

2010年度 一般1月入学試験

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しなさい。

出題科目	大問題番号	ページ	受験対象
物理 I	I～IV	1～12	医療保健学部
化学 I	I・II・III A	13～28	
生物 I	I～V	33～48	
化学 I・II	I・II・III B	13～24, 29～32	薬学部
生物 I・II	I～IV, VI	33～45, 49～51	

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なさい。
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、正しくマークしなさい。
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しなさい。
7. 監督者の指示があつてから、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しなさい。
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よろしい。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

物 理

(60分 100点)

I 次の〔問1〕～〔問6〕に答えなさい。(30点)

〔問1〕 比熱が $4.0\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、温度が 20°C 、質量が 200 g の液体がある。これに、温度が 60°C の同じ液体を混合したところ、全体の温度が 28°C になった。液体の間だけで熱が移動したとすると、混合した 60°C の液体の質量は何 g 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。

1

 g

- ① 10 ② 20 ③ 25
④ 40 ⑤ 50 ⑥ 80

〔問2〕 1分あたりに $1.8\times 10^6\text{ J}$ の熱量を供給されて $9.0\times 10^3\text{ W}$ の仕事率で仕事をする熱機関がある。この熱機関の熱効率はいくらか。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 0.10 ② 0.20 ③ 0.30
④ 0.40 ⑤ 0.50 ⑥ 0.60

〔問3〕 図1のように、細くて軽い糸で物体と水槽の底面を結んだところ、物体は一部が水面上に出て静止した。物体の水面上に出た部分の割合は40%で、水の密度は $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、物体の密度は $2.0 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$ 、物体の体積は $2.0 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ 、重力加速度の大きさは 9.8 m/s^2 である。このとき、糸の張力の大きさは何N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。 N

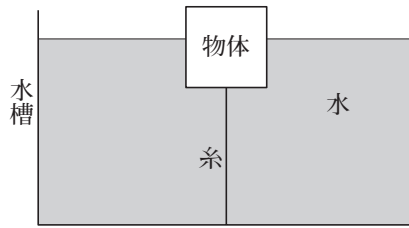


図1

- ① 3.9×10^{-2} ② 7.8×10^{-2} ③ 1.6×10^{-1}
 ④ 3.9×10^{-1} ⑤ 7.8×10^{-1} ⑥ 1.6

〔問4〕 図2のように、水中から発せられた光が空气中に屈折して進んでいる。空気の屈折率を1、水の屈折率を n ($n > 1$) とする。いま、図2の水中を進む光と水面のなす角 θ を $\theta = \theta_0$ より小さくすると、光は水中から空気中に出なくなった。このとき、 θ_0 と n の関係はどのようになるか。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。

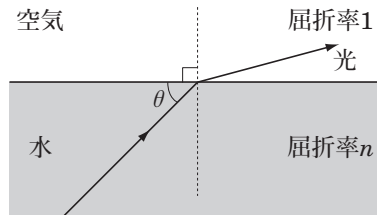
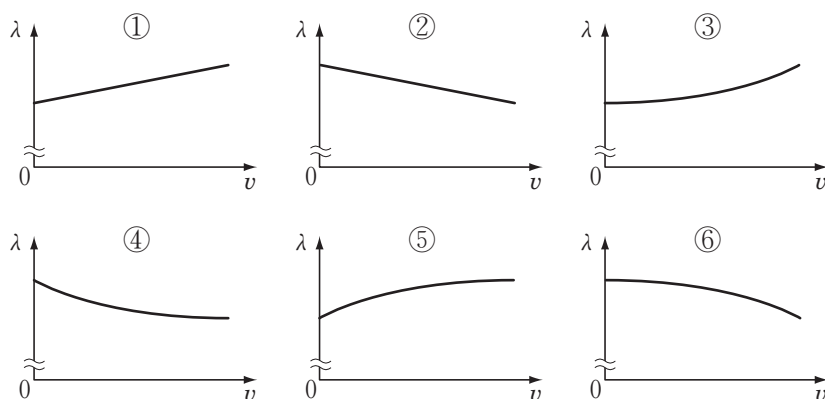


図2

- ① $\cos \theta_0 = n$ ② $\sin \theta_0 = n$ ③ $\sin (\theta_0 - 90^\circ) = n$
 ④ $\cos \theta_0 = \frac{1}{n}$ ⑤ $\sin \theta_0 = \frac{1}{n}$ ⑥ $\sin (\theta_0 - 90^\circ) = \frac{1}{n}$

〔問5〕 音源が一定の振動数の音を発しながら速さ v で観測者から遠ざかっている。観測者は静止している。この観測者が聞く音の波長 λ と音源が遠ざかる速さ v の関係を表すグラフはどのようになるか。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。 5



〔問6〕 図3のように、帯電していない2つの同じ導体球A、Bを絶縁体でできた糸でつり下げて接触させ、左側から導体球Aに正電荷をもつ棒を近づけた。このとき、導体球A、Bに現れる電荷はどのようになるか。下の①～⑥の中から最も適切な組み合わせを1つ選びマークしなさい。 6

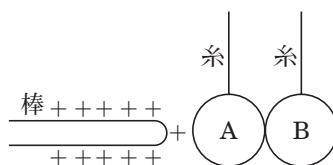


図3

	導体球Aに現れる電荷	導体球Bに現れる電荷
①	正電荷	電荷は現れない
②	負電荷	電荷は現れない
③	正電荷	負電荷
④	負電荷	正電荷
⑤	正電荷	正電荷
⑥	負電荷	負電荷

II 力と運動に関する次の〔問1〕・〔問2〕に答えなさい。(30点)

〔問1〕 図1のように、長さ l 、質量 M の細くて一様な剛体棒が壁に立てかけられて静止している。壁は鉛直でなめらかであり、床は水平で粗い。剛体棒は床と 60° の角をなして、剛体棒の重心はその中央にある。重力加速度の大きさを g とする。

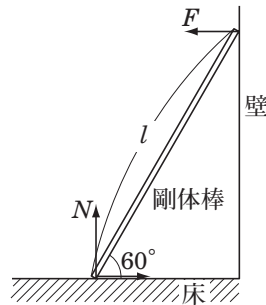


図1

(1) 図1のように、剛体棒が壁から受ける垂直抗力の大きさを F 、床から受ける垂直抗力の大きさを N とする。 F 、 N はそれぞれいくらか。次の①～⑥の中から最も適切なものを1つずつ選びマークしなさい。 $F =$

$N =$

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ① $\frac{\sqrt{3}}{6}Mg$ | ② $\frac{1}{2}Mg$ | ③ $\frac{\sqrt{3}}{3}Mg$ |
| ④ $\frac{3}{4}Mg$ | ⑤ $\frac{\sqrt{3}}{2}Mg$ | ⑥ Mg |

(2) 図1で剛体棒が床から受ける静止摩擦力は最大摩擦力に等しいとすると、剛体棒と床の間の静止摩擦係数はいくらか。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。

