4 生体内で機能するタンパク質の一つとして酵素がある。酵素の例として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- |          |          |         |         |
|----------|----------|---------|---------|
| ① グルコース  | ② インスリン  | ③ チロキシン | ④ グルカゴン |
| ⑤ ヘモグロビン | ⑥ アドレナリン | ⑦ グリシン  | ⑧ ペプシン  |

**2**異化に関する次の問1～7に答えなさい。〔解答記号  ～  〕

〔文章I〕

生物が生きていくにはエネルギーが必要である。生体内では(ア)がエネルギーのやりとりの仲立ちとしてはたらいしており、この物質は異化によって合成される。異化には呼吸と発酵<sup>(1)</sup>があり、私たちは主に、呼吸によって(ア)を合成し利用している。呼吸は3つの反応系からなり、以下はその反応式である。



問1 文中の空欄(ア)について、(ア)は塩基と糖とリン酸からなる化学物質である。

(ア)に入る語句と、その構造の組み合わせとして、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。

- | ア     | 構造(塩基+糖+リン酸の順)             |
|-------|----------------------------|
| ① AMP | アデニン+リボース+リン酸              |
| ② AMP | アデノシン+リボース+リン酸             |
| ③ AMP | アデニン+デオキシリボース+リン酸          |
| ④ AMP | アデノシン+デオキシリボース+リン酸         |
| ⑤ ATP | アデニン+リボース+リン酸+リン酸+リン酸      |
| ⑥ ATP | アデノシン+リボース+リン酸+リン酸+リン酸     |
| ⑦ ATP | アデニン+デオキシリボース+リン酸+リン酸+リン酸  |
| ⑧ ATP | アデノシン+デオキシリボース+リン酸+リン酸+リン酸 |

問 2 下線部(1)について、ヒトの骨格筋では乳酸発酵と同じ過程で(ア)を合成する場合がある。骨格筋で乳酸が生じる反応の名称と、反応系1～3のうち、発酵でも行われる反応の組み合わせとして、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。

	骨格筋で乳酸が生じる反応	発酵でも行われる反応
①	解糖系	反応系1
②	解糖	反応系1
③	解糖系	反応系2
④	解糖	反応系2
⑤	解糖系	反応系3
⑥	解糖	反応系3

問 3 反応系1～3ではそれぞれ(ア)が合成されるが、一部の反応系では(ア)の消費がみられる。1分子のグルコースが呼吸によって完全に分解された場合、(ア)の消費がみられる反応系と、1分子のグルコースあたりに合成される(ア)が最大となる反応系の組み合わせとして、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、(ア)の消費がみられる反応系では、合成される分子数は差し引きで数えることとする。

	(ア)の消費がみられる反応系	(ア)が最大となる反応系
①	反応系1	反応系1
②	反応系1	反応系2
③	反応系1	反応系3
④	反応系2	反応系1
⑤	反応系2	反応系2
⑥	反応系2	反応系3
⑦	反応系3	反応系1
⑧	反応系3	反応系2
⑨	反応系3	反応系3

問 4 反応系 1～3 で行われる(ア)の合成反応の中には、水素イオンを輸送することで濃度勾配を形成し、水素イオンの移動を利用して(ア)を合成する反応がある。このような方法で(ア)を合成する反応の名称と、ミトコンドリアにおいて、濃度勾配を形成するために水素イオンが運ばれる場所の名称の組み合わせとして、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。 d

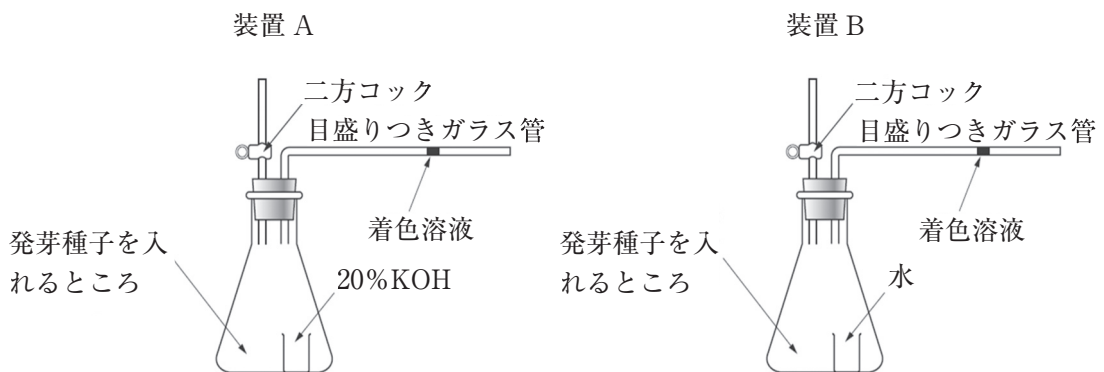
(ア)を合成する反応	水素イオンが運ばれる場所
① 基質レベルのリン酸化	チラコイド内腔
② 基質レベルのリン酸化	マトリックス
③ 基質レベルのリン酸化	ストロマ
④ 基質レベルのリン酸化	内膜と外膜の間
⑤ 酸化リン酸化	チラコイド内腔
⑥ 酸化リン酸化	マトリックス
⑦ 酸化リン酸化	ストロマ
⑧ 酸化リン酸化	内膜と外膜の間
⑨ 光リン酸化	チラコイド内腔
a 光リン酸化	マトリックス
b 光リン酸化	ストロマ
c 光リン酸化	内膜と外膜の間

