

## 2016年度 一般入試B日程

# 理科〔物理 化学 生物〕

### 〔注意事項〕

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子の中を見てはいけません。
2. 問題冊子の出題科目、ページ等は、下表のとおりです。監督者の指示に従って確認下さい。

出題科目	大問題番号	ページ	受験対象
物理	I～IV	P1～P14	医療保健学部
化学(医療保健学部) (看護学部)	I～IV	P15～P26	医療保健学部 看護学部
生物	I～IV	P45～P62	
化学(薬学部)	I～V	P27～P44	薬学部

3. 解答用紙はマーク・シート1枚です。
4. 問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせ下さい。
5. マークは、マーク・シートに記載してある「記入上の注意」をよく読んだうえで、正しくマーク下さい。
6. 受験番号及び氏名は、マーク・シートの所定欄に正確に記入し、また受験番号欄の番号を正しくマーク下さい。
7. 監督者の指示があってから、マーク・シートの左上部にある「科目欄」に受験する科目名を記入下さい。
8. 問題冊子の中にある余白ページを下書き用紙として利用してもかまわない。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰り下さい。

# 物 理 B

(60分 100点)

I 次の〔問1〕～〔問6〕に答えなさい。(30点)

〔問1〕 図1のように、3つのばねばかり A, B, C を1点でつないで引っ張るとつり合った。このとき、ばねばかり A は 4.0 N の目盛りをさしていた。ばねばかり B のさす目盛りはおよそ何 N か。下の①～⑤の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。  N

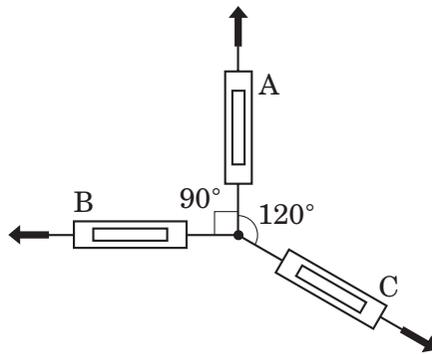


図 1

① 2.3

② 4.0

③ 6.9

④ 8.0

⑤ 16

〔問2〕ばね定数が  $k$  の軽いばねの一端を天井に固定し、他端に小球をつるした。ばねが自然の長さになる位置で小球を支えて静止させた後、小球を静かにはなしたところ、小球はばねの自然の長さからの伸びが  $d$  となる位置まで落下し、その後上昇を始めた。小球が最初に最下点に達するまでに、ばねの弾性力が小球にした仕事はいくらか。次の①～⑥の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。 2

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

〔問3〕図2は、 $x$  軸の正の向きに進む縦波を、 $x$  軸の正の向きの変位を  $y$  軸の正の向きの変位に、 $x$  軸の負の向きの変位を  $y$  軸の負の向きの変位に取り直して、横波のように表したものである。媒質の最も疎な点はどこか。下の①～④の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。 3

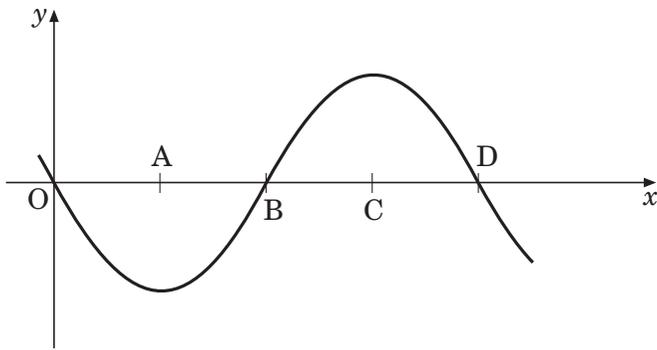


図 2

- ① A                      ② B                      ③ C                      ④ D

〔問 4〕 断面積  $2.0 \text{ mm}^2$ 、長さ  $80 \text{ cm}$  で  $0.72 \Omega$  の抵抗をもつ銅線 A がある。同じ抵抗率で、長さを  $40 \text{ cm}$  にした銅線 B の抵抗は  $9.0 \times 10^{-2} \Omega$  であった。このとき、銅線 B の直径は銅線 A の直径の何倍か。次の①～⑤の中から最も適切なものを 1 つ選びマークしなさい。  倍

- ① 0.50      ② 0.71      ③ 1      ④ 1.4      ⑤ 2

〔問 5〕 図 3 のように、棒磁石の N 極をコイルから遠ざけると、誘導電流は a の向きに流れた。次の A～C のうち、誘導電流が b の向きに流れるものはどれか。下の①～⑥の中から最も適切なものを 1 つ選びマークしなさい。

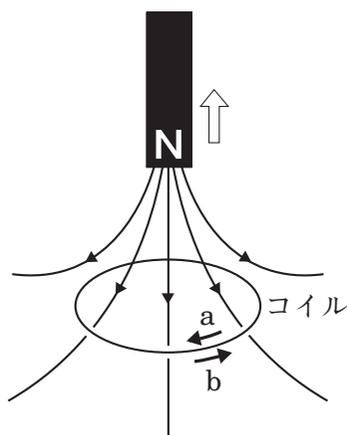


図 3

A N 極を近づける。      B S 極を近づける。      C S 極を遠ざける。

- ① A のみ      ② B のみ      ③ C のみ  
④ A と B      ⑤ A と C      ⑥ B と C

〔問6〕 ウラン 235 ( $^{235}\text{U}$ ) の原子核 1 個が分裂するときが発生するエネルギーは、およそ  $3.2 \times 10^{-11} \text{ J}$  である。1 g の  $^{235}\text{U}$  が完全に核分裂すると、何 J のエネルギーが発生するか。次の①～⑥の中から最も適切なものを 1 つ選びマークしなさい。ただし、1 g の  $^{235}\text{U}$  には原子核が  $2.55 \times 10^{21}$  個含まれるとする。

J

- ①  $8.2 \times 10^{10}$
- ②  $8.2 \times 10^{13}$
- ③  $8.2 \times 10^{16}$
- ④  $8.0 \times 10^{30}$
- ⑤  $8.0 \times 10^{34}$
- ⑥  $8.0 \times 10^{37}$

Ⅱ 物体の運動とエネルギーに関する次の〔問1〕・〔問2〕に答えなさい。(20点)

〔問1〕 図1のように、水平面上にばね定数  $k$  の軽いばねを置いて一端を壁に固定し、他端に質量を無視できる板を取りつけた。いま、質量  $m$  の小球を板に接したまま、ばねが自然の長さとなる点 A から  $d$  だけ押し縮めて手をはなすと、小球は点 A で板から離れ、水平面上を点 B まで運動し、水平面に接続された傾き  $\theta$  の斜面上を上昇した。水平面と斜面はいずれも摩擦がなく、点 B で小球はなめらかに向きを変えるものとする。

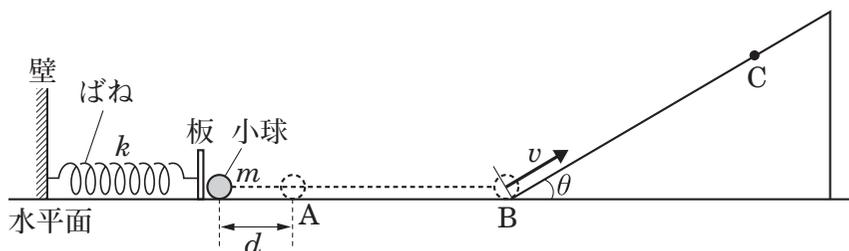


図 1

(1) 小球が点 B を通過するときの速さ  $v$  はいくらか。次の①～⑤の中から最も適

切なものを 1 つ選びマークしなさい。  $v =$

- ①  $\sqrt{\frac{kd}{m}}$     ②  $\sqrt{\frac{2kd}{m}}$     ③  $d\sqrt{\frac{k}{m}}$     ④  $d\sqrt{\frac{2k}{m}}$     ⑤  $\frac{kd}{m}$

(2) 小球は斜面上の点 C で向きを変え、再び水平面上に戻ってきた。斜面上を上昇した距離 BC はいくらか。次の①～⑤の中から最も適切なものを 1 つ選びマークしなさい。ただし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。 8

- ①  $\frac{v^2 \sin \theta}{2g}$     ②  $\frac{v^2 \sin \theta}{g}$     ③  $\frac{v^2}{g}$     ④  $\frac{v^2}{2g \sin \theta}$     ⑤  $\frac{v^2}{g \sin \theta}$

〔問 2〕 図 2 のように、なめらかな水平面上に質量  $2.0 \text{ kg}$  の物体 A を置き、その上に質量  $1.0 \text{ kg}$  の物体 B を置く。物体 A に水平方向に大きさ  $F = 18 \text{ N}$  の力を加えると、物体 A と物体 B は一体となって運動した。重力加速度の大きさを  $9.8 \text{ m/s}^2$  とする。

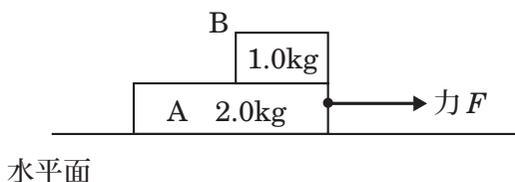


図 2

- (1)  $F = 18 \text{ N}$  で物体 A, B が動いているときの加速度の大きさは何  $\text{m/s}^2$  か。次の①～⑤の中から最も適切なものを 1 つ選びマークしなさい。   $\text{m/s}^2$
- ① 2.0      ② 3.0      ③ 4.0      ④ 6.0      ⑤ 12
- (2)  $F$  を大きくして、物体 B が物体 A に対してすべるときを考える。このとき、物体 B の水平面に対する加速度の大きさは何  $\text{m/s}^2$  か。次の①～⑤の中から最も適切なものを 1 つ選びマークしなさい。ただし、物体 A と物体 B との間での動摩擦係数を  $0.50$  とする。   $\text{m/s}^2$
- ① 1.7      ② 2.5      ③ 3.3      ④ 4.9      ⑤ 6.0
- (3) (2) のとき、物体 A の水平面に対する加速度の大きさは  $7.5 \text{ m/s}^2$  であった。このときの  $F$  の値は何  $\text{N}$  か。次の①～⑤の中から最も適切なものを 1 つ選びマークしなさい。   $\text{N}$
- ① 18      ② 20      ③ 23      ④ 25      ⑤ 27