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

〔問2〕 図2のように、水平でなめらかな床上で、ばね定数 k の軽いばねの一端を固定し、ばねの他端に質量 m の物体Aをつなぎ、物体Aの右側に質量 m の物体Bを置いた。このとき、ばねは自然長で、物体A、Bは接触して静止していた。

この状態から、物体Bを左向きにゆっくり手で押せばねを d だけ縮め、静かに手をはなした。

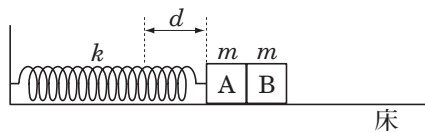


図2

- (1) ばねを d だけ縮めるのに手が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。

10

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

- (2) 手をはなした直後に一体となって動き始めた物体A、Bの加速度の大きさはいくらか。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。

11

- ① $\frac{km}{d}$ ② $\frac{km}{2d}$ ③ $\frac{kd}{m}$
 ④ $\frac{kd}{2m}$ ⑤ $\frac{m}{kd}$ ⑥ $\frac{m}{2kd}$

- (3) 手をはなしてから一体となって動き始めた物体A, Bは, ある位置で互いにはなれた。物体A, Bがはなれたあとの物体Bの速さ v 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。 $v =$ 12

① $d\sqrt{\frac{2k}{m}}$ ② $d\sqrt{\frac{k}{m}}$ ③ $d\sqrt{\frac{k}{2m}}$

④ $d\sqrt{\frac{2m}{k}}$ ⑤ $d\sqrt{\frac{m}{k}}$ ⑥ $d\sqrt{\frac{m}{2k}}$

- (4) 物体A, Bがはなれたあと, 物体Aは左右に振動した。この振動でのばねの自然長からの縮みの最大値は, v などを用いてどのように表されるか。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。 13

① $\sqrt{\frac{mv}{k}}$ ② $\sqrt{\frac{2mv}{k}}$ ③ $v\sqrt{\frac{k}{m}}$

④ $v\sqrt{\frac{2k}{m}}$ ⑤ $v\sqrt{\frac{m}{k}}$ ⑥ $v\sqrt{\frac{2m}{k}}$

Ⅲ 波動に関する次の〔問1〕・〔問2〕に答えなさい。(22点)

〔問1〕 図1のように、糸の端を装置Aにつなぎ、なめらかな滑車に通して糸の他端におもりaをつなぐ。装置Aで糸を振動数 f_0 で振動させたところ、コマ1、2の間に腹が2つの定常波が生じた。コマ1、2の間隔は L である。

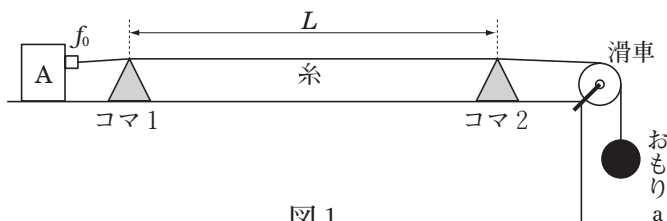


図1

(1) このとき、糸を伝わる波の速さはいくらか。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。 14

- ① $\frac{2L}{f_0}$ ② $\frac{L}{f_0}$ ③ $2f_0L$
 ④ f_0L ⑤ $\frac{f_0L}{2}$

(2) 装置Aを操作して糸を伝わる波の振動数を変化させた。コマ1、2の間に腹が3つの定常波が生じているとき、糸を伝わる波の振動数はいくらか。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。 15

- ① $\frac{1}{3}f_0$ ② $\frac{1}{2}f_0$ ③ $\frac{2}{3}f_0$
 ④ $\frac{3}{2}f_0$ ⑤ $2f_0$

- (3) 装置Aを操作して糸を伝わる波の振動数を f_0 に戻した。そして、おもり a をおもり b に取りかえたところ、コマ 1, 2 の間に腹が 1 つの定常波が生じた。おもり b の質量はおもり a の質量の何倍か。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。ただし、おもりの質量を m とすると、糸を伝わる波の速さ v は $v = k\sqrt{m}$ (k : 定数) と表され、 \sqrt{m} に比例する。

16

 倍

① $\frac{1}{2}$

② $\frac{3}{2}$

③ 2

④ 3

⑤ 4

〔問2〕 図2のように、一定の厚さ d の薄膜が空气中に水平に置かれている。空气中から鉛直下向きに、空气中での波長が λ の平行光線を薄膜に入射して上から見たところ、薄膜の上面で反射した光と下面で反射した光が干渉して強め合っていた。空気の屈折率を1、薄膜の屈折率を n とする。

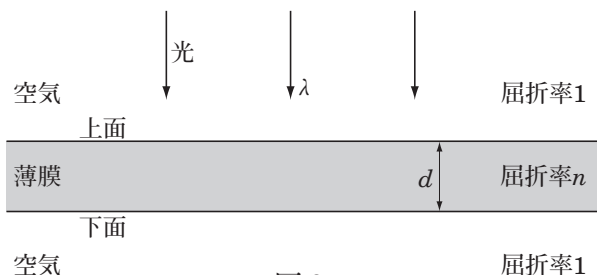


図2

- (1) 薄膜中での光の波長はいくらか。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。

17

- ① λ ② $(n-1)\lambda$ ③ $n\lambda$
 ④ $\frac{\lambda}{n-1}$ ⑤ $\frac{\lambda}{n}$

- (2) 薄膜の上面で反射した光と下面で反射した光の光路差（光学距離の差）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。

18

- ① $2nd$ ② $2(n-1)d$ ③ nd
 ④ $(n-1)d$ ⑤ $\frac{2d}{n}$ ⑥ $\frac{d}{n}$

- (3) 薄膜を少しずつ厚くしていったところ、反射光は強め合わなくなったが、 a だけ厚くしたときに再び強め合った。 a はどのように表されるか。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。 $a =$

19

- ① λ ② $\frac{\lambda}{2n}$ ③ $\frac{\lambda}{n}$
 ④ $n\lambda$ ⑤ $2n\lambda$

IV 電気と磁気に関する次の〔問1〕・〔問2〕に答えなさい。(18点)

〔問1〕 図1のように、十分に長い直線状の導線に上向きの電流を流し、導線と同じ平面内に正方形コイル ABCD を導線と辺 AB が平行になるように固定する。

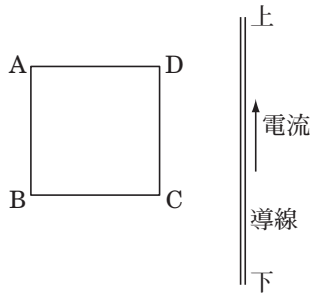


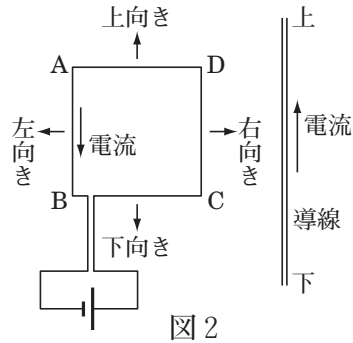
図1

- (1) 導線を上向きに流れる電流を増加、または減少させる。このとき、正方形コイル ABCD に流れる誘導電流の向きはそれぞれどのようになるか。次の①～⑥の中から最も適切な組み合わせを1つ選びマークしなさい。