〔文章Ⅱ〕

生物が呼吸を行うと酸素が消費され、二酸化炭素が放出される。この時、外界から吸収する酸素と放出する二酸化炭素の体積比を求めると、その生物の呼吸基質が推定できる。この体積比を呼吸商といい、以下のような実験装置により求めることができる。〔実験1〕ではある植物の発芽種子を、〔実験2〕では酵母を用いて、実験を行った。

〔実験1〕

下の図に示す装置を2つ(装置A、装置B)用意した。それぞれの装置に同じ植物の発芽種子を同じ量だけ入れ同じ条件で呼吸を行わせるようにした。また、装置Aの副室には20%の水酸化カリウム水溶液(20% KOH)を、装置Bの副室には水をそれぞれ同じ量だけ入れてから装置を密閉した。各装置は呼吸のみが行われる最適な条件を維持し、一定時間呼吸を行わせた。着色溶液の移動量をガラス管の目盛りで読み、装置内の気体の体積変化量を測定した。なお、結果の値がマイナス(-)の場合は装置内の体積が減少したことを示し、プラス(+ )の場合は増加したことを示す。



図

装置内の気体の体積変化	
装置 A	装置 B
- 1000	- 300

単位：mm<sup>3</sup>

〔実験2〕

同様の実験を発芽種子のかわりに、5%グルコース水溶液に酵母を入れたもので行った。その結果、この環境では酵母にとって十分量の酸素が得られなかったため、呼吸だけでなくアルコール発酵も起こっていたことが分かった。

装置内の気体の体積変化	
装置 A	装置 B
- 800	+ 400

単位：mm<sup>3</sup>

問 5 各実験の装置 A の副室に 20 % KOH を入れる理由として、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 種子の呼吸による酸素と二酸化炭素の出入りを停止させるため。
- ② 種子の呼吸による二酸化炭素の放出を停止させるため。
- ③ 種子の呼吸による酸素の吸収を停止させるため。
- ④ 種子が呼吸で放出した二酸化炭素を吸収するため。
- ⑤ 種子が呼吸で吸収した酸素を放出させるため。
- ⑥ 種子が呼吸で吸収するための酸素を供給するため。

問 6 [実験 1] の結果より、この植物の発芽種子における呼吸商と、その値から推定できる呼吸基質の組み合わせとして、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。

- |   | 呼吸商 | 呼吸基質  |
|---|-----|-------|
| ① | 0.7 | 炭水化物  |
| ② | 0.7 | タンパク質 |
| ③ | 0.7 | 脂肪    |
| ④ | 0.8 | 炭水化物  |
| ⑤ | 0.8 | タンパク質 |
| ⑥ | 0.8 | 脂肪    |
| ⑦ | 1.0 | 炭水化物  |
| ⑧ | 1.0 | タンパク質 |
| ⑨ | 1.0 | 脂肪    |

問 7 [実験 2] の結果について、アルコール発酵で生じた二酸化炭素の量 ( $\text{mm}^3$ ) 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。

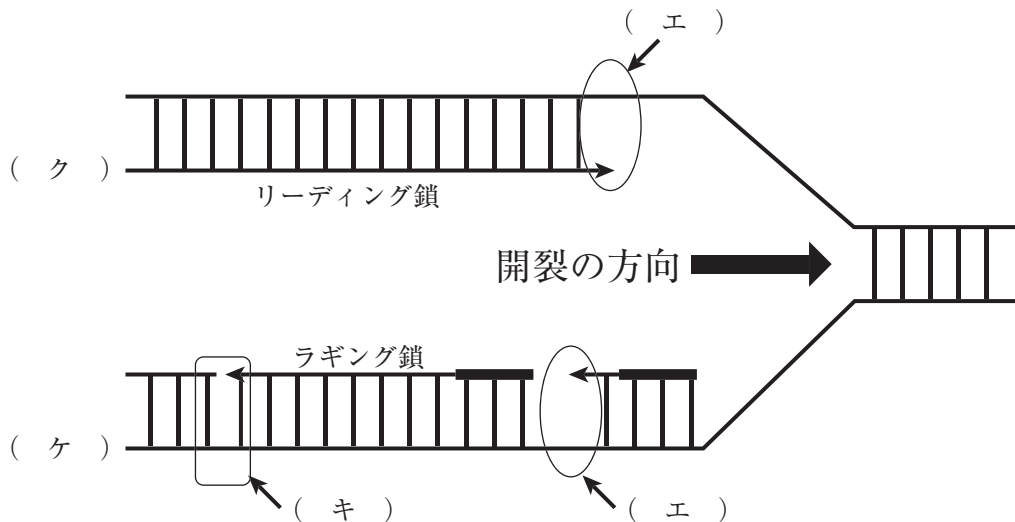
- |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 100  | ② 300  | ③ 400  | ④ 800  |
| ⑤ 1000 | ⑥ 1200 | ⑦ 1400 | ⑧ 1800 |