### Ⅲ 熱と波に関する次の〔問1〕～〔問3〕に答えなさい。(30点)

〔問1〕 図1のように、なめらかに動く軽いピストンの付いた容器に気体を閉じ込め、ピストンの上におもりをのせる。このときを状態(I)とする。容器内の気体を加熱していくと、やがて、ストッパー AB からピストンが離れてゆっくり上昇し、ストッパー CD の位置で静止した。このときを状態(II)とする。状態(II)でおもりを取り去り、気体を冷却していくと、ピストンがストッパー AB の位置まで下降し、状態(I)のときの気体の圧力、絶対温度、体積に戻った。状態(I)から状態(II)にする操作を操作(あ)、状態(II)から状態(I)にする操作を操作(い)とする。

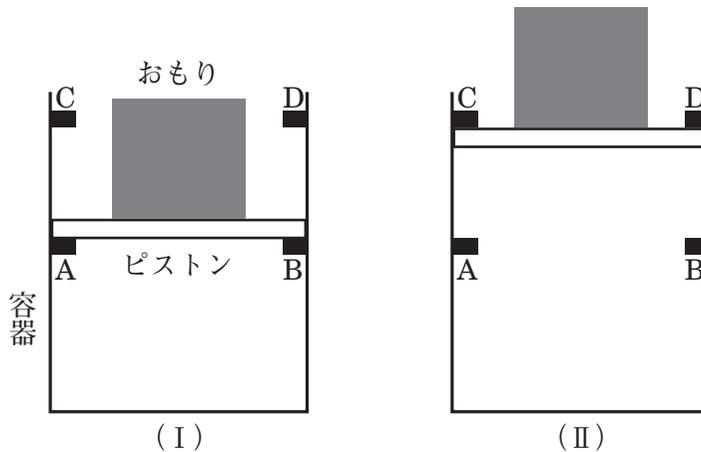


図 1

- (1) 操作(あ)で、容器内の気体が吸収した熱量は  $8.4 \times 10^2 \text{ J}$ 、気体が外部にした仕事は  $2.1 \times 10^2 \text{ J}$  であった。また、操作(い)で、容器内の気体が放出した熱量は  $7.4 \times 10^2 \text{ J}$ 、気体が外部からされた仕事は  $1.1 \times 10^2 \text{ J}$  であった。操作(あ)と操作(い)を繰り返すことを1つの熱機関と考えたとき、この熱機関の熱効率は何%か。次の①～⑤の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。

%

- ① 12            ② 14            ③ 25            ④ 28            ⑤ 48

- (2) (1)のように、これを1つの熱機関と考えたとき、この熱機関がした仕事は、操作(あ)でのおもりの位置エネルギーの変化に等しい。操作(あ)でのおもりの移動距離が 20 cm であったとき、おもりの質量はおよそ何 kg か。次の①～⑤の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。ただし、重力加速度の大きさを  $9.8 \text{ m/s}^2$  とする。  kg

- ① 11            ② 21            ③ 31            ④ 41            ⑤ 51

〔問 2〕 長さ 15 m の媒質を 4 Hz で振動させて波をつくったところ、媒質の両端 A、B で反射して図 2 のような定常波（定在波）ができた。

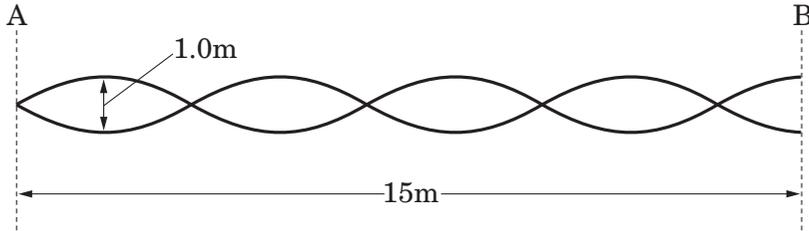


図 2

(1) もとの進行波の速さは何 m/s か。次の①～⑤の中から最も適切なものを 1 つ選びマークしなさい。  m/s

- ① 6.7      ② 13      ③ 20      ④ 27      ⑤ 30

(2) もとの進行波の振幅は何 m か。次の①～⑤の中から最も適切なものを 1 つ選びマークしなさい。  m

- ① 0      ② 0.25      ③ 0.50      ④ 1.0      ⑤ 2.0

(3) A 点に関する記述として、次の①～④の中から最も適切なものを 1 つ選びマークしなさい。

- ① A 点は固定端であり、定常波の節になっている。  
 ② A 点は固定端であり、定常波の腹になっている。  
 ③ A 点は自由端であり、定常波の節になっている。  
 ④ A 点は自由端であり、定常波の腹になっている。

[問3] 図3のような気柱の共鳴装置で、振動数800 Hzのおんさをを使って共鳴点をさがしたところ、管口から水面までの距離が9.70 cm, 31.2 cm, 52.7 cmのところで共鳴が起こった。

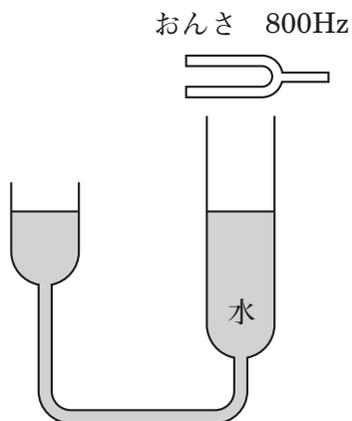


図 3

(1) おんさが発する音波の周期は何 s か。次の①～⑤の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。  s

- ①  $8.00 \times 10^{-4}$       ②  $1.25 \times 10^{-3}$       ③  $2.50 \times 10^{-3}$   
 ④  $1.25 \times 10^{-2}$       ⑤  $2.50 \times 10^{-2}$

(2) 音速は何 m/s か。次の①～⑤の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。  m/s

- ① 310      ② 340      ③ 344      ④ 622      ⑤ 688

## IV 電気に関する次の〔問1〕・〔問2〕に答えなさい。(20点)

〔問1〕 ある長さの電熱線に  $1 \times 10^2 \text{ V}$  の電圧を 0.1 秒間かけると、その間、一定の電流が流れ、消費電力が  $1 \times 10^3 \text{ W}$  であった。

- (1) この電熱線に  $1 \times 10^2 \text{ V}$  の電圧を 0.5 秒間かけたときの消費された電力量は何 J か。次の①～⑤の中から最も適切なものを 1 つ選びマークしなさい。

J

- ①  $5 \times 10^2$     ②  $2 \times 10^3$     ③  $5 \times 10^3$     ④  $2 \times 10^4$     ⑤  $5 \times 10^4$

- (2) この電熱線の抵抗は何  $\Omega$  か。次の①～⑤の中から最も適切なものを 1 つ選びマークしなさい。   $\Omega$

- ①  $1 \times 10$     ②  $1 \times 10^2$     ③  $1 \times 10^3$     ④  $1 \times 10^4$     ⑤  $1 \times 10^5$

- (3) この電熱線に流れた電流は何 A か。次の①～⑤の中から最も適切なものを 1 つ選びマークしなさい。  A

- ①  $1 \times 10$     ②  $1 \times 10^2$     ③  $1 \times 10^3$     ④  $1 \times 10^4$     ⑤  $1 \times 10^5$

〔問2〕 円筒状に導線を密に巻いたものをソレノイドという。ソレノイド1、2と方位磁石A～Dを図1のように置き、矢印の向きに電流を流した。

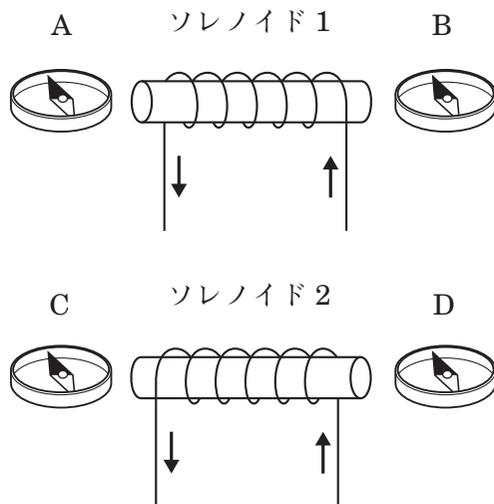


図 1

(1) 方位磁石が図2の向きになるものはどれか。下の①～⑥の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。ただし、地磁気の影響は無視できるものとする。

22



図 2

- ① AとB
- ② AとC
- ③ AとD
- ④ BとC
- ⑤ BとD
- ⑥ CとD

(2) ソレノイドの内部にできる磁界の強さに関する記述として、次の①～⑥の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。

23

- ① 単位長さあたりの巻き数が少なく、流れる電流が小さいほど強い。
- ② 単位長さあたりの巻き数が少なく、流れる電流が大きいほど強い。
- ③ 単位長さあたりの巻き数が多く、流れる電流が小さいほど強い。
- ④ 単位長さあたりの巻き数が多く、流れる電流が大きいほど強い。
- ⑤ 流れる電流が小さいほど強いが、単位長さあたりの巻き数には影響されない。
- ⑥ 流れる電流が大きいほど強いが、単位長さあたりの巻き数には影響されない。

# 化学(医療保健学部・看護学部) (60分 100点)

必要ならば、原子量、数値は次の値を使いなさい。

H 1.0 C 12 O 16 S 32 Fe 56

標準状態で気体 1 mol が占める体積 22.4 L

I 次の〔問1〕,〔問2〕に答えなさい。(28点)

〔問1〕 次の(1)~(5)の問いの答として最も適切なものを、それぞれの解答群の中から1つ選び、マークしなさい。

(1) 次の物質の組合せのうち、いずれも単体であるものはどれか。

- ① 硫黄と水                      ② アンモニアと窒素                      ③ メタンとフラーレン  
④ オゾンと黒鉛                      ⑤ エタノールとドライアイス