20

	上向きの電流が増加	上向きの電流が減少
①	A→B→C→D→Aの向き	A→B→C→D→Aの向き
②	A→B→C→D→Aの向き	A→D→C→B→Aの向き
③	A→B→C→D→Aの向き	流れない
④	A→D→C→B→Aの向き	A→B→C→D→Aの向き
⑤	A→D→C→B→Aの向き	A→D→C→B→Aの向き
⑥	A→D→C→B→Aの向き	流れない

(2) 導線に流れる電流を上向きで一定の大きさにして、図2のように正方形コイル ABCD に $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ の向きの一定の電流を流した。導線を流れる電流がつくる磁場から正方形コイル ABCD の辺 AB、辺 CD が受ける力はそれぞれ図中の右向き、左向き、上向き、下向きのいずれの向きか。下の①～⑥の中から最も適切な組み合わせを1つ選びマークしなさい。 21



	辺 AB	辺 CD
①	右向き	右向き
②	右向き	左向き
③	左向き	右向き
④	左向き	左向き
⑤	上向き	下向き
⑥	下向き	上向き

〔問2〕 図3のように、抵抗値が $2R$ 、 R 、 R の抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 と起電力が一定の電池からなる回路がある。

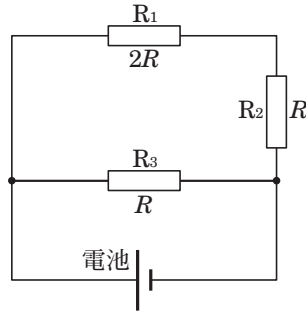


図3

(1) 抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 の合成抵抗はいくらか。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。

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

(2) 抵抗 R_1 を流れる電流の大きさを I_1 、抵抗 R_3 を流れる電流の大きさを I_3 とする。 $\frac{I_1}{I_3}$ 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。

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

(3) 抵抗 R_3 を抵抗 R_4 に取りかえたところ、抵抗 R_1 と抵抗 R_4 の消費電力は等しくなった。抵抗 R_4 の抵抗値はいくらか。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。

- ① $\frac{2}{9}R$ ② $\frac{2}{3}R$ ③ $\frac{3}{2}R$ ④ $4R$ ⑤ $\frac{9}{2}R$

化 学

(60分 100点)

必要ならば，原子量，数値は次の値を使うこと。

H 1.0 C 12 O 16 Al 27 Fe 56

$\log 2=0.30$ $\log 3=0.48$ ファラデー定数 $=9.65 \times 10^4$ C/mol

I 次の〔問1〕～〔問3〕に答えなさい。(40点)

〔問1〕 次の(1)～(6)の問いの答として最も適当なものを，それぞれの解答群の中から1つ選び，マークしなさい。

(1) 次の分子のうち三重結合をもつものはどれか。

- ① H_2O_2 ② NH_3 ③ H_2S
④ C_2H_4 ⑤ HCN ⑥ CO_2

(2) 金属元素の原子Aが2価の陽イオン A^{2+} になったときの電子の数は，原子番号 x の非金属元素の原子Bが1価の陰イオン B^- になったときの電子の数に等しい。金属元素の原子Aの陽子の数を， x を用いて表したものはどれか。

- ① $x-3$ ② $x-2$ ③ $x-1$
④ $x+1$ ⑤ $x+2$ ⑥ $x+3$

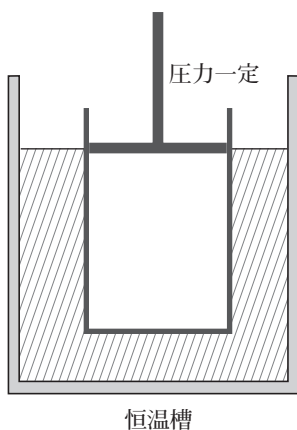
(3) 次の化学反応式中の空欄は係数を表している。 X に当てはまる係数はどれか。ただし，係数は最も簡単な整数比になるようにつけるものとする。



- ① 1 (係数なし) ② 2 ③ 3 ④ 4
⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8

(4) 次図のような体積を変えることができる容器に、一酸化窒素と酸素を 5.0 L ずつ入れ、温度と圧力を一定に保ちながら反応させた。完全に反応したときの混合気体全体の体積は、何 L か。 L

- ① 5.0 ② 7.5 ③ 10.0 ④ 12.5 ⑤ 15.0



(5) 次の化合物の水溶液のうちで、電気を通さないものはどれか。

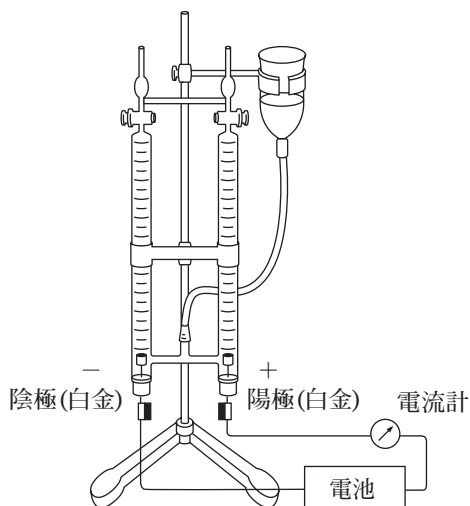
- ① 塩化アンモニウム ② 尿素 ③ 硫酸アルミニウム
④ ナトリウムフェノキシド ⑤ 安息香酸ナトリウム

(6) 次の記述 a ~ c で表される数値を、大きな順に並べたものはどれか。

- a 水分子 1.0 g に含まれる水素原子の数。
b 標準状態における二酸化炭素 1.0 L に含まれる分子の数。
c 0.10 mol/L の塩化ナトリウム水溶液 1.0 L 中に含まれるナトリウムイオンの数。

- 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2〕 水を高温に熱して水素と酸素に分解することは困難だが、電気分解を行えば水素と酸素に分解することができる。純水はきわめて電気を通しにくいので、水酸化ナトリウム水溶液を用いて、次図のような装置で電気分解を行った。電流を流すと **7** では **8** に電子が与えられ、還元反応が起こる。このとき発生する水素と酸素の体積比は、**9** であった。



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当なものを1つ選び、マークしなさい。

- (1) 文中の **7** ・ **8** に当てはまる語句は、それぞれどれか。
 ① 陽極 ② 陰極 ③ 正極 ④ 負極 ⑤ 水分子
 ⑥ 水酸化物イオン ⑦ 水素イオン ⑧ ナトリウムイオン
- (2) 文中の **9** に入る比はどれか。
 ① 1:1 ② 1:2 ③ 1:4 ④ 2:1 ⑤ 4:1