3 DNAの複製とバイオテクノロジーに関する次の問1～7に答えなさい。〔解答記号 a

～ g 〕

〔文章I〕

DNAの二重らせん構造を提唱した(ア)は、DNAの複製方法についても仮説を提唱した。それが半保存的複製であり、この仮説は(イ)によって実験で証明された。さらに現在では半保存的複製のしくみも詳細に解明されている。DNAを複製する場合、(ウ)という酵素がDNAの二本鎖を形成する塩基対を切断し一本鎖にしていく(開裂という)。すると開裂した部分から複製が開始し、(エ)が鋳型となるDNA鎖を(オ)方向に移動しながら新生鎖を(カ)方向に伸長させていく。しかし、鋳型となる二本鎖DNAはそれぞれが逆向きになっているにもかかわらず、複製は開裂方向に進んでいくため、鋳型となるそれぞれのDNA鎖は異なる方法で複製を進めていくことになる。以下の図は、鋳型となるDNA鎖が異なる方法で複製されている様子を示した模式図である。図中のリーディング鎖とラギング鎖が新生鎖であり、ラギング鎖では(エ)によって短いヌクレオチド鎖が不連続に合成されるため、(キ)によって結合される必要がある。<sup>(1)</sup>



図

問 1 文中の空欄( ア ), ( イ )に入る人名の組み合わせとして, 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。

- | ア               | イ             |
|-----------------|---------------|
| ① ウィルキンスとフランクリン | グリフィスとエイブリー   |
| ② ウィルキンスとフランクリン | メセルソンとスタール    |
| ③ ウィルキンスとフランクリン | ワトソンとクリック     |
| ④ グリフィスとエイブリー   | ウィルキンスとフランクリン |
| ⑤ グリフィスとエイブリー   | メセルソンとスタール    |
| ⑥ グリフィスとエイブリー   | ワトソンとクリック     |
| ⑦ メセルソンとスタール    | ウィルキンスとフランクリン |
| ⑧ メセルソンとスタール    | ワトソンとクリック     |
| ⑨ メセルソンとスタール    | グリフィスとエイブリー   |
| Ⓐ ワトソンとクリック     | ウィルキンスとフランクリン |
| Ⓑ ワトソンとクリック     | メセルソンとスタール    |
| Ⓒ ワトソンとクリック     | グリフィスとエイブリー   |

問 2 文中の空欄( ウ ), ( エ ), ( キ )に入る語句の組み合わせとして, 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。

- | ウ           | エ          | キ         |
|-------------|------------|-----------|
| ① DNA リガーゼ  | DNA ポリメラーゼ | DNA ヘリカーゼ |
| ② DNA リガーゼ  | RNA ポリメラーゼ | DNA ヘリカーゼ |
| ③ DNA ヘリカーゼ | DNA ポリメラーゼ | DNA リガーゼ  |
| ④ DNA ヘリカーゼ | RNA ポリメラーゼ | DNA リガーゼ  |
| ⑤ 制限酵素      | DNA ポリメラーゼ | DNA ヘリカーゼ |
| ⑥ 制限酵素      | RNA ポリメラーゼ | DNA ヘリカーゼ |
| ⑦ DNA ヘリカーゼ | DNA ポリメラーゼ | 制限酵素      |
| ⑧ DNA ヘリカーゼ | RNA ポリメラーゼ | 制限酵素      |
| ⑨ 制限酵素      | DNA ポリメラーゼ | DNA リガーゼ  |
| Ⓐ 制限酵素      | RNA ポリメラーゼ | DNA リガーゼ  |
| Ⓑ DNA リガーゼ  | DNA ポリメラーゼ | 制限酵素      |
| Ⓒ DNA リガーゼ  | RNA ポリメラーゼ | 制限酵素      |



問 3 文中の空欄( オ )と( カ )に入る DNA の方向性の組み合わせとして、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。

- |   | オ        | カ        |
|---|----------|----------|
| ① | 3' から 5' | 3' から 5' |
| ② | 3' から 5' | 5' から 3' |
| ③ | 5' から 3' | 3' から 5' |
| ④ | 5' から 3' | 5' から 3' |

問 4 図中の空欄( ク )と( ケ )に入る DNA の方向性を示す数字の組み合わせとして、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。

- |   | ク  | ケ  |
|---|----|----|
| ① | 3' | 3' |
| ② | 3' | 5' |
| ③ | 5' | 3' |
| ④ | 5' | 5' |