(2) 次の物質のうち、混合物はどれか。

- ① 二酸化炭素                      ② ダイヤモンド                      ③ 塩酸  
④ 酢酸                      ⑤ 過酸化水素

(3) 常温・常圧で気体として存在するものはどれか。

- ① 塩素                      ② ヒ素                      ③ ホウ素                      ④ ケイ素                      ⑤ 臭素

(4) 塩化ナトリウムに含まれる成分元素の検出で、ア，イに当てはまる色の組合せとして正しいのはどれか。4

a 水溶液を白金線につけてガスバーナーの外炎に入れると、ア色の炎が確認できる。

b 水溶液に硝酸銀水溶液を加えると、イ色の沈殿が生じる。

	ア	イ
①	赤	黄
②	赤	白
③	黄	黒
④	黄	白
⑤	緑	黄
⑥	緑	黒

(5) 気体における分子の状態について、誤っているものはどれか。5

- ① 分子間の距離は大きい。
- ② 分子は激しく熱運動している。
- ③ 分子間の引力はほとんど働かない。
- ④ 分子は衝突しながら飛び回っている。
- ⑤ 分子はつねに同じ速さで運動している。

[問2] 次の(1)~(5)の問いの答として最も適切なものを、それぞれの解答群の中から1つ選び、マークしなさい。

(1) 最外殻電子の数が等しい元素の組合せはどれか。 6

- ① BeとNa    ② BとC    ③ OとS    ④ HeとNe    ⑤ NとSi

(2) 次の原子のうちで、安定なイオンを生成した際にアルゴン原子と同じ電子配置になるものはどれか。 7

- ① ベリリウム    ② アルミニウム    ③ 酸素  
④ 塩素    ⑤ ナトリウム

(3) リンP, 塩素Cl, マグネシウムMgをイオン化エネルギーの小さい順に並べたものはどれか。 8

- ①  $P < Cl < Mg$     ②  $P < Mg < Cl$     ③  $Cl < P < Mg$   
④  $Cl < Mg < P$     ⑤  $Mg < P < Cl$     ⑥  $Mg < Cl < P$

(4) 次の原子またはイオンのうち、中性子数と電子数が等しいものはどれか。

9

- ①  $^{39}\text{K}^+$     ②  $^{35}\text{Cl}^-$     ③  $^{21}\text{Ne}$     ④  $^{13}\text{C}$     ⑤  $^{27}\text{Al}^{3+}$

(5) フッ素に関する説明で誤っているものはどれか。 10

- a 単体は2個の原子からなる二原子分子を形成しやすい。  
b 6個の価電子をもち、2価の陰イオンになりやすい。  
c 第2周期に属する元素の中では最も陰性が強い。

- ① aのみ    ② bのみ    ③ cのみ    ④ aとb  
⑤ aとc    ⑥ bとc    ⑦ aとbとc

II 次の(1)~(5)の問いの答として最も適切なものを、それぞれの解答群の中から1つ選び、マークしなさい。(18点)

(1) 次の物質のうち、イオン結合をもつものはどれか。 11

- ①  $\text{CCl}_4$       ②  $\text{H}_2\text{O}_2$       ③  $\text{NH}_3$       ④  $\text{SiO}_2$       ⑤  $\text{NH}_4\text{Cl}$

(2) 分子を構成するすべての原子が単結合のみで結合し、その分子モデルが直線形で表されるものはどれか。 12

- ① 水      ② 窒素      ③ メタン      ④ 水素      ⑤ 二酸化炭素

(3) ある気体を標準状態で5.6 Lはかり取ったときの質量は11 gであった。この気体の分子量はいくらか。 13

- ① 17      ② 28      ③ 32      ④ 37      ⑤ 44

(4) 次の金属に関する記述のうち、誤っているものはどれか。 14

- ① 金属元素は陽性が強い。  
 ② 自由電子は金属原子を互いに結び付ける働きをしている。  
 ③ 金属光沢は自由電子の作用によるものである。  
 ④ 叩いて箔にすることができる性質を延性という。  
 ⑤ 電気伝導性や熱伝導性に優れている。

- (5) 次のイオン反応式の空欄は係数を表している。次の a, b の問いに答えよ。  
ただし、係数は最も簡単な整数比になるようにつけるものとする。



a X に当てはまる係数はどれか。

- ① 4      ② 6      ③ 8      ④ 10      ⑤ 12      ⑥ 14

b Y に当てはまる係数はどれか。

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

Ⅲ 次の〔問1〕, 〔問2〕に答えなさい。(27点)

〔問1〕 次の(1)~(3)の問いの答として最も適切なものを, それぞれの解答群の中から1つ選び, マークしなさい。

(1) 濃度が等しい, 酢酸水溶液, 水酸化ナトリウム水溶液, 塩酸について, 次の a, b の問いに答えよ。

a pHの小さい順にならべたものはどれか。 17

- ① 酢酸水溶液 < 水酸化ナトリウム水溶液 < 塩酸
- ② 酢酸水溶液 < 塩酸 < 水酸化ナトリウム水溶液
- ③ 水酸化ナトリウム水溶液 < 酢酸水溶液 < 塩酸
- ④ 水酸化ナトリウム水溶液 < 塩酸 < 酢酸水溶液
- ⑤ 塩酸 < 酢酸水溶液 < 水酸化ナトリウム水溶液
- ⑥ 塩酸 < 水酸化ナトリウム水溶液 < 酢酸水溶液

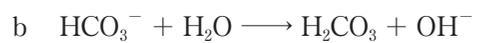
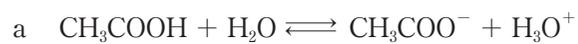
b 0.10 mol/Lの酢酸水溶液のpHが3のとき, 電離度はいくらか。 18

- ① 0.003
- ② 0.01
- ③ 0.03
- ④ 0.1
- ⑤ 0.3

(2) 次の物質を水に溶かしたとき, 塩基性を示すものはどれか。 19

- ① 塩化カルシウム
- ② 硝酸カリウム
- ③ 硫酸銅
- ④ 炭酸ナトリウム
- ⑤ 塩化アンモニウム

(3) 次の反応 a, b において、ブレンステッドの定義における塩基として働いているものの組み合わせはどれか。 20



	a	b
①	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{HCO}_3^-$
②	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{H}_2\text{O}$
③	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{HCO}_3^-$
④	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_2\text{O}$

〔問2〕 水溶液の pH 変化によって色調が変わる色素を指示薬という。中和滴定の終点を判断するのに用いられるメチルオレンジは、pH が 4.4 よりも大きい場合には ア を示し、3.1 より小さい場合には イ を示す特性をもっている。

0.60 mol/L の塩酸 10 mL をホールピペットではかり取り、コニカルビーカーに移した。指示薬としてメチルオレンジを加えた後、ビュレットから濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液を滴下したところ、12 mL 加えたところで終点に達した。

これについて、次の (1)～(5) の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適切なものを 1 つ選び、マークしなさい。

(1) ア , イ に当てはまる色の組み合わせはどれか。 21

	ア	イ
①	無色	赤色
②	赤色	無色
③	赤色	黄色
④	黄色	赤色
⑤	黄色	青色
⑥	青色	黄色

(2) メチルオレンジを指示薬として用いることができない酸と塩基の組み合わせはどれか。 22

- ① 塩酸とアンモニア水
- ② 酢酸水溶液と水酸化ナトリウム水溶液
- ③ 硝酸と水酸化ナトリウム水溶液
- ④ 硝酸とアンモニア水
- ⑤ 塩酸と水酸化カリウム水溶液

(3) ホールピペット，コニカルビーカー，ビュレットのうち，内部が水で濡れていると正確に量れないものはどれか。 23

- ① ホールピペットのみ
- ② コニカルビーカーのみ
- ③ ビュレットのみ
- ④ ホールピペット，コニカルビーカー
- ⑤ ホールピペット，ビュレット
- ⑥ コニカルビーカー，ビュレット
- ⑦ ホールピペット，コニカルビーカー，ビュレット

(4) 水酸化ナトリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。 24 mol/L

- ① 0.2      ② 0.5      ③ 0.8      ④ 1.0      ⑤ 1.2

(5) 次の記述のうち，誤っているものはどれか。 25

- ① 中和滴定で濃度が正確にわかっている溶液を標準溶液という。
- ② 酸の  $\text{H}^+$  と塩基の  $\text{OH}^-$  とが結合して水ができる反応が中和反応である。
- ③ 中和する酸・塩基の物質量は，酸性や塩基性の強さによって異なる。
- ④ 中和点における水溶液の pH は 7 になるとは限らない。
- ⑤ 弱酸と弱塩基の中和滴定では指示薬を使って中和点を知ることは難しい。

IV 次の〔問1〕, 〔問2〕に答えなさい。(27点)

〔問1〕 次の(1)~(4)の問いの答として最も適切なものを、それぞれの解答群の中から1つ選び、マークしなさい。

(1) 次の金属で、常温で水とは反応しないが、高温の水蒸気とは反応するものはどれか。 26

a スズ      b カルシウム      c 鉄

- ① aのみ      ② bのみ      ③ cのみ      ④ aとb  
⑤ aとc      ⑥ bとc      ⑦ aとbとc

(2) 次の物質のうち、下線部の原子の酸化数が最も大きいものはどれか。

27

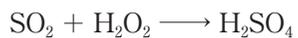
- ① HNO<sub>3</sub>      ② H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>      ③ HClO<sub>2</sub>      ④ H<sub>2</sub>S      ⑤ NO<sub>2</sub>

(3) 次の酸化還元反応において、還元剤はどれか。 28



- ① FeCl<sub>3</sub>      ② SnCl<sub>2</sub>      ③ FeCl<sub>2</sub>      ④ SnCl<sub>4</sub>

(4) 二酸化硫黄と過酸化水素の反応について、次の a、b の問いに答えよ。



a 硫黄原子の酸化数の変化を表しているのはどれか。 29

① +2  $\longrightarrow$  +4      ② +2  $\longrightarrow$  +6      ③ +4  $\longrightarrow$  +2