- (3) 次の水溶液を，白金電極を用いて電気分解したとき，陽極，または陰極から，水酸化ナトリウム水溶液の電気分解とは異なる物質が生成するものはどれか。

10

- ① 希硫酸 ② 希塩酸 ③ 水酸化カリウム水溶液
④ 硫酸ナトリウム水溶液 ⑤ 硝酸ナトリウム水溶液
- (4) この装置で2.0 Aの電流を1930秒流したときに，両極で発生する気体の体積の合計は，標準状態で何 mL か。 11 mL
- ① 112 ② 224 ③ 336 ④ 448
⑤ 560 ⑥ 672 ⑦ 784 ⑧ 896

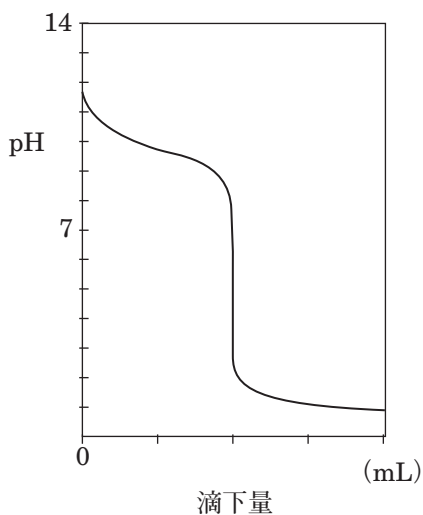
- (5) 水素および酸素の性質に関する次の記述のうち，正しいものはどれか。

12

- ① 水素は，銅に希硝酸を加えると発生する。
② 水素は，高温で化合しやすく酸化力が強い。
③ 水素は，液体空気に分留によって得られる。
④ 酸素は，塩化水素に酸化マンガン(IV)を加えると発生する。
⑤ 酸素とオゾンは，互いに同素体の関係にある。

〔問3〕 酸と塩基の水溶液が過不足なく中和したことを知る手がかりとして、指示薬を用いる。指示薬は、pHの変化により変色する物質であり、メチルオレンジはpH 3.1以下では赤色、4.4以上では黄色、フェノールフタレインはpH 8.0以下では 色、9.8以上では 色になる。指示薬は酸・塩基の組合せによって使い分ける必要がある。

次図の中和反応の滴定曲線は、 の水溶液を加えたときのものであり、この中和滴定で用いることができる指示薬は、 である。



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当なものを1つ選び、マークしなさい。

(1) 文中の ・ に当てはまる語句の組合せはどれか。

	ア	イ
①	無	赤
②	無	黄
③	黄	無
④	黄	赤
⑤	赤	黄
⑥	赤	無

(2) 文中の ウ ・ エ に当てはまる語句の組合せはどれか。

14

	ウ	エ
①	強塩基に強酸	フェノールフタレイン
②	強塩基に強酸	メチルオレンジ
③	強塩基に強酸	フェノールフタレインまたはメチルオレンジ
④	強塩基に弱酸	フェノールフタレイン
⑤	強塩基に弱酸	メチルオレンジ
⑥	強塩基に弱酸	フェノールフタレインまたはメチルオレンジ
⑦	弱塩基に強酸	フェノールフタレイン
⑧	弱塩基に強酸	メチルオレンジ
⑨	弱塩基に強酸	フェノールフタレインまたはメチルオレンジ

(3) 溶液の pH が 3 から 6 へ変化するとき、水素イオン濃度は何倍に変化しているか。 15 倍

- ① $\frac{1}{1000}$ ② $\frac{1}{3}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ 2 ⑤ 3 ⑥ 1000

(4) 中和に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。 16

- ① 中和熱の値は、反応する酸・塩基の電離度の積に比例する。
 ② 中和するときの酸と塩基の体積比は、酸・塩基の電離度に関わらず、濃度と価数で決まる。
 ③ 中和点での水溶液中の、水素イオンと水酸化物イオンの濃度は等しい。
 ④ 同じ物質の酸と塩基が中和してできる塩は、正塩である。
 ⑤ 中和反応が起こると、塩と水が生成する。

(5) シュウ酸の水溶液は正確な濃度に調製しやすいため、塩基の水溶液の濃度決定によく用いられる。0.100 mol/L のシュウ酸水溶液を 100 mL つくるには、シュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の結晶は何 g 必要か。 17 g

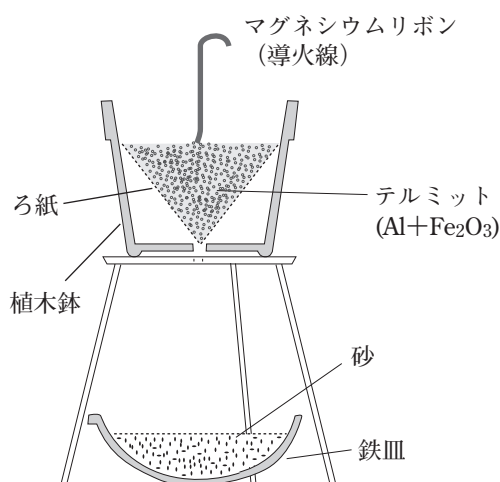
- ① 0.450 ② 0.900 ③ 1.26 ④ 4.50 ⑤ 9.00 ⑥ 12.6

Ⅱ 次の〔問1〕～〔問3〕に答えなさい。(36点)

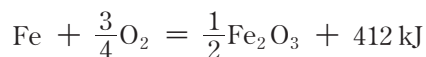
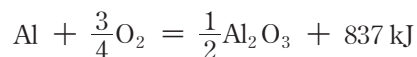
〔問1〕 アルミニウムは、周期表の第 周期、 族の元素である。

アルミニウムは両性元素で、酸にも塩基にも反応するが、濃硝酸に対しては、表面に緻密で硬い酸化被膜（不動態）をつくるため、溶けない。

次図のように、アルミニウム Al の粉末と酸化鉄(Ⅲ) Fe_2O_3 の粉末を混ぜたもの（テルミット）に点火すると、多量の熱と光を発生し、溶けた鉄の単体が得られる。そのため、この反応は、鉄管や鉄道のレールなどの溶接に利用される。



テルミットの反応で多量の熱が発生するのは、次式のように、鉄の燃焼熱よりも、アルミニウムの燃焼熱がかなり大きいからである。



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当なものを1つ選び、マークしなさい。

(1) 文中の ア ・ イ に当てはまる数値の組合せはどれか。

18

	ア	イ
①	2	3
②	2	13
③	2	15
④	3	3
⑤	3	13
⑥	3	15
⑦	4	3
⑧	4	13
⑨	4	15

(2) 次の元素のうち，両性元素に分類されるものはどれか。 19

- ① Au ② Ag ③ Cu ④ Ni ⑤ Hg ⑥ Pb

(3) アルミニウム粉末と鉄粉の混合物から，アルミニウムだけを溶解させることができる水溶液はどれか。 20

- ① 硫酸 ② 塩酸 ③ リン酸
④ 水酸化ナトリウム水溶液 ⑤ アンモニア水

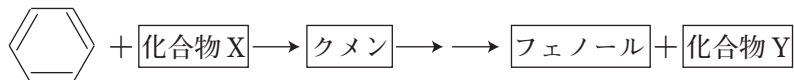
(4) アルミニウムと酸化鉄(Ⅲ)を過不足なく反応させるとき，アルミニウムに対して質量比で，約何倍の酸化鉄(Ⅲ)を混合すればよいか。約 21 倍