問 5 下線部(1)について、ラギング鎖にみられる短いヌクレオチド鎖の名称として、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 岡崎フラグメント        | ② プラスミド     |
| ③ DNA プライマー       | ④ プロモーター    |
| ⑤ ポリ A 鎖(ポリ A 尾部) | ⑥ RNA プライマー |

〔文章Ⅱ〕

バイオテクノロジーの分野だけでなく医療の分野においても PCR 法による DNA 断片の増幅は今や、必要不可欠の技術である。PCR 法とは増幅させたい DNA 断片を入れたプラスチックチューブに反応に必要な試薬を入れ、例えば  $95^{\circ}\text{C} \rightarrow 55^{\circ}\text{C} \rightarrow 72^{\circ}\text{C}$  を 1 サイクルとした反応を繰り返すことで目的の DNA 断片を  $100$  万倍以上に増幅できる技術である。

問 6 下線部(2)について、開発当初の PCR 法は、現在の PCR 法とは異なっており、DNA を増幅させるための酵素に耐熱性のない酵素を使っていた。この酵素を用いて開発当初の PCR 法を行った場合の説明として、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 酵素は高温で失活するため、 $95^{\circ}\text{C}$  を  $37^{\circ}\text{C}$  に変更し、1 サイクル後に一度だけ酵素を添加する。
- ② 酵素は高温で失活するため、 $55^{\circ}\text{C}$  を  $37^{\circ}\text{C}$  に変更し、1 サイクル後に一度だけ酵素を添加する。
- ③ 酵素は高温で失活するため、 $72^{\circ}\text{C}$  を  $37^{\circ}\text{C}$  に変更し、1 サイクル後に一度だけ酵素を添加する。
- ④ 酵素は高温で失活するため、 $95^{\circ}\text{C}$  を  $37^{\circ}\text{C}$  に変更し、1 サイクルごと反応の直前に酵素を添加する。
- ⑤ 酵素は高温で失活するため、 $55^{\circ}\text{C}$  を  $37^{\circ}\text{C}$  に変更し、1 サイクルごと反応の直前に酵素を添加する。
- ⑥ 酵素は高温で失活するため、 $72^{\circ}\text{C}$  を  $37^{\circ}\text{C}$  に変更し、1 サイクルごと反応の直前に酵素を添加する。

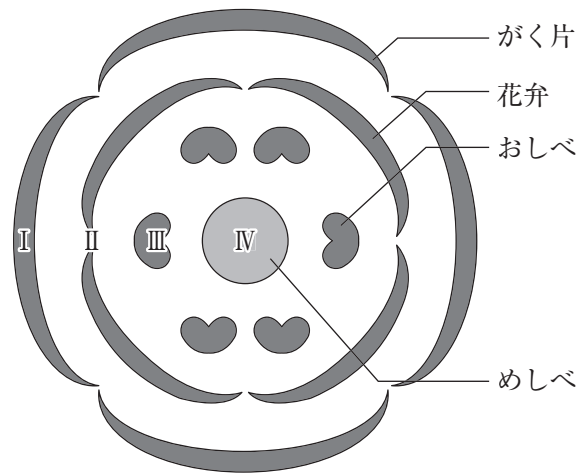
問 7 下線部(3)について、例えば PCR 法の 1 サイクルにおける各経過が  $95^{\circ}\text{C}$  が 3.5 分、 $55^{\circ}\text{C}$  が 0.5 分、 $72^{\circ}\text{C}$  が 1 分だった場合、1 分子の二本鎖 DNA を 100 万倍以上に増やすためには最低何分かかかるか。温度変化にかかる時間は無視し、反応が 100 % の効率で確実に繰り返されたとして、最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| ① 50 分  | ② 60 分  | ③ 90 分  |
| ④ 100 分 | ⑤ 120 分 | ⑥ 180 分 |

4 生殖と発生に関する次の問1～3に答えなさい。〔解答記号  ～  〕

〔文章Ⅰ〕

被子植物の器官は根、茎、葉に大きく分けられる。これらの構造は根と茎の先端にある頂端分裂組織における細胞分裂によってつくられ、茎や葉においては、花がつくられることもある。植物の花は花柄の先端に花床があり、さらに、花を上から見ると下の図のように外側から(I)がく片、(Ⅱ)花弁、(Ⅲ)おしべと(Ⅳ)めしべが同心円状に配置した形になっている。現在までに花の形成には3種類の調節遺伝子(Aクラス遺伝子、Bクラス遺伝子、Cクラス遺伝子)が重要な役割を担っており、これらがはたらくことで花の形成に必要な遺伝子群のはたらきを調節していることがわかっている。このしくみをABCモデルといい、多くの被子植物に共通するしくみである。



図

シロイヌナズナは被子植物の代表的な実験用植物であり、ABCモデルについても様々な変異体が見つかっている。野生型のシロイヌナズナに対して、Aクラス遺伝子が欠損した変異体、Bクラス遺伝子が欠損した変異体、<sup>(1)</sup>Cクラス遺伝子が欠損した変異体が存在する。これらの形質を調べたり交配させることによって花の構造について遺伝子レベルで解明されてきている。