④ +4  $\longrightarrow$  +6      ⑤ +6  $\longrightarrow$  +2      ⑥ +6  $\longrightarrow$  +4

b 二酸化硫黄を、100 mL の過酸化水素水 (質量パーセント濃度 3.1 %) に吹き込んで過酸化水素と完全に反応させた。このとき生成した硫酸は何 g か。た

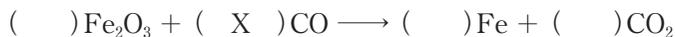
だし、過酸化水素水の密度は  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とする。 30 g

① 3      ② 6      ③ 9      ④ 12      ⑤ 15

〔問2〕 鉄は、鉄鉱石をコークスなどと共に溶鉱炉の中で加熱する製錬により作られる。コークスは、主成分である炭素が炉内に吹き込まれた熱風により一酸化炭素となり、これが鉄鉱石に含まれる酸化鉄(Ⅲ)と反応することで鉄が得られる。

これについて、次の(1)~(3)の問いの答として最も適切なものを、それぞれの解答群の中から1つ選び、マークしなさい。

- (1) この反応は次式で表される。空欄は係数を表し、係数は最も簡単な整数比になるようにつけるものとする。次のa、bの問いに答えよ。



a Xに当てはまる係数はどれか。 31

- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5

b 一酸化炭素に含まれる炭素の酸化数の変化はどれか。 32

- ① 3減少      ② 2減少      ③ 1減少  
④ 1増加      ⑤ 2増加      ⑥ 3増加

- (2) コークス 1.0 kg 中に含まれる炭素を、すべて一酸化炭素にするために必要な酸素の量は標準状態で何Lか。ただし、コークス中に含まれる炭素の割合は93%とする。 33 L

- ①  $4.3 \times 10^2$       ②  $8.7 \times 10^2$       ③  $1.3 \times 10^3$   
④  $1.7 \times 10^3$       ⑤  $2.2 \times 10^3$       ⑥  $2.6 \times 10^3$

- (3) 鉄鉱石 5.0 kg から得られる鉄は何 kg か。ただし、鉄鉱石中に含まれる酸化鉄(Ⅲ)の割合は70%とする。 34 kg

- ① 1.5      ② 2.0      ③ 2.5      ④ 3.0      ⑤ 3.5

# 化 学(薬学部)

(60分 200点)

必要ならば，原子量，数値は次の値を使いなさい。

H 1.0    C 12    O 16    Ag 108

アボガドロ定数  $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

次の各問の答として最も適切なものを，それぞれの解答群から1つ選び，マークしなさい。

I 次の〔問1〕～〔問12〕に答えなさい。(54点)

〔問1〕 次の物質のうち，純物質はどれか。

- ① 空気      ② 海水      ③ 石油  
④ 塩酸      ⑤ 酢酸      ⑥ アンモニア水

〔問2〕 次の原子が安定なイオンになったとき，電子配置が他と異なるものはどれか。

- ① S      ② Cl      ③ K      ④ Mg      ⑤ Ca

〔問3〕 次の記述中の「酸素」のうちで、元素名として用いられているのはどれか。

3

- ① 水を電気分解すると、酸素と水素が発生する。
- ② 酸素とオゾンは、互いに同素体である。
- ③ 空気の主成分は、窒素と酸素である。
- ④ エタノールは炭素、水素、酸素からできている。
- ⑤ 植物は、光合成をする際に二酸化炭素を吸収し酸素を放出する。

〔問4〕 元素に関する記述のうちで、誤っているものはどれか。

4

- ① 原子番号 20 番までの元素は、すべて典型元素である。
- ② アルカリ金属は、1 価の陽イオンになりやすい。
- ③ Mg, Ca, Ba は、すべてアルカリ土類金属に属する。
- ④ 遷移元素は、すべて金属元素である。
- ⑤ 花火の着色には、金属元素の炎色反応が利用される。

〔問5〕 物質の三態に関する記述 a～cのうちで、固体にあてはまるものはどれか。

5

- a 分子は熱運動をしている。
- b 分子間に分子間力が働いて互いに集合している。
- c 分子間の距離が大きく、ほかの状態に比べて密度が小さい。

- ① aのみ      ② bのみ      ③ cのみ
- ④ aとb      ⑤ aとc      ⑥ bとc
- ⑦ aとbとc

〔問6〕 配位結合を持たないものはどれか。

- ①  $\text{H}_3\text{O}^+$       ②  $\text{NH}_4^+$       ③  $\text{HNO}_3$   
④  $\text{CsCl}$       ⑤  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$

〔問7〕 原子価が最も大きい原子はどれか。

- ① Ar      ② C      ③ Br      ④ S      ⑤ H

〔問8〕 イオン化エネルギーが最も小さい原子はどれか。

- ① He      ② Cl      ③ S      ④ K      ⑤ Mg

〔問9〕 イオン結合とイオン結晶に関する記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① イオン結合は陽イオンと陰イオンがクーロン力により結びついた結合である。  
② イオン結合性の物質を化学式で表す場合は組成式で表される。  
③ イオン結合性の物質はいずれも水に溶けやすい。  
④ イオン結合結晶は固体の状態では電気を通さないが、水に溶かして溶液とすると電気を通すようになる。  
⑤ 1 mol の塩化カルシウム中には 1 mol のカルシウムイオンと 2 mol の塩化物イオンが存在する。

〔問10〕 アセトン（ジメチルケトン）7.25 g 中に含まれる水素原子の個数はいくつか。

- ①  $1.51 \times 10^{23}$       ②  $2.26 \times 10^{23}$       ③  $4.52 \times 10^{23}$   
④  $6.02 \times 10^{23}$       ⑤  $9.03 \times 10^{23}$

[問11] 窒素, メタン, 水素からなる混合気体 80 mL に酸素 90 mL を加えて完全に燃焼させて乾燥したところ, 体積は 76 mL となった。さらに, これを水酸化ナトリウム水溶液に通すと体積は 44 mL となった。混合気体中の窒素の体積は何 mL か。  mL

- ① 16      ② 20      ③ 28      ④ 32      ⑤ 48

[問12] シュウ酸二水和物 21 g に水を加えて 500 mL の溶液を調製した。この溶液の密度を  $1.02 \text{ g/cm}^3$  とすると, 質量モル濃度は何 mol/kg か。ただし水の密度は  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とする。  mol/kg

- ① 0.24      ② 0.34      ③ 0.51      ④ 1.47      ⑤ 2.94

Ⅱ 次の〔問1〕～〔問5〕に答えなさい。(46点)

〔問1〕 0.10 mol/L のアンモニア水溶液において、アンモニアの電離度は0.020であった。この水溶液のpHはいくらか。ただし、 $\log_{10} 2=0.30$ 、水のイオン積  $K_W=1.0 \times 10^{-14} (\text{mol}^2/\text{L}^2)$  とする。 13

- ① 1.7                                      ② 2.3                                      ③ 7.0  
④ 10.7                                      ⑤ 11.3                                      ⑥ 13.0

〔問2〕 水溶液が酸性を示すものはどれか。 14

- ①  $\text{NaHCO}_3$                                       ②  $\text{K}_2\text{SO}_4$                                       ③  $\text{CaO}$   
④  $\text{NH}_4\text{Cl}$                                       ⑤  $\text{CH}_3\text{COONa}$

〔問3〕 酸と塩基に関する記述として誤っているものはどれか。 15

- ① 水に溶かすと電離して水酸化物イオン  $\text{OH}^-$  を生じる物質は、塩基である。  
② 水素イオン  $\text{H}^+$  を受け取る物質は、酸である。  
③ 水は、酸としても塩基としてもはたらく。  
④ 0.1 mol/L 酢酸水溶液中の酢酸の電離度は、同じ濃度の塩酸中の塩化水素の電離度より小さい。

〔問 4〕 プロパンの燃焼熱は何 kJ/mol か。ただし、生成した水は全て液体とし、水の蒸発熱は 44 kJ/mol とする。また、表の結合エネルギーの値を用いること。

16 kJ/mol

表 25 °C,  $1.013 \times 10^5$  Pa における結合エネルギー [kJ/mol]

H-H	430
C-H	410
O-H	460
C-C	370
C=O	800
O=O	490

- ① 1093                      ② 1260                      ③ 1554  
 ④ 2010                      ⑤ 2054                      ⑥ 2186

〔問 5〕 4.0 L の容器に水素 0.10 mol, ヨウ素 0.10 mol を入れ、ある温度に保つとヨウ化水素が生じ、次の式で表される平衡状態となった。



この可逆反応の正反応の反応速度  $v_1$  と逆反応の反応速度  $v_2$  は、それぞれ  $v_1 = k_1[\text{H}_2][\text{I}_2]$ ,  $v_2 = k_2[\text{HI}]^2$  で表される。ただし、 $[\text{H}_2]$ ,  $[\text{I}_2]$  および  $[\text{HI}]$  はそれぞれの気体のモル濃度を表し、 $k_1$ ,  $k_2$  はそれぞれの反応の反応速度定数である。これについて、次の (1)~(4) の問いに答えよ。

(1) この反応の正反応の活性化エネルギーは 174 kJ/mol である。逆反応の活性化エネルギーは何 kJ/mol か。 17 kJ/mol

- ① 87                          ② 96                          ③ 165  
 ④ 174                      ⑤ 183                      ⑥ 192

(2) この条件では、正反応の反応速度定数  $k_1=8.00 \times 10^{-2}$  [L/(mol·s)], 逆反応の反応速度定数  $k_2=1.25 \times 10^{-3}$  [L/(mol·s)] である。この反応の平衡定数はいくらか。

- ①  $1.6 \times 10^{-2}$                       ②  $6.4 \times 10^{-2}$                       ③ 1.6  
④ 6.4                                      ⑤ 16                                      ⑥ 64

(3) 平衡状態に達したときの容器内の水素のモル濃度は何 mol/L か。

mol/L

- ① 0.0050                                  ② 0.020                                  ③ 0.040  
④ 0.080                                  ⑤ 0.12                                  ⑥ 0.16

(4) 平衡状態に達した後、容器の中にさらにヨウ化水素 0.40 mol を加え、同じ温度で一定に保った。新たな平衡状態に達したときのヨウ化水素の物質量は何 mol か。  mol