- ① $\frac{1}{6}$ ② $\frac{1}{3}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ 1 ⑤ 2 ⑥ 3 ⑦ 6

(5) 1 mol のアルミニウムをすべて酸化鉄(Ⅲ)と反応させて Al_2O_3 とするとき，発生する熱量は何 kJ か。 22 kJ

- ① 13 ② 425 ③ 850 ④ 1249 ⑤ 1262 ⑥ 1661

〔問 2〕 ベンゼン環に 23 基が直接結合した化合物を、フェノール類という。フェノール類はベンゼンよりも ア 反応が起こりやすく、フェノールに臭素水を加えると、ア 反応を起こして イ の沈殿を生じる。フェノールは工業的には、ベンゼンと有機化合物 X からクメンを経てつくられ、副生成物として有機化合物 Y を得ることができる。



これについて、次の (1)~(6) 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当なものを 1 つ選び、マークしなさい。

(1) 文中の 23 に当てはまる語句はどれか。

- ① ヒドロキシ ② カルボキシル ③ アミノ
④ スルホ ⑤ アセチル

(2) 文中の ア ・ イ に当てはまる語句の組合せはどれか。

24

	ア	イ
①	付加	白色
②	付加	赤褐色
③	置換	白色
④	置換	赤褐色
⑤	縮合	白色
⑥	縮合	赤褐色

(3) 有機化合物 X の構造式 (示性式) はどれか。 25

- ① $\text{CH}\equiv\text{CH}$ ② $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ③ CH_3OH
④ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ⑤ $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ ⑥ CH_3COOH

(4) 有機化合物 Y に関する記述のうち、誤っているものはどれか。 26

- ① 水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて加熱すると、黄色沈殿が生成する。
- ② 完全燃焼により発生する CO_2 と H_2O の分子の数は、等しい。
- ③ 炭酸カルシウムを乾留すると得られる。
- ④ 水とどのような割合でも混ざり合う。
- ⑤ 分子内に二重結合をもっている。

(5) フェノールとアニリンが溶解したエーテル溶液から、フェノールのみを取り出す操作はどれか。 27

- ① 塩酸と振り混ぜた後、エーテル溶液を取り出しエーテルを蒸発させる。
- ② 塩酸と振り混ぜた後、水溶液を取り出し蒸留する。
- ③ 水酸化ナトリウム水溶液と振り混ぜた後、エーテル溶液を取り出しエーテルを蒸発させる。
- ④ 水酸化ナトリウム水溶液と振り混ぜた後、エーテル溶液を取り出し二酸化炭素を吹き込む。
- ⑤ 炭酸水素ナトリウム水溶液と振り混ぜた後、水溶液を取り出し蒸留する。

(6) フェノール類、炭酸、カルボン酸について、酸としての強さを正しく表しているものはどれか。 28

- ① フェノール類 > 炭酸 > カルボン酸
- ② フェノール類 > カルボン酸 > 炭酸
- ③ 炭酸 > フェノール類 > カルボン酸
- ④ 炭酸 > カルボン酸 > フェノール類
- ⑤ カルボン酸 > フェノール類 > 炭酸
- ⑥ カルボン酸 > 炭酸 > フェノール類

〔問3〕 カルボン酸とアルコールの反応によって生じる化合物を、エステルという。

エステルは水に溶け **ア**，同程度の分子量をもつカルボン酸やアルコールに比べると、沸点は **イ**。エステルに水を加えて温めると加水分解が起こり、カルボン酸とアルコールが得られる。このとき、塩基を用いて行う加水分解を特に **ウ** という。

油脂はエステル的一种で、水酸化ナトリウムを用いて **ウ** すると、高級脂肪酸のナトリウム塩と **エ** が生じる。

これについて、次の(1)~(3)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当なものを1つ選び、マークしなさい。

(1) 文中の **ア** ・ **イ** に当てはまる語句の組合せはどれか。

29

	ア	イ
①	やすく	高い
②	やすく	低い
③	にくく	高い
④	にくく	低い

(2) 文中の **ウ** ・ **エ** に当てはまる語句の組合せはどれか。

30

	ウ	エ
①	けん化	エチレングリコール
②	けん化	グリセリン
③	けん化	ミセル
④	乳化	エチレングリコール
⑤	乳化	グリセリン
⑥	乳化	ミセル

(3) あるエステル 13.2 g を完全に加水分解したところ、3.0 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が 50.0 mL 必要であった。また、加水分解によって生じた物質に希硫酸を加えたところ、還元性をもつ化合物と 1 価のアルコールが同じ物質質量得られた。

(a) このエステルの分子量はいくらか。

- ① 60 ② 74 ③ 88 ④ 102 ⑤ 116

(b) このエステルには何種類の構造が考えられるか。ただし、光学異性体は区別しないものとする。

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

〔ⅢA, ⅢBは選択問題です。問題冊子表紙で指定された科目を解答しなさい。〕
 〔ⅢAは医療保健学部受験生が, ⅢBは薬学部受験生が解答しなさい。〕

ⅢA 次の〔問1〕, 〔問2〕に答えなさい。(24点)

〔問1〕 ハロゲンの単体はすべて二原子分子で, 原子番号が ものほど融点が高い。また, ハロゲンの単体は電子を やすく, 水素や金属を してハロゲン化物をつくる。ハロゲンと水素が化合したものをハロゲン化水素といい, いずれも水によく溶け, 酸性を示す。

これについて, 次の(1)~(3)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当なものを1つ選び, マークしなさい。

(1) 文中の ~ に当てはまる語句の組合せはどれか。

	ア	イ	ウ
①	大きい	奪い	酸化
②	大きい	奪い	還元
③	大きい	与え	酸化
④	大きい	与え	還元
⑤	小さい	奪い	酸化
⑥	小さい	奪い	還元
⑦	小さい	与え	酸化
⑧	小さい	与え	還元

(2) 次式で表す反応のうち、最も起こりにくいものはどれか。 34

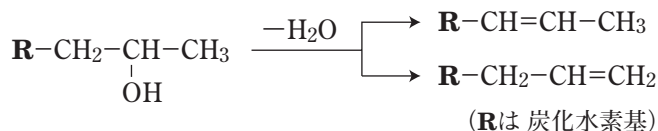
- ① $2\text{KI} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{KCl} + \text{I}_2$
- ② $2\text{KI} + \text{F}_2 \longrightarrow 2\text{KF} + \text{I}_2$
- ③ $2\text{KBr} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{KCl} + \text{Br}_2$
- ④ $2\text{KF} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{KCl} + \text{F}_2$
- ⑤ $2\text{KI} + \text{Br}_2 \longrightarrow 2\text{KBr} + \text{I}_2$