問 1 下線部(1)について、野生型のシロイヌナズナの花は、(I)がく片(II)花弁(III)おしべ(IV)めしべの順になっている。この時、各クラスの遺伝子が欠損した変異体の構造を(I)~(IV)の順に示したものとして、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。

A クラス遺伝子が欠損した変異体

B クラス遺伝子が欠損した変異体

C クラス遺伝子が欠損した変異体

	I	II	III	IV
①	がく片	がく片	がく片	がく片
②	がく片	花弁	花弁	がく片
③	がく片	がく片	おしべ	おしべ
④	がく片	がく片	めしべ	めしべ
⑤	おしべ	おしべ	めしべ	めしべ
⑥	おしべ	めしべ	めしべ	おしべ
⑦	おしべ	がく片	がく片	めしべ
⑧	おしべ	めしべ	がく片	花弁
⑨	めしべ	めしべ	おしべ	おしべ
Ⓐ	めしべ	おしべ	おしべ	めしべ
Ⓑ	めしべ	めしべ	めしべ	めしべ
Ⓒ	めしべ	おしべ	花弁	がく片

〔文章Ⅱ〕

ショウジョウバエの未受精卵では卵内に様々な母性因子が mRNA の状態で貯えられている。<sup>(2)</sup>受精するとこれらの mRNA は翻訳され、合成されたタンパク質が卵内で濃度勾配を形成する。ショウジョウバエの卵割は(ア)であるが、はじめは核分裂だけが起こるため、分裂によってできた核は卵内で存在する位置により影響を受ける母性因子の濃度が異なっている。そのため調節遺伝子としてはたらく母性因子の濃度によって発現する遺伝子が変わるため胚の(イ)側と(ウ)側が決定する。

問 2 文中の空欄(ア)~(ウ)に入る語句の組み合わせとして、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。

- |   | ア  | イ | ウ |
|---|----|---|---|
| ① | 等割 | 左 | 右 |
| ② | 等割 | 前 | 後 |
| ③ | 盤割 | 左 | 右 |
| ④ | 盤割 | 前 | 後 |
| ⑤ | 表割 | 左 | 右 |
| ⑥ | 表割 | 前 | 後 |

問 3 下線部(2)について、胚の(イ)側と(ウ)側を決める母性因子の組み合わせに関する記述として、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。

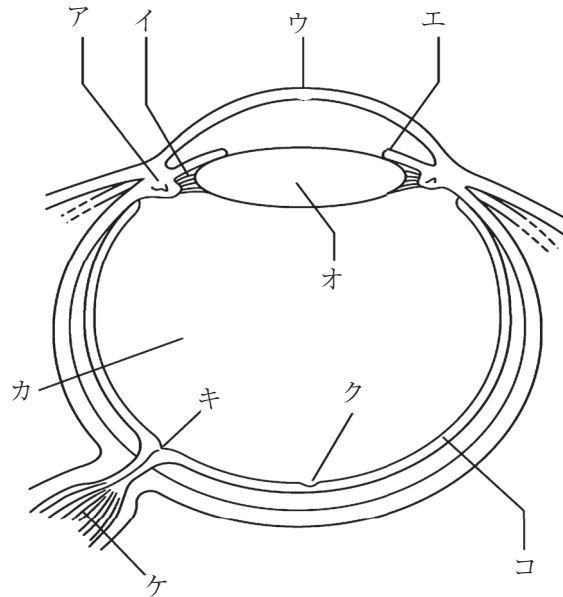
- ① ナノス mRNA が高濃度になる側が(イ)側であり、ビコイド mRNA が高濃度になる側が(ウ)側である。
- ② ナノス mRNA が高濃度になる側が(イ)側であり、コーダル mRNA が高濃度になる側が(ウ)側である。
- ③ ビコイド mRNA が高濃度になる側が(イ)側であり、ナノス mRNA が高濃度になる側が(ウ)側である。
- ④ ビコイド mRNA が高濃度になる側が(イ)側であり、ハンチバック mRNA が高濃度になる側が(ウ)側である。
- ⑤ コーダル mRNA が高濃度になる側が(イ)側であり、ビコイド mRNA が高濃度になる側が(ウ)側である。
- ⑥ コーダル mRNA が高濃度になる側が(イ)側であり、ハンチバック mRNA が高濃度になる側が(ウ)側である。

5

生物の環境応答に関する次の問1～7に答えなさい。〔解答記号 a ～ h 〕

〔文章I〕

ヒトの眼は可視光線の受容器である。ヒトの眼はカメラに似た構造をしており、非常に発達している。下の図はヒトの眼の水平断面を上から見て模式的に示した図であり、黄斑や盲斑の位置から左右どちらの眼の水平断面図であるか判断できる。