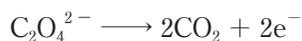
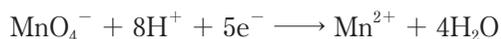
- ① 0.16                                      ② 0.24                                      ③ 0.32  
④ 0.48                                      ⑤ 0.56                                      ⑥ 0.60

### Ⅲ 次の〔問1〕,〔問2〕に答えなさい。(50点)

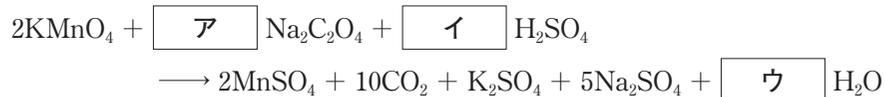
〔問1〕 次の記述を読んで、次の(1)~(4)の問いに答えなさい。

海水や湖沼の水質の指標として化学的酸素要求量(Chemical Oxygen Demand, COD)が用いられている。CODは酸素消費量とも呼ばれ、その値は試料水1L中の被酸化性物質(有機物)を酸化剤により一定の条件下で酸化分解し、その際使用した酸化剤の量を酸素による酸化とみなしたときの酸素の質量に換算したものである。単位としてmg/Lを用いる。

COD測定では、硫酸で酸性にした試料水に過剰量の過マンガン酸カリウムを加え、試料水中の有機物をすべて酸化する。溶液中には未反応の過マンガン酸カリウムが残るので、これを分解するために過剰量のシュウ酸ナトリウムを添加する。このとき残ったシュウ酸ナトリウムを分解するため、過マンガン酸カリウムの溶液を少量ずつゆっくりと滴下しながら、(i)溶液が赤紫に着色するところまで加える。なお、過マンガン酸イオンとシュウ酸イオンは以下のように反応する。



- (1) 硫酸酸性下における過マンガン酸カリウムとシュウ酸ナトリウムの化学反応式についての空欄  ,  ,  に入る係数の組合せはどれか。



	ア	イ	ウ
①	2	8	10
②	2	4	8
③	3	6	6
④	3	4	10
⑤	5	8	8
⑥	5	6	8
⑦	8	8	10
⑧	8	6	8

- (2) 文中の下線(i)の色の変化は、どのイオンの存在によるものか。

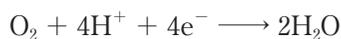
- ①  $\text{SO}_4^{2-}$       ②  $\text{H}^+$       ③  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$   
 ④  $\text{MnO}_4^-$       ⑤  $\text{Na}^+$       ⑥  $\text{K}^+$

(3) ある試料水の COD を測定するために試料水 10 mL を用意した。初めに試料水中の有機物を全て酸化するために、 $2.0 \times 10^{-4}$  mol の過マンガン酸カリウムを加え、次にシュウ酸ナトリウム  $5.0 \times 10^{-4}$  mol を加えて反応させた。残ったシュウ酸ナトリウムを全て分解するために過マンガン酸カリウム  $1.5 \times 10^{-5}$  mol を要した。このとき、試料水 10 mL 中に含まれる有機物を酸化するのに必要な過マンガン酸カリウムは何 mol か。 23 mol

- ①  $1.5 \times 10^{-5}$       ②  $2.0 \times 10^{-5}$       ③  $2.5 \times 10^{-5}$   
 ④  $1.5 \times 10^{-4}$       ⑤  $2.0 \times 10^{-4}$       ⑥  $2.5 \times 10^{-4}$

(4) 別の試料水 10 mL について同様に有機物を酸化するのに必要な過マンガン酸カリウムの物質量を求めたところ  $8.0 \times 10^{-8}$  mol であった。この試料水の COD 値はいくらか。なお、酸化剤としての酸素は以下のように反応する。

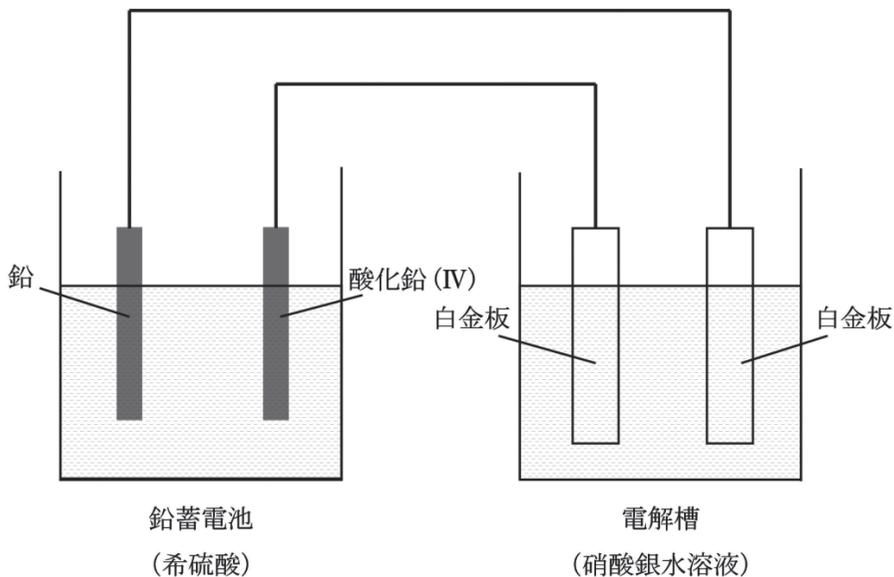
24 mg/L



- ① 0.013      ② 0.023      ③ 0.032  
 ④ 0.13      ⑤ 0.23      ⑥ 0.32

[問2] 次の記述を読んで、次の(1)~(5)の問いに答えなさい。ただし、気体はすべて理想気体とし、ファラデー定数を  $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$  とする。

下図のように鉛蓄電池と電解槽を接続し、硝酸銀水溶液の電気分解を行った。鉛蓄電池は、負極として鉛を、正極には酸化鉛(IV)を、電解液として適量の希硫酸を用いた。この鉛蓄電池の放電時の電流を電流計で測定したところ、 $2.0 \text{ A}$ であった。電解槽には適量の硝酸銀水溶液を入れ、電極として2本の白金板を用いた。鉛蓄電池と電解槽を下図のように接続し、60分間電気分解を行ったところ、電気分解中に<sub>(1)</sub>白金板(左側)から気体が発生し、白金板(右側)には銀が析出していた。



(1) 白金板(右側)の電極の極性と反応の組合せはどれか。 25

	極性	反応
①	陽極	酸化
②	陽極	還元
③	陰極	酸化
④	陰極	還元

(2) 鉛蓄電池に関する記述のうち、誤っているのはどれか。 26

- ① 鉛蓄電池を放電すると、いずれの電極も質量が減少する。
- ② 鉛蓄電池を充電するには、負極に外部電源の負極を接続する。
- ③ 鉛蓄電池を放電すると、硫酸の密度が減少する。
- ④ 鉛蓄電池を充電すると、水素イオンの濃度は増加する。
- ⑤ 鉛蓄電池を放電すると、いずれの電極も硫酸鉛(IV)に覆われる。

(3) 下線部(i)に関して、電気分解中に白金板(左側)から発生した気体と電極周辺の液性の組合せはどれか。 27

	気体	液性
①	水素	酸性
②	水素	中性
③	水素	塩基性
④	酸素	酸性
⑤	酸素	中性
⑥	酸素	塩基性

(4) 下線部(i)に関して、白金板(右側)に析出した銀の質量はどれか。ただし、この鉛蓄電池の放電中の電流は常に一定とする。 28 g

- ① 4.5      ② 5.4      ③ 6.3  
④ 7.2      ⑤ 8.1      ⑥ 9.0

(5) 銀の単体とその化合物に関する記述のうち、正しいものはどれか。

29

- ① 銀の単体は希硫酸に溶けて、水素を生じる。  
② フッ化銀は黄色の固体であり、水にほとんど溶けない。  
③ 銀に濃硫酸を加えて加熱すると、硫化水素を生じて溶ける。  
④ 硝酸銀水溶液に銅片を加えると、銀が析出する。  
⑤ 硝酸銀水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、褐色の沈殿が生じるが、褐色沈殿はやがて溶けて無色の溶液になる。

IV 次の〔問1〕～〔問5〕に答えなさい。(25点)

分子式  $C_5H_{10}O_3$  で表される鎖状構造の化合物Xの構造を決定するために以下の実験1～5を行った。

〔実験1〕 化合物Xにナトリウムを加えると  $H_2$  が発生した。

〔実験2〕 化合物Xに希硫酸を加えて加熱すると加水分解を起こし、化合物Aと化合物Bが生成した。

〔実験3〕 化合物Aは水酸化ナトリウムと反応してナトリウム塩を形成した。

〔実験4〕 化合物Bを硫酸酸性ニクロム酸カリウム水溶液で穏やかに酸化するとアセトアルデヒドが生成した。

〔実験5〕 化合物Aを硫酸酸性ニクロム酸カリウム水溶液で酸化すると化合物Cが生成した。

〔問1〕 化合物Xが有する官能基の組み合わせはどれか。

30

①	ケトン基	エーテル結合
②	エステル結合	エーテル結合
③	アルデヒド基	エーテル結合
④	ケトン基	ヒドロキシ基
⑤	エステル結合	ヒドロキシ基
⑥	アルデヒド基	ヒドロキシ基

〔問 2〕 化合物 B に関する記述として正しいものはどれか。 31

- ① 青色リトマス試験紙を赤色に変化させる。
- ② フェーリング液を加えて加熱すると赤色沈殿を生成する。
- ③ 濃硫酸を加えて 140 °C に加熱すると分子間脱水を起こしてジメチルエーテルを生成する。
- ④ 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結晶が生成する。
- ⑤ 分子内に不斉炭素原子を有する。