(3) ハロゲンの化合物に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

35

- ① ハロゲン化水素の水溶液のうち、HF だけが弱酸である。
- ② ハロゲン化水素は、標準状態ですべて無色の気体である。
- ③ ハロゲン化銀のうち、AgF だけが水によく溶ける。
- ④ AgBr は光が当たると分解するため、写真のフィルムに用いられる。
- ⑤ HBr の水溶液はガラスを溶かすため、ポリエチレン容器に保存する。

〔問2〕 炭素数が3以上で不飽和結合をもたない1価アルコールを、濃硫酸などで脱水するとアルケンが生じるが、次のように2種類のアルケンが生じる場合がある。



化合物A, B, Cは、ともに分子式C₄H₁₀Oで表されるアルコールであり、これらを脱水すると、分子式C₄H₈で表されるアルケンが得られる。化合物A, B, Cをそれぞれ脱水したところ、化合物AからはアルケンXのみが生じ、化合物BからはアルケンXとYが生じ、化合物CからはアルケンZのみが生じた。

化合物A, B, Cをそれぞれ酸化剤でおだやかに酸化すると、化合物Aからは還元性をもつ化合物Dが、化合物Bからは還元性をもたない化合物Eが生成し、化合物Cは酸化剤と反応しなかった。

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当なものを1つ選び、マークしなさい。

- (1) 分子式C₄H₁₀Oで表される異性体のうち、ナトリウムと反応するものと反応しないものは、化合物A~Cも含めて何種類ずつあるか。 36

	ナトリウムと反応するもの	ナトリウムと反応しないもの
①	4種類	2種類
②	4種類	3種類
③	5種類	2種類
④	5種類	3種類
⑤	6種類	2種類
⑥	6種類	3種類

(2) 分子式 C_4H_8 で表される異性体は、シクロ化合物や幾何異性体も数えると、全部で何種類あるか。 37

- ① 3種類 ② 4種類 ③ 5種類 ④ 6種類 ⑤ 7種類

(3) 化合物 **A**~**C** のうち、第一級アルコールに分類されるものはどれか。

38

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

(4) 化合物 **B** の名称はどれか。 39

- ① 1-プロパノール ② 2-プロパノール
③ 2-メチル-1-プロパノール ④ 2-メチル-2-プロパノール
⑤ 1-ブタノール ⑥ 2-ブタノール
⑦ 2-メチル-1-ブタノール ⑧ 2-メチル-2-ブタノール

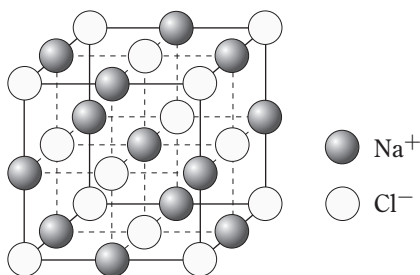
(5) 化合物 **C**~**E**、およびアルケン **X**~**Z** に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。 40

- ① 化合物 **C** は、ヨードホルム反応を示す。
② 化合物 **D** は、不斉炭素原子をもっている。
③ 化合物 **E** の水溶液は、弱酸性を示す。
④ アルケン **X** に水を付加すると、化合物 **A** のみを得られる。
⑤ アルケン **Y** に水を付加すると、化合物 **B** のみを得られる。
⑥ アルケン **Z** は、幾何異性体をもつ。

〔ⅢA, ⅢBは選択問題です。問題冊子表紙で指定された科目を解答しなさい。〕
 〔ⅢAは医療保健学部受験生が, ⅢBは薬学部受験生が解答しなさい。〕

ⅢB 次の〔問1〕,〔問2〕に答えなさい。(24点)

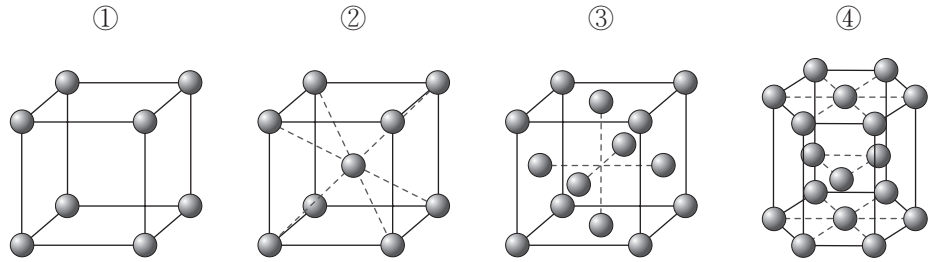
〔問1〕 イオン結晶は, 陽イオンと陰イオンがイオン結合によって結合し, 規則正しく配列している。結晶の構成粒子の配列を示した最小の単位を単位格子といい, 塩化ナトリウムの単位格子は, 次図のように表される。



これについて, 次の(1)~(4)の問いに答えなさい。答は, 最も適当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) イオン結晶に関する次の記述のうち, 誤っているものはどれか。 33
- ① 固体状態では電気を通さないが, 融解した状態では電気を通す。
 - ② 単位格子に含まれる構成元素の種類と数を分子式で表す。
 - ③ かたいがもろく, 融点が高いものが多い。
 - ④ 結晶全体では陽イオンがもつ電荷と陰イオンがもつ電荷はつり合う。
 - ⑤ 陽イオンと陰イオンの間にはたらく静電気力は, イオンの電荷が大きいものほど強い。
- (2) この結晶で, 1個のナトリウムイオンに最も近い塩化物イオンは, 何個あるか。 34 個
- ① 4 ② 6 ③ 8 ④ 12 ⑤ 16

(3) この結晶格子でナトリウムイオンに注目したとき、ナトリウムイオンはどのような結晶格子を形成しているか。 35



(4) Naの原子量を M_a 、Clの原子量を M_b 、アボガドロ定数を N 、単位格子の一辺を L とすると、結晶の密度はどのように表されるか。 36

- ① $2NL^3(M_a+M_b)$ ② $4NL^3(M_a+M_b)$ ③ $\frac{M_a+M_b}{4NL^3}$
 ④ $\frac{M_a+M_b}{2NL^3}$ ⑤ $\frac{2(M_a+M_b)}{NL^3}$ ⑥ $\frac{4(M_a+M_b)}{NL^3}$

〔問 2〕 酢酸の電離度は小さく、水溶液中では一部しか電離しない。



一方、酢酸ナトリウムは強電解質であり水溶液中で完全に電離する。



酢酸水溶液に酢酸ナトリウムを溶かすと、(a)式の平衡は **ア** に移動するので、もとの酢酸水溶液よりも pH は **イ**。この混合溶液に少量の強酸を加えると、水素イオンが混合溶液中の **ウ** と結合し、(a)式の平衡が **エ** に移動するので、混合溶液の pH はほとんど変わらない。このようなはたらきをする水溶液を緩衝液という。

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当なものを 1 つ選び、マークしなさい。

(1) 文中の **ア** ・ **イ** に当てはまる語句の組合せはどれか。

37

	ア	イ
①	右	大きくなる
②	右	小さくなる
③	左	大きくなる
④	左	小さくなる

(2) 文中の **ウ** ・ **エ** に当てはまる語句の組合せはどれか。

38

	ウ	エ
①	酢酸イオン	右
②	酢酸イオン	左
③	水酸化物イオン	右
④	水酸化物イオン	左

(3) 緩衝液になる水溶液の組合せはどれか。 39

- ① 希塩酸 — 塩化アンモニウム水溶液
- ② 希塩酸 — 炭酸水素ナトリウム水溶液
- ③ 希塩酸 — 硫酸水素ナトリウム水溶液
- ④ アンモニア水 — 塩化アンモニウム水溶液
- ⑤ アンモニア水 — 塩化カルシウム水溶液