図

問1 下線部(1)について、ヒトの眼の網膜には420 nm, 530 nm, 560 nm 付近の波長の光をよく吸収する視物質を含む視細胞が存在する。この視物質の名称と、視細胞の名称の組み合わせとして、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。

a

	視物質の名称	視細胞の名称
①	ロドプシン	<small>かんたい</small> 桿体細胞
②	ロドプシン	<small>すいたい</small> 錐体細胞
③	フィトクロム	桿体細胞
④	フィトクロム	錐体細胞
⑤	フォトプシン	桿体細胞
⑥	フォトプシン	錐体細胞
⑦	フォトリロピン	桿体細胞
⑧	フォトリロピン	錐体細胞

問 2 下線部(2)について、カメラではピント調節を行う場合、レンズを前後させて行うが、ヒトの眼は異なる方法で調節している。次の文章はヒトの眼における遠近調節のしくみを説明したものである。文章中の空欄に入る語句の組み合わせとして、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。

【文章】

近くのものにピントが合っているときは、毛様体の筋肉が( サ )、チン小帯が( シ )、水晶体が( ス )になっている。

- |   | サ   | シ     | ス  |
|---|-----|-------|----|
| ① | ゆるみ | ゆるみ   | 薄く |
| ② | ゆるみ | ゆるみ   | 厚く |
| ③ | ゆるみ | 引っ張られ | 薄く |
| ④ | ゆるみ | 引っ張られ | 厚く |
| ⑤ | 収縮し | ゆるみ   | 薄く |
| ⑥ | 収縮し | ゆるみ   | 厚く |
| ⑦ | 収縮し | 引っ張られ | 薄く |
| ⑧ | 収縮し | 引っ張られ | 厚く |

問 3 下線部(2)について、カメラでは絞りを調節することで明るさを調節しており、ヒトの眼も虹彩の筋肉によって瞳孔の直径が調節されている。次の文章はヒトの眼における明暗調節のしくみを説明したものである。文章中の空欄に入る語句の組み合わせとして、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。

【文章】

暗い場所から明るい場所に入ると、まぶしくてものがよく見えないが、( セ )のはたらしきによって瞳孔が縮小し、さらに、視細胞の光に対する( ソ )が下がるため見えるようになる。この調節を( タ )順応という。

- |   | セ     | ソ  | タ |
|---|-------|----|---|
| ① | 交感神経  | 閾値 | 暗 |
| ② | 交感神経  | 閾値 | 明 |
| ③ | 交感神経  | 感度 | 暗 |
| ④ | 交感神経  | 感度 | 明 |
| ⑤ | 副交感神経 | 閾値 | 暗 |
| ⑥ | 副交感神経 | 閾値 | 明 |
| ⑦ | 副交感神経 | 感度 | 暗 |
| ⑧ | 副交感神経 | 感度 | 明 |

問 4 下線部(3)について、図のア～コのうち黄斑と盲斑の部位として、最も適切なものをそれぞれ次の選択肢から1つずつ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

黄斑  盲斑

- ① ア                      ② イ                      ③ ウ                      ④ エ                      ⑤ オ  
⑥ カ                      ⑦ キ                      ⑧ ク                      ⑨ ケ                      a コ

問 5 下線部(4)について、ヒトの眼の水平断面図における左右の判断は盲斑と黄斑の位置関係からできる。次の文章中の空欄に入る語句の組み合わせとして、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。

【文章】

眼の水平断面では、左右ともに盲斑は( チ )側にあり、黄斑は( ツ )側にある。したがって、この図は( テ )眼であると判断できる。

- チ              ツ              テ  
① 鼻              耳              右  
② 鼻              耳              左  
③ 耳              鼻              右  
④ 耳              鼻              左



〔文章Ⅱ〕

受容器で受容した刺激の情報は、神経系を介して中枢で処理されると、効果器へと伝わり刺激に応じた反応が起こる。骨格筋は効果器の一つとしてよく研究されており、( ト )と呼ばれる( ナ )核の細胞からできている。その細胞質には多数の( ニ )が存在し、光学顕微鏡でさらに詳しく観察すると、( ニ )は( ヌ )帯と( ネ )帯が交互に連なった構造をしている。( ネ )帯の中央はZ膜で仕切られており、Z膜からZ膜の間にある構造物が基本単位となるサルコメアである。サルコメアは( ノ )フィラメントと、酵素としてはたらく突起をもつ( ハ )フィラメントが規則正しく重なり合った構造をしており、運動神経からの興奮伝達によって滑り込みが起こる。

問 6 文中の空欄( ト )～( ネ )に入る語句の組み合わせとして、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。 

g
---

	ト	ナ	ニ	ヌ	ネ
①	筋繊維	単	筋原繊維	明	暗
②	筋繊維	多	筋原繊維	明	暗
③	筋繊維	単	筋原繊維	暗	明
④	筋繊維	多	筋原繊維	暗	明
⑤	筋原繊維	単	筋繊維	明	暗
⑥	筋原繊維	多	筋繊維	明	暗
⑦	筋原繊維	単	筋繊維	暗	明
⑧	筋原繊維	多	筋繊維	暗	明