〔問 3〕 実験 1 ~ 5 の結果から、化合物 A には立体異性体を含めいくつの構造が考えられるか。 32

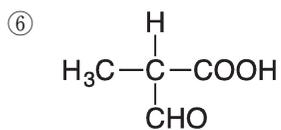
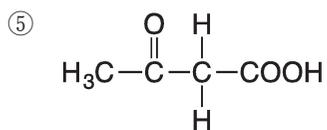
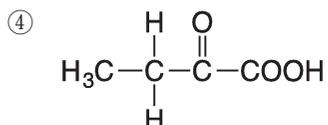
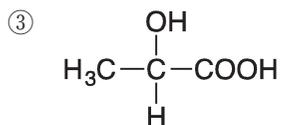
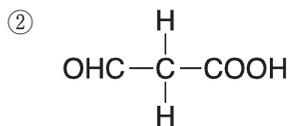
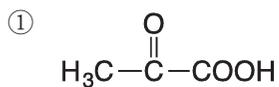
- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5

〔問 4〕 化合物 A の平面構造を決定するために化合物 C に対して行う実験として適当なものはどれか。なお、平面構造とは立体構造を含まない化合物の化学構造を意味する。 33

- ① NaOH 水溶液と  $\text{CuSO}_4$  溶液を加える。
- ② ヨウ素液を加える。
- ③ ニンヒドリン試薬を加える。
- ④ ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温める。
- ⑤ さらし粉溶液を加える。
- ⑥ 濃硝酸を加えて加熱する。

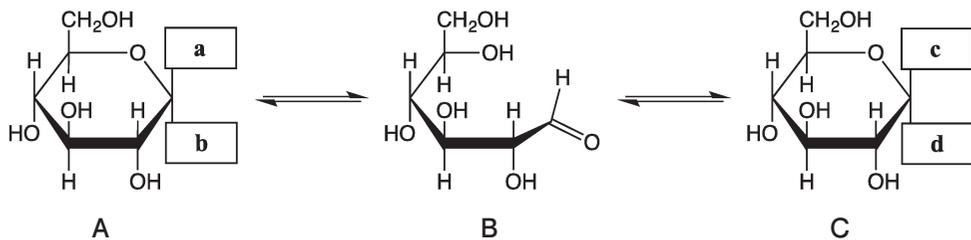
〔問 5〕 化合物Cは〔問 4〕で選択した実験で呈色を示した。化合物Cの構造はどれ

か。 34



V 次の記述を読んで、〔問1〕～〔問5〕に答えなさい。(25点)

グルコース ( $C_6H_{12}O_6$ ) あるいはブドウ糖は、糖の一種であり、人間を含む動物や植物が活動するためのエネルギーとなる物質の一つである。グルコースを水に溶かすと異性体 A, B, C の  状態となる。このうち、存在比が最も大きいのは C である。B は、構造中に  基をもつために還元性を示す。A がグリコシド結合により重合した高分子化合物がデンプンである。<sup>(i)</sup>食物から摂取されたデンプンは、口腔内で消化酵素アミラーゼによりマルトースに分解される。



〔問1〕 上記の文章中の ,  にあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なのはどれか。

	ア	イ
①	平衡	アルデヒド基
②	平衡	カルボキシ基
③	結合	ヒドロキシ基
④	結合	アルデヒド基
⑤	飽和	カルボキシ基
⑥	飽和	ヒドロキシ基

〔問2〕 Bには、立体異性体が何個存在するか。 36

- ① 2      ② 4      ③ 8      ④ 16      ⑤ 32

〔問3〕 AおよびC中の a～dに入る原子または原子団の組み合わせとして、最も適当なのはどれか。 37

	a	b	c	d
①	OH	OH	OH	OH
②	OH	OH	H	H
③	OH	H	OH	H
④	OH	H	H	OH
⑤	H	OH	OH	H
⑥	H	OH	H	H
⑦	H	H	OH	H
⑧	H	H	H	OH

〔問4〕 下線部(i)に関連して、マルトース 34.2 gをマルターゼ(マルトースをグルコースに分解する酵素)を用いて完全に加水分解したときに生成するグルコースの質量はどれか。 38 g

- ① 18.0      ② 27.0      ③ 36.0      ④ 45.0      ⑤ 54.0

〔問5〕 糖類の性質に関する記述として誤っているものはどれか。 39

- ① デンプンは、還元性を示さない。  
 ② デンプンは、その構造によってアミロースとアミロペクチンに分けられる。  
 ③ セルロースは、Cが重合した高分子化合物である。  
 ④ 全ての糖類は、アルデヒド基を持つ。  
 ⑤ スクロース(ショ糖)は、水に溶けやすい。

# 生 物

(60分 100点)

I 細胞に関する次の文を読み、以下の〔問1〕～〔問6〕に答えなさい。(25点)

生物には、互いに共通な点と異なる点がある。例えば、ア代謝によって放出されるエネルギーを生命活動に用いること、生殖によって増殖すること、細胞を基本単位としてできていることなどは共通な点である。一方、多くの生物の細胞を比較すると、共通な部分はあるが、生物の種類によって一部の構造は異なっている。また、多細胞生物の一個体を構成する細胞の構造も機能によって異なっている。

ヒトの場合、イ機能の異なる200種類以上の細胞が存在している。これらの多くの種類の細胞はそれぞれの機能に合った構造をしている。例えば、小腸の柔毛の上皮細胞には、図1のように、ウ微柔毛が存在しており、小腸のはたらきに役立っている。また、エ神経細胞は長い突起をもった細胞で、興奮とよばれる信号をすばやく伝えるしくみをもつ。

ヒト以外でも、例えば、被子植物では、葉を構成する細胞の中にオ葉緑体を含む細胞と含まない細胞が存在しており、すべての細胞がカ光合成を行っているわけではない。

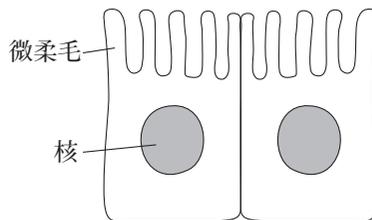
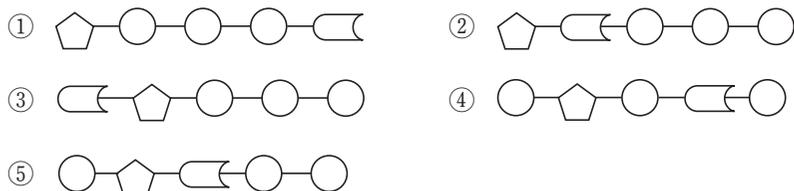


図1

〔問1〕 下線部アについて、生命活動に必要なエネルギーはATPを介して得られる。ATPについて、次の(1)・(2)に答えなさい。

(1) ATPの構造として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選びマークしなさい。ただし、アデニンを, リン酸を, リボースをとし、結合はすべて「-」で表している。



(2) 細胞は生命活動を維持するために大量のATPを必要とするが、ヒトの1つの細胞内には $8.4 \times 10^{-4}$  ngのATPしか存在しない。仮に、この量のATPの合成・分解が1日あたり1000回繰り返されているとすると、1つの細胞の1時間あたりのATP合成・分解量はどれくらいか。最も近いものを、次の①～⑤の中から1つ選びマークしなさい。

- ①  $8.4 \times 10^{-3}$  ng/時間      ②  $3.5 \times 10^{-3}$  ng/時間  
 ③  $7.0 \times 10^{-2}$  ng/時間      ④  $3.5 \times 10^{-2}$  ng/時間  
 ⑤  $9.0 \times 10^{-1}$  ng/時間

〔問2〕 下線部イについて、ヒトを構成する細胞の名称またはその機能に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選びマークしなさい。

3

- ① 角膜の細胞はクリスタリンというタンパク質を多く含み、光の屈折にはたらく。
- ② 樹状細胞は非自己の成分を食作用により取り込み、B細胞に対して情報を提示する。
- ③ すい臓のランゲルハンス島A細胞は、消化酵素の分泌が盛んである。
- ④ 肝臓の細胞は代謝が盛んで、グルコースからデンプンを合成して貯蔵している。
- ⑤ 神経分泌細胞はホルモンの分泌が盛んな細胞で、放出ホルモンなどを分泌する。

〔問3〕 下線部ウについて、微柔毛の形態は小腸のはたらきにおいてどのようなことに役立っているか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選びマークしなさい。 4

- ① 細胞の表面積を広くすることで、水の吸収を効率よく行う。
- ② 細胞の表面積を広くすることで、グルコースやアミノ酸の吸収を効率よく行う。
- ③ 細胞の表面が突起状なので細菌が付着しにくく、細菌から防御しやすい。
- ④ 突起状の部分で食物をすりつぶしやすく、小腸の運動による消化に役立つ。
- ⑤ 細胞の表面が突起状となることで食物が移動しにくくなり、食物が小腸内にとどまる時間を長くしている。

〔問 4〕 下線部エについて、自律神経系を構成する神経細胞は、主に脳や脊髄からの情報を内臓などに伝えるはたらきをもつ。交感神経のはたらきをまとめた次の表 1 中の ( A ) ~ ( C ) に当てはまる語の組み合わせとして最も適当なものを、下の①~⑧の中から 1 つ選びマークしなさい。 5

表 1

	瞳孔	立毛筋	気管支	胃の運動
交感神経	拡大	( A )	( B )	( C )

- |   | ( A ) | ( B ) | ( C ) |
|---|-------|-------|-------|
| ① | 収縮    | 収縮    | 促進    |
| ② | 収縮    | 収縮    | 抑制    |
| ③ | 収縮    | 拡張    | 促進    |
| ④ | 収縮    | 拡張    | 抑制    |
| ⑤ | 弛緩    | 収縮    | 促進    |
| ⑥ | 弛緩    | 収縮    | 抑制    |
| ⑦ | 弛緩    | 拡張    | 促進    |
| ⑧ | 弛緩    | 拡張    | 抑制    |

〔問 5〕 下線部オについて、葉緑体とミトコンドリアの共通点または相違点に関する記述として最も適当なものを、次の①~⑤の中から 1 つ選びマークしなさい。 6

- ① 両者とも、核の DNA とは異なる独自の DNA をもっている。
- ② ミトコンドリアは ATP の合成のみを行うが、葉緑体は ATP の分解のみを行う。
- ③ ミトコンドリアでの化学反応は同化、葉緑体での化学反応は異化である。
- ④ 葉緑体は光学顕微鏡で観察できるが、ミトコンドリアは観察できない。
- ⑤ 両者とも、1 つの細胞内に最大で 1 つずつ存在する。