(4) 0.10 mol/L の酢酸 50 mL に、0.10 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液 50 mL を加えた混合水溶液の pH はいくらか。ただし、ここでは酢酸はほとんど電離しておらず、酢酸ナトリウムはすべて電離していると考えてよい。また、酢酸の電離定数 K_a は、 2.0×10^{-5} mol/L とする。 40

- ① 2.5 ② 2.7 ③ 3.3 ④ 3.5
- ⑤ 4.5 ⑥ 4.7 ⑦ 5.3 ⑧ 5.5

(5) (4)の混合水溶液に、1.0 mol/L の塩酸 1.0 mL を加えた混合水溶液の pH はいくらか。ただし、加えた塩酸の体積は無視できるものとする。 41

- ① 2.5 ② 2.7 ③ 3.3 ④ 3.5
- ⑤ 4.5 ⑥ 4.7 ⑦ 5.3 ⑧ 5.5

生 物

(60分 100点)

I 細胞分画に関する次の文を読み、以下の〔問1〕～〔問5〕に答えなさい。

(20点)

真核細胞にはさまざまな細胞小器官が存在しており、それらの細胞小器官の機能を調べるには、それぞれの細胞小器官を他の細胞成分から分けて集めることが重要である。

この目的のためには、まず、ア適切な溶液中で細胞を破碎し、得られた破碎液を細胞分画する。細胞分画法では、まず、小さな遠心力(注)で遠心分離することで、破碎液を沈殿と上澄みに分け、次いで、上澄みをより大きな遠心力で遠心分離することで、再び沈殿と上澄みに分ける。これを繰り返すことによって、より大きく密度の高い細胞小器官と、より小さく密度の低い細胞小器官を分けて得ることができる。

(注)：遠心力の大きさは重力(g)を基準として、重力の何倍に相当するかを数値で示す。例えば、 $800g$ は重力の800倍に相当することを表している。

いま、表面をよく洗ったホウレンソウの葉から表皮を取り除き、カミソリで細かく切断した後、破碎した(破碎液a)。そして、破碎液aを管に入れ、 $500g$ で10分間、遠心分離を行って沈殿Bと上澄みbに分けた。そして、上澄みbを新しい管に移し、 $2000g$ で10分間、遠心分離を行って沈殿Cと上澄みcに分けた。さらに、同様に、 $10000g$ で20分間、遠心分離を行って沈殿Dと上澄みdに分けた(図1)。沈殿B～Dのうち、沈殿Cだけが緑色をしていた。

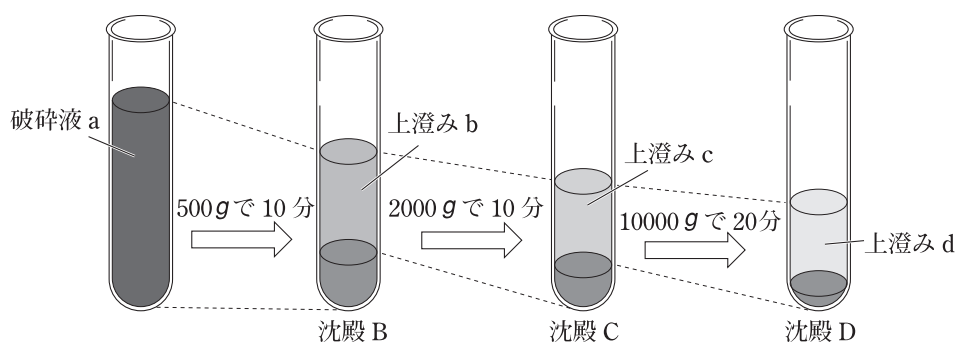


図 1

〔問 1〕 細胞の破碎から細胞分画の一連の操作の過程は、どのような温度で行うのが適切と考えられるか。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。

- ① 4℃ ② 14℃ ③ 24℃
 ④ 34℃ ⑤ 74℃ ⑥ 100℃

〔問 2〕 下線部アについて、ホウレンソウの葉を破碎する際に用いる溶液の濃度をどのように設定したらよいか。適切な濃度の溶液を決める方法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。

- ① 用いるホウレンソウの葉をさまざまな濃度の溶液に浸して顕微鏡観察を行い、すべての細胞が膨らんでいる濃度の溶液を用いる。
 ② 用いるホウレンソウの葉をさまざまな濃度の溶液に浸して顕微鏡観察を行い、ごくわずかの細胞が原形質分離を起こしている濃度の溶液を用いる。
 ③ 用いるホウレンソウの葉をさまざまな濃度の溶液に浸して顕微鏡観察を行い、約半数の細胞が原形質分離を起こしている濃度の溶液を用いる。
 ④ 用いるホウレンソウの葉をさまざまな濃度の溶液に浸して顕微鏡観察を行い、すべての細胞がはっきり原形質分離を起こしている濃度の溶液を用いる。

〔問 3〕 核が含まれている分画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。 3

- ① 沈殿 B ② 沈殿 C ③ 沈殿 D
- ④ 沈殿 B と沈殿 C
- ⑤ 沈殿 B と沈殿 D
- ⑥ 沈殿 C と沈殿 D

〔問 4〕 ミトコンドリアが含まれている分画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。 4

- ① 上澄み b ② 上澄み c ③ 上澄み d
- ④ 上澄み b と沈殿 C
- ⑤ 上澄み c と沈殿 D
- ⑥ 上澄み b と上澄み c と沈殿 D

〔問 5〕 沈殿 C に破碎に用いた溶液を加えてかき混ぜて懸濁液としたものは、光を当てると二酸化炭素を吸収した。しかし、沈殿 C に蒸留水を加えてかき混ぜて懸濁液としたものは、光を当てても二酸化炭素を吸収しなかった。この理由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。

5

- ① 蒸留水中では、浸透圧によって水が出て、沈殿 C に含まれる細胞小器官が収縮してしまったため。
- ② 蒸留水中では、浸透圧によって水が入り、沈殿 C に含まれる細胞小器官が破裂してしまったため。
- ③ 蒸留水中では、原形質分離が起こり、沈殿 C に含まれる細胞小器官が機能を失ったため。
- ④ 蒸留水中では、膨圧が発生し、沈殿 C に含まれる細胞小器官が機能を失ったため。

Ⅱ 受精に関する次の文を読み、以下の〔問1〕～〔問4〕に答えなさい。(20点)