問 7 骨格筋の収縮には、ある金属イオンも必要である。その金属イオンの名称と、その金属イオンが貯蔵されている細胞内構造物の名称、および、文中の空欄(ノ)と(ハ)に入る語句の組み合わせとして、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。

	金属イオン	細胞内構造物	ノ	ハ
①	ナトリウムイオン	筋小胞体	アクチン	ミオシン
②	ナトリウムイオン	筋小胞体	ミオシン	アクチン
③	ナトリウムイオン	シナプス小胞	アクチン	ミオシン
④	ナトリウムイオン	シナプス小胞	ミオシン	アクチン
⑤	カルシウムイオン	筋小胞体	アクチン	ミオシン
⑥	カルシウムイオン	筋小胞体	ミオシン	アクチン
⑦	カルシウムイオン	シナプス小胞	アクチン	ミオシン
⑧	カルシウムイオン	シナプス小胞	ミオシン	アクチン

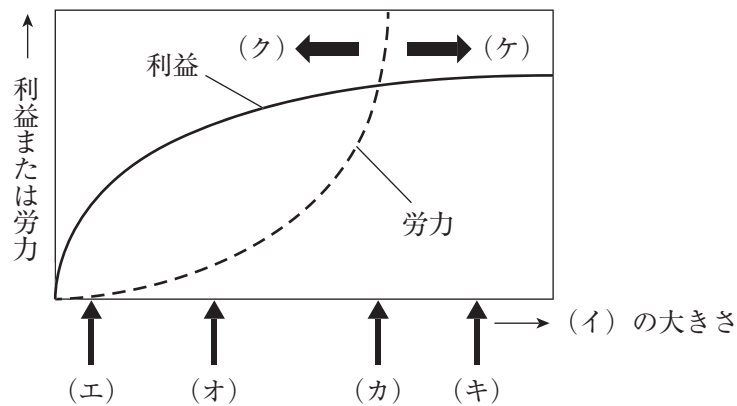
6

生態と環境に関する次の問1～5に答えなさい。〔解答記号  ～  〕

〔文章I〕

生物が生存するために必要なものを資源といい、多くの場合、資源をめくり競争が起こる。同種の個体間では同じ資源を必要とするため、競争が起こりやすく、繁殖や摂食にかかわる相互作用がみられる。(ア)や(イ)はその一例である。

定住して生活する個体や(ア)が日常的に行動する範囲を(ウ)といい、(ウ)のうち、同種他個体を排除する空間を(イ)という。次の図は、横軸がある動物の(イ)の大きさ、縦軸が(イ)から得られる利益や(イ)を維持する労力との関係を示しているグラフである。



図

問1 文中の空欄(ア)～(ウ)に入る語句の組み合わせとして、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。

- |   | ア   | イ   | ウ   |
|---|-----|-----|-----|
| ① | 群れ  | 縄張り | 行動圏 |
| ② | 群れ  | 縄張り | 生活圏 |
| ③ | 群れ  | ニッチ | 行動圏 |
| ④ | 群れ  | ニッチ | 生活圏 |
| ⑤ | ニッチ | 縄張り | 行動圏 |
| ⑥ | ニッチ | 縄張り | 生活圏 |
| ⑦ | ニッチ | 群れ  | 行動圏 |
| ⑧ | ニッチ | 群れ  | 生活圏 |
| ⑨ | 縄張り | ニッチ | 行動圏 |
| a | 縄張り | ニッチ | 生活圏 |
| b | 縄張り | 群れ  | 行動圏 |
| c | 縄張り | 群れ  | 生活圏 |

問 2 図のグラフについて、最適な大きさの(イ)と、個体群密度が上昇した場合の、労力のグラフの変化を示したものの組み合わせとして、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、最適な(イ)の大きさは横軸の(エ)～(キ)から1つ選び、個体群密度が上昇した場合の労力のグラフは(ク)または(ケ)のいずれの方向に変化するかを選ぶこととする。

- |   | 最適な(イ) | 労力のグラフ |
|---|--------|--------|
| ① | (エ)    | (ク)    |
| ② | (エ)    | (ケ)    |
| ③ | (オ)    | (ク)    |
| ④ | (オ)    | (ケ)    |
| ⑤ | (カ)    | (ク)    |
| ⑥ | (カ)    | (ケ)    |
| ⑦ | (キ)    | (ク)    |
| ⑧ | (キ)    | (ケ)    |

問 3 資源をめぐる競争は、異種の生物どうしてもみられるが、同一空間に生息するにもかかわらず、要求する資源が異なれば、共生がみられることがある。共生の例として最も不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 根粒菌とマメ科植物
- ② カクレウオとナマコ
- ③ コマユバチとチョウの幼虫
- ④ アリとアブラムシ