〔問6〕 下線部力について、次の図2は光合成の過程を模式的に示したものである。

図中のキ～ケに当てはまる語の組み合わせとして最も適当なものを、下の①

～⑥の中から1つ選びマークしなさい。 7

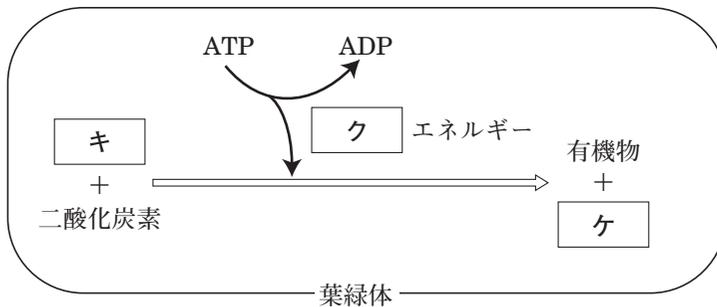


図2

- |   | キ  | ク  | ケ  |
|---|----|----|----|
| ① | 水  | 化学 | 酸素 |
| ② | 水  | 熱  | 水  |
| ③ | 水  | 熱  | 酸素 |
| ④ | 酸素 | 化学 | 水  |
| ⑤ | 酸素 | 熱  | 窒素 |
| ⑥ | 酸素 | 化学 | 窒素 |

Ⅱ DNA と遺伝子の発現に関する次の文を読み、以下の〔問 1〕～〔問 6〕に答えなさい。(25点)

DNA には遺伝子としての情報が保持されており、その役目は大きく 2 つに分けられる。1 つは DNA のもつ情報を ア母細胞から娘細胞に伝える こと、もう 1 つは情報をもとに イ必要に応じてタンパク質を合成 することである。

DNA の中にはたくさんの遺伝子が存在しており、それぞれの遺伝子にはタンパク質のアミノ酸配列の設計図が書き込まれている。タンパク質は、20 種類のアミノ酸が特定の配列で並んでできており、その配列によって異なった構造となる。また、その構造の違いによって ウ異なったはたらき をすることができる。よって、遺伝子の指定するアミノ酸配列の違いによって、異なるはたらきをもつタンパク質が合成されることになる。

次の図 1 は、ある 2 本鎖 DNA の遺伝子の塩基配列の一部を示したものである。この配列をもとにタンパク質のアミノ酸配列の一部が指定される。



図 1

〔問 1〕 下線部アについて、体細胞分裂の細胞周期の各時期で、分裂直後の娘細胞 2 つ分の DNA 量が、1 つの細胞に含まれている時期を過不足なく含むものを、次の①～⑥の中から 1 つ選びマークしなさい。 8

- ① S 期      ② G<sub>1</sub> 期      ③ G<sub>2</sub> 期  
④ M 期      ⑤ S 期, G<sub>1</sub> 期      ⑥ G<sub>2</sub> 期, M 期

〔問2〕 下線部イについて、ユスリカの幼虫のだ腺染色体を光学顕微鏡で観察すると、必要に応じて mRNA が合成されていることが確認できる。これに関する次の文 a～c のうち、適当なものを過不足なく含むものを、下の①～⑥の中から1つ選びマークしなさい。 9

- a 酢酸カーミン液でよく染まるだ腺染色体の縞模様は、遺伝子の位置と対応している。
- b ユスリカと同様の巨大のだ腺染色体は、哺乳類などのだ腺細胞にも見られる。
- c だ腺染色体に見られるパフでは、翻訳が盛んに行われている。

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

〔問3〕 下線部ウについて、タンパク質のうち皮膚や軟骨の構成成分として生物の構造を支えるのに役立つはたらきをするものとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選びマークしなさい。 10

- ① コラーゲン            ② ミオシン            ③ リゾチーム  
 ④ ヘモグロビン        ⑤ アルブミン

〔問4〕 タンパク質を構成するアミノ酸は20種類ある。アミノ酸を指定する6つの塩基からなる mRNA では、最大何種類のペプチド（アミノ酸が結合した物質）を指定できるか。最も近いものを、次の①～⑤の中から1つ選びマークしなさい。 11

- ① 20種類                ② 40種類                ③ 400種類  
 ④ 8000種類            ⑤ 640000種類

〔問5〕 図1の塩基配列について、次の(1)・(2)に答えなさい。

(1) 図1の塩基配列から転写され、合成される可能性のある mRNA の塩基配列として最も適当なものを、次の①～⑦の中から1つ選びマークしなさい。

12

- ① TCAGAGCTATGC                      ② AGTCTCGATACG
- ③ UCAGAGCUAUGC                    ④ UGTCTCGUTUCG
- ⑤ ACUGUGCAUAGC                    ⑥ AGTUTUGATAUG
- ⑦ TCAUAUCTATUC

(2) いろいろな2本鎖DNAの塩基配列を比較した時、共通にみられることとして、最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選びマークしなさい。

13

- ① 2本鎖の全塩基数に占めるAの数の割合とTの数の割合は等しい。
- ② 2本鎖の全塩基数に占めるAの数の割合とGの数の割合は等しい。
- ③ 2本鎖の全塩基数に占めるAの数の割合とCの数の割合は等しい。
- ④ 2本鎖の全塩基数に占めるTの数の割合とGの数の割合は等しい。
- ⑤ 2本鎖の全塩基数に占めるTの数の割合とCの数の割合は等しい。

〔問6〕 現在、再生医療で注目されているiPS細胞は、からだをつくる細胞から得られたものである。iPS細胞が再生医療に利用できるためには、iPS細胞を得るために採取した細胞のもつ遺伝子をどのようにしたらよいと考えられるか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選びマークしなさい。

14

- ① 採取した細胞でよくはたらいっていた遺伝子を、発現できないようにする。
- ② 採取した細胞のもつ遺伝子の数を減らして、必要な遺伝子だけを残す。
- ③ 採取した細胞の遺伝子の数を増やし、多くの遺伝子を発現できるようにする。
- ④ 採取した細胞のもつ一部の遺伝子を、常に発現できるようにする。
- ⑤ 採取した細胞のもつすべての遺伝子を、必要に応じて発現できるようにする。

Ⅲ 免疫に関する次の文 (A, B) を読み、以下の〔問1〕～〔問5〕に答えなさい。

(25点)

A ヒトの体内の環境は、ウイルスや細菌にとって好適であり、常にこれらの侵入にさらされている。ヒトには、ウイルスや細菌などが侵入した場合に、これらを非自己として認識して排除するしくみがある。このしくみを免疫という。免疫には、ア骨髄、胸腺、リンパ節、リンパ管、ひ臓などの器官が関与し、これらの器官には免疫担当細胞が多く存在している。免疫担当細胞には、イB細胞やT細胞などのリンパ球や、(ウ)などが存在する。

免疫には自然免疫と獲得免疫が存在し、獲得免疫には体液性免疫と細胞性免疫がある。体液性免疫では、非自己と認識された抗原に対して抗体が産生されるが、細胞性免疫では抗体は関与しない。

免疫応答は、ヒトの健康な状態を保つために不可欠な反応であるが、身体に支障をきたすような場合がある。エアレルギーや自己免疫疾患などはそのような例である。

〔問1〕 下線部アについて、これらの器官のうちT細胞の成熟にはたらく器官として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選びマークしなさい。

15

- ① 骨髄                      ② 胸腺                      ③ リンパ節  
④ リンパ管                ⑤ ひ臓

〔問2〕 下線部イについて、B細胞とヘルパー T細胞およびキラー T細胞に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選びマークしなさい。 16

- ① B細胞は抗原情報を認識するが、ヘルパー T細胞とキラー T細胞は認識しない。
- ② B細胞とヘルパー T細胞は抗原情報を認識するが、キラー T細胞は認識しない。
- ③ B細胞は記憶細胞になるが、ヘルパー T細胞とキラー T細胞は記憶細胞にならない。
- ④ B細胞とヘルパー T細胞は記憶細胞になるが、キラー T細胞は記憶細胞にならない。
- ⑤ B細胞、ヘルパー T細胞、キラー T細胞は、いずれも記憶細胞になる。

〔問3〕 文中の空欄（ウ）に当てはまる細胞の名称として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選びマークしなさい。 17

- ① 樹状細胞, マクロファージ      ② 好中球, 赤血球
- ③ NK細胞, 赤血球              ④ 肝細胞, マクロファージ
- ⑤ 樹状細胞, 肝細胞

〔問4〕 下線部エについて、アレルギーや自己免疫疾患に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選びマークしなさい。 18

- ① スギ花粉症はアレルギーの一種で、細胞性免疫が関係している。
- ② アレルギーを引き起こすものをアレルゲンといい、すべてのアレルギー患者のアレルゲンは共通している。
- ③ アレルギー反応では、全身性の強い免疫反応が起こる場合があり、そのような症状をアナフィラキシーショックという。
- ④ 自己免疫疾患は、非自己の成分が体内に蓄積することで起こる。
- ⑤ 自己免疫疾患には、食物として体内に取り込んだ成分に対して起こる疾患も含まれる。

B 正常なマウスを使って、異なる2種類の抗原（抗原Xと抗原Y）を一定量注射する次の**実験1～3**を行った。なお、抗原Xと抗原Yに対して、産生される抗体の量や速さ、分解される速さは同じものとする。