動物では、精母細胞が減数分裂および精子変形を経て精子となり、卵母細胞が減数分裂を経て卵となる。そして、アこの精子と卵が合体して受精卵が生じる。

被子植物の配偶子の形成は、動物に比べて複雑な過程をたどる。花粉母細胞は減数分裂を行って花粉四分子となり、それぞれはさらに体細胞分裂を行って花粉ができる。花粉は受粉すると花粉管を伸ばし、花粉管内に（イ）個の精細胞が形成される。一方、胚珠内では胚のう母細胞が減数分裂および（ウ）回の核分裂、細胞質分裂を経て胚のうとなり、卵細胞はこの中に形成される。そして、精細胞と卵細胞が合体して受精卵が生じるのとほぼ同時に、（エ）が起こり、胚乳核を含む細胞が生じる。このように、2組の合体がほぼ同時に起こることを（オ）という。

〔問1〕 下線部アの動物の受精について、次の(1)・(2)に答えなさい。

(1) ウニの受精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 先体反応が起きると、精子は遊泳能力をもつようになる。
- ② 先体反応が起きた精子は、必ず、卵と合体する。
- ③ 精子が卵に進入すると、卵の細胞膜が受精膜へと変化する。
- ④ 精子が卵に進入すると、卵膜が受精膜へと変化する。
- ⑤ 精子が卵に進入し、精核と卵核の合体が完了すると、受精膜が形成される。

(2) ヒトの受精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。

- ① 減数分裂前の一次卵母細胞に精子が進入する。
- ② 減数分裂途中の一次卵母細胞に精子が進入する。
- ③ 減数分裂途中の二次卵母細胞に精子が進入する。
- ④ 減数分裂を完了した卵に精子が進入する。
- ⑤ 精核と卵核の合体が完了してから減数分裂が起こる。

〔問2〕 文中の空欄（イ）・（ウ）に当てはまる数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。

- | | イ | ウ |
|---|---|---|
| ① | 2 | 2 |
| ② | 2 | 3 |
| ③ | 2 | 4 |
| ④ | 3 | 2 |
| ⑤ | 3 | 3 |
| ⑥ | 3 | 4 |

〔問3〕 文中の空欄（エ）に当てはまる語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。

- ① 精細胞と1個の助細胞の合体
- ② 精細胞と2個の助細胞の合体
- ③ 精細胞と1個の反足細胞の合体
- ④ 精細胞と2個の反足細胞の合体
- ⑤ 精細胞と1個の中央細胞の合体
- ⑥ 精細胞と2個の中央細胞の合体

〔問4〕 文中の空欄（オ）に当てはまる語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 体内受精 ② 体外受精 ③ 自家受精
④ 他家受精 ⑤ 重複受精

Ⅲ 遺伝に関する次の文を読み、以下の〔問1〕～〔問4〕に答えなさい。(20点)

シロイヌナズナはアブラナ科の小さな植物で、遺伝の研究によく利用されている。シロイヌナズナの葉の形には、正常形(図1のア)のほか、細い葉(図1のイ)や短い葉(図1のウ)、細く短い葉(図1のエ)が知られており、葉の形を支配するオ遺伝子の存在が予想された。

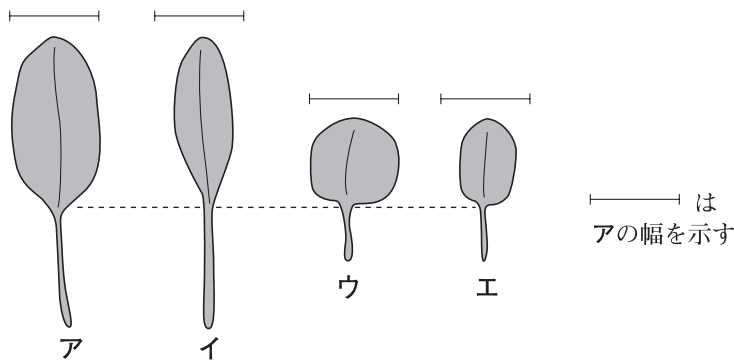


図1

これらの葉の形質の遺伝を調べるために、次の交配1～交配3を行い、それぞれ結果を得た。

交配1 正常形の系統と細い葉の系統を交雑して得られた雑種第一代(F_1)は、正常形の葉をつけた。

この F_1 を自家受粉すると、雑種第二代(F_2)では、正常形の個体：細い葉の個体=3：1で分離した。

交配2 正常形の系統と短い葉の系統を交雑して得られた F_1 は、正常形の葉をつけた。

この F_1 を自家受粉すると、 F_2 では、正常形の個体：短い葉の個体=3：1で分離した。

交配3 細い葉の系統と短い葉の系統を交雑して得られた F_1 は、正常形の葉をつけた。

この F_1 を自家受粉すると、カ F_2 では、正常形、細い葉、短い葉、細く短い葉をつける4種類の個体が生じた。また、 F_1 を検定交雑すると、同じく4種類の個体が生じ、その割合はほぼ25%ずつであった。

〔問1〕 下線部オの遺伝子について、次の(1)・(2)に答えなさい。

(1) 遺伝子の本体はDNAであるが、これを証明した実験の材料と研究者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。

11

	実験の材料	研究者
①	肺炎双球菌	ミーシャー
②	ファージ	ハーシーとチェイス
③	キイロショウジョウバエ	ワトソンとクリック
④	アカパンカビ	モーガン (モルガン)
⑤	エンドウ	エイブリー (アベリー)

(2) 遺伝子の本体であるDNAは4種類の構成要素(構成単位)からなり、通常は二重らせん構造をとるが、ウイルスなどで見られる1本鎖の構造のDNAも存在する。次の4種類の構成要素(A, C, G, T)の数の割合(%)の中で、2本鎖DNAに成り得ないものはどれか。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。

12

	A	C	G	T
①	24.4	18.4	24.7	32.5
②	31.3	17.1	18.7	32.9
③	29.7	20.4	20.8	29.1
④	31.0	18.4	19.1	31.5
⑤	15.6	33.8	36.3	14.3
⑥	30.3	19.9	19.5	30.3

〔問2〕 交配1および交配2からわか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 葉を細くする遺伝子と葉を短くする遺伝子は、どちらも優性である。
- ② 葉を細くする遺伝子は優性であり、葉を短くする遺伝子は劣性である。
- ③ 葉を細くする遺伝子は劣性であり、葉を短くする遺伝子は優性である。
- ④ 葉を細くする遺伝子と葉を短くする遺伝子は、どちらも劣性である。
- ⑤ 葉を細くする遺伝子と葉を短くする遺伝子は、どちらも優劣を決められない。

〔問3〕 交配3からわかること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。 14

- ① 葉を細くする遺伝子と葉を短くする遺伝子は、対立遺伝子である。
- ② 葉を細くする遺伝子と葉を短くする遺伝子は、複対立遺伝子である。
- ③ 葉を細くする遺伝子と葉を短くする遺伝子は、それぞれ異なる正常遺伝子の対立遺伝子である。
- ④ 葉を細くする遺伝子は、葉を短くする遺伝子の発現を抑制する遺伝子である。

〔問4〕 下線部力について、生じたF₂での表現型の分離比（正常形：細い葉：短い葉：細く短い葉）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。

正常形：細い葉：短い葉：細く短い葉＝ 15