〔文章Ⅱ〕

生態系は役割によって生産者と消費者に分けることができる。生産者が光合成によって無機物から有機物を生産する過程を物質生産<sup>(1)</sup>という。生産者が一定期間内に光合成によって生産した有機物の合計は(コ)量といい、(コ)量から呼吸量を引いた値は(サ)量である。(サ)量からさらに、(シ)を引いた残りが(ス)量となる。

一方、消費者は生産者を摂食する一次消費者と、一次消費者を摂食する二次消費者というように、下位の栄養段階の生物を摂食する。

問 4 文中の空欄( コ )~( ス )に入る語句の組み合わせとして、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。

	コ	サ	シ	ス
①	純生産	総生産	被食量	成長
②	純生産	総生産	枯死量	成長
③	純生産	総生産	被食量と枯死量	成長
④	純生産	総生産	成長量	被食
⑤	純生産	総生産	成長量	枯死
⑥	総生産	純生産	被食量	成長
⑦	総生産	純生産	枯死量	成長
⑧	総生産	純生産	被食量と枯死量	成長
⑨	総生産	純生産	成長量	被食
Ⓐ	総生産	純生産	成長量	枯死

問 5 本問題の正答が複数あったため、削除しております。ご了承ください。

7

生物の進化と系統に関する次の問1～5に答えなさい。〔解答記号  ～  〕

〔文章I〕

ハーディー・ワインベルグの法則とは集団遺伝学の基礎となる法則であり、イギリスの数学者ハーディーとドイツの医師ワインベルグによって導かれた法則である。ハーディー・ワインベルグの法則が成立する集団はハーディー・ワインベルグ平衡(遺伝子平衡)にある<sup>(1)</sup>とい、このような集団では遺伝子頻度は世代をこえて変化しない。

いま、ハーディー・ワインベルグの法則が成立する集団の遺伝子頻度について考える。遺伝の法則に従って遺伝する形質の対立遺伝子をAとaとし、対立遺伝子Aの遺伝子頻度をp、対立遺伝子aの遺伝子頻度をqとすると(ただし、 $p + q = 1$ とする)、この集団内で交配が起きた結果生じた子の集団の遺伝子型の頻度は、それぞれAAは(ア)、Aaは(イ)、aaは(ウ)となる。

問1 文中の空欄(ア)～(ウ)に入る文字式として、最も適切なものを次の選択肢からそれぞれ1つずつ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

(ア)  (イ)  (ウ)

- ① p                      ② q                      ③ pq                      ④  $2pq$   
 ⑤  $p^2$                       ⑥  $q^2$                       ⑦  $p - q$                       ⑧  $p + q$

問2 下線部(1)について、この法則が成立する条件の1つに、注目した形質に自然選択がはたらかないこと、という条件がある。この自然選択説を提唱した人物として、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 木村資生                      ② ミラー                      ③ 山中伸弥  
 ④ ラマルク                      ⑤ ダーウィン                      ⑥ メンデル

問 3 進化に関する記述(i)~(iii)の正誤の組み合わせとして、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。

- (i) 異なる生物どうしが繁殖や生存に影響を与え合いながら互いの形質が選択圧となって適応進化が起こる現象を共進化という。
- (ii) 集団内の遺伝子頻度が偶然に左右されて変化することを遺伝的浮動という。
- (iii) 地理的隔離によって分かれた集団に生殖的隔離が起こって種分化が生じることを同所的種分化という。

	(i)	(ii)	(iii)
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

〔文章Ⅱ〕

光合成を行い、陸上で生活する多細胞生物を植物という。植物は、種子の形成の有無や、維管束の有無によってさらに、いくつかに分類されている。植物のうち胞子で繁殖し、維管束を持たないものを(エ)といい、維管束を持つものを(オ)という。山道や裏庭などでふつうに見かける(エ)は配偶体であり、(オ)は孢子体である。

問 4 下線部(2)について、文中の空欄(エ)に入る語句と、配偶体の核相の組み合わせとして、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。

	エ	配偶体の核相
①	コケ植物	n(单相)
②	コケ植物	2n(複相)
③	シダ植物	n(单相)
④	シダ植物	2n(複相)
⑤	裸子植物	n(单相)
⑥	裸子植物	2n(複相)
⑦	被子植物	n(单相)
⑧	被子植物	2n(複相)

問 5 下線部(3)について，文中の空欄( オ )に入る語句と，孢子体の核相の組み合わせとして，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。 

g
---

- | オ      | 孢子体の核相 |
|--------|--------|
| ① コケ植物 | n(单相)  |
| ② コケ植物 | 2n(複相) |
| ③ シダ植物 | n(单相)  |
| ④ シダ植物 | 2n(複相) |
| ⑤ 裸子植物 | n(单相)  |
| ⑥ 裸子植物 | 2n(複相) |
| ⑦ 被子植物 | n(单相)  |
| ⑧ 被子植物 | 2n(複相) |









## 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

11 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
---	---	---	---	---	---	---	---	---