**実験1** 1回目として抗原Xを注射し、その6週間後に、2回目として抗原Yを注射した。2回目の注射から2週間後に採血して、血清を分離して抗原Xと抗原Yに対する抗体量を測定したところ、次の図1のような結果が得られた。

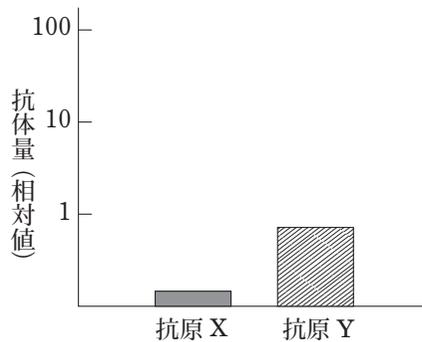


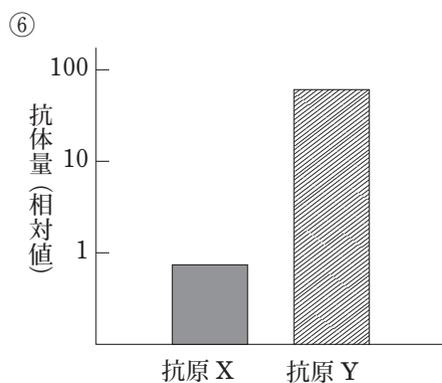
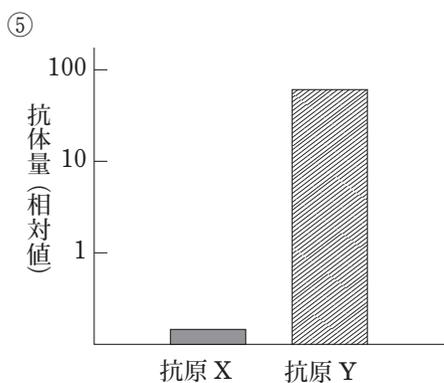
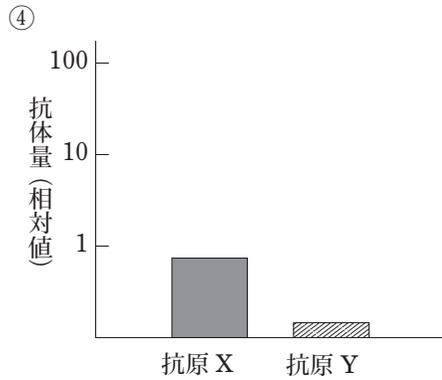
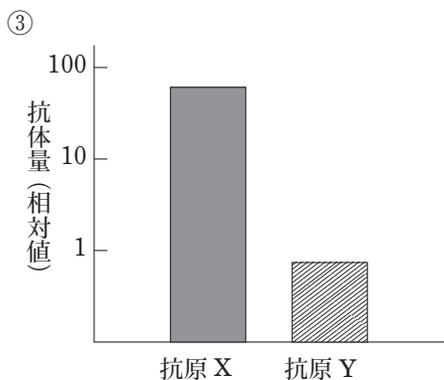
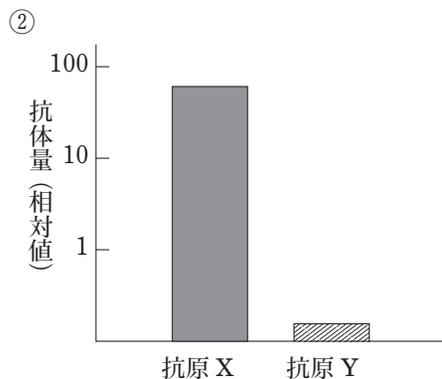
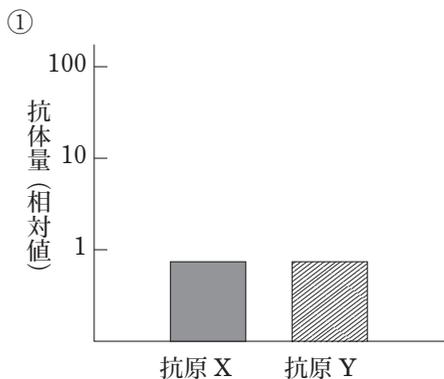
図1

**実験2** **実験1**と同様の実験を行った。ただし、1回目として抗原Xと抗原Yを、2回目として抗原Xを注射した。

**実験3** **実験1**と同様の実験を行った。ただし、1回目として抗原Yを、2回目として抗原Xと抗原Yを注射した。

〔問5〕 実験2と実験3の結果はそれぞれどのようなになるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つずつ選びマークしなさい。

実験2 19      実験3 20



生  
物

IV 窒素循環，食物連鎖，生態系の保全に関する次の文（A，B）を読み，以下の〔問1〕～〔問7〕に答えなさい。（25点）

A 生体に必須な元素の1つである窒素は，生態系内を循環している。自然界において大気中の窒素は，空中放電やアある種の生物により，他の生物が利用できるように変えられる。また，イ土壤中の窒素化合物は多くの植物に吸収されてアミノ酸やタンパク質などの有機窒素化合物に合成され，これらの有機窒素化合物は，食物連鎖を通して高次の生物に移動していく。ウ近年，科学技術の進歩により急激に拡大した人間活動は，上のような窒素循環や，生態系にさまざまな影響を与えている。

〔問1〕 下線部アについて，大気中の窒素を単独で直接利用できる生物の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑤の中から1つ選びマークしなさい。

21

- ① アゾトバクター，乳酸菌
- ② アゾトバクター，クロストリジウム
- ③ 大腸菌，クロストリジウム
- ④ 根粒菌，シアノバクテリア
- ⑤ 乳酸菌，大腸菌

〔問2〕 下線部イについて，土壤中の窒素化合物の変化に関する記述として最も適当なものを，次の①～⑤の中から1つ選びマークしなさい。

22

- ① 硝酸菌は，硝酸イオンを分解する細菌である。
- ② 亜硝酸菌は，亜硝酸イオンからアンモニウムイオンを生成する。
- ③ 硝化菌は，土壤中の有機窒素化合物を直接利用できる。
- ④ 植物は，無機窒素化合物を主に亜硝酸イオンの形で根から吸収する。
- ⑤ 土壤中の硝酸イオンなどは，脱窒素細菌により窒素に変化する。

〔問3〕 次の a～c の生物のうち、土壌中の枯死体、遺体、排出物などの有機窒素化合物を植物が利用できる形に変える生物を過不足なく含むものを、下の①～⑥の中から1つ選びマークしなさい。

23

- |        |        |        |
|--------|--------|--------|
| a 菌類   | b 細菌類  | c 昆虫類  |
| ① a    | ② b    | ③ c    |
| ④ a, b | ⑤ a, c | ⑥ b, c |

〔問4〕 下線部ウに関する記述として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選びマークしなさい。

24

- ① 自動車や工場が化石燃料を燃焼させることで生じた窒素酸化物は、土壌中の硝酸イオンを増加させるので、植物の成長を促している。
- ② 人間によって、本来の生息場所から別の場所に移された生物を外来生物という。外来生物は生物の多様性を高めている。
- ③ 生物に取り込まれた物質が、体内で高濃度に蓄積される現象を生物濃縮といい、その生物が摂食する量や吸収する量が多い物質で起こりやすい。
- ④ 二酸化炭素やメタンなどは温室効果ガスとよばれ、これらの大気中濃度の増加が地球の温暖化を引き起こし、生物の生息環境に悪影響を及ぼす可能性がある。

B 海岸の岩場には、固着生物を中心とする特有の生態系が見られる。次の図1はその一例である。この中のフジツボ、イガイ、カメノテ、イソギンチャク、紅藻は固着生物であるが、イボニシ、ヒザラガイ、カサガイ、ヒトデは岩場を動き回って生活している。矢印は食物連鎖によるエネルギーと物質の流れを表し、ヒトデと各生物を結ぶ線上の数字は、ヒトデの食物全体の中で各生物が占める割合（%）を示したものである。

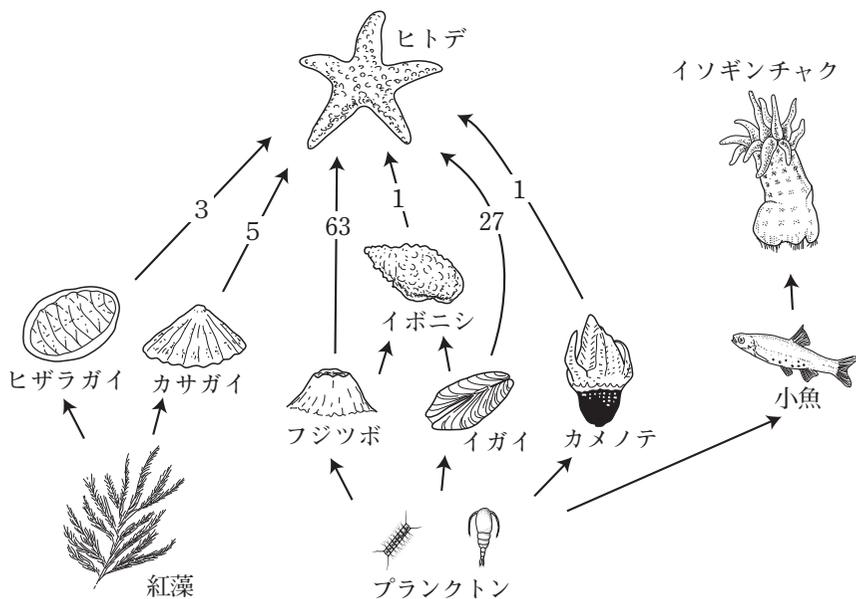


図1

〔問5〕 図1の中で、生産者にあたる生物が含まれるものの組み合わせとして最も  
 適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選びマークしなさい。 25

- |              |               |
|--------------|---------------|
| ① プランクトン，紅藻  | ② ヒトデ，イソギンチャク |
| ③ 紅藻，フジツボ    | ④ プランクトン，フジツボ |
| ⑤ イソギンチャク，小魚 | ⑥ 小魚，ヒトデ      |

〔問6〕 図1の生態系からヒトデを除去したとき、最初に著しく個体数を増やす生物と考えられるものはどれか。その生物の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選びマークしなさい。 26

- ① ヒザラガイ， カサガイ      ② フジツボ， イボニシ
- ③ フジツボ， イガイ          ④ ヒザラガイ， イガイ
- ⑤ カメノテ， イソギンチャク

〔問7〕 図1に示した生態系におけるヒトデの存在は、どのような意味をもつか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選びマークしなさい。 27

- ① 岩場における生物の多様性を低く保つことに役立つ。
- ② 岩場における生物の多様性を高く保つことに役立つ。
- ③ 岩場における一次消費者の種類を減らしている。
- ④ 岩場における生物の絶滅を早めている。
- ⑤ 他の地域から岩場に侵入してくる生物を排除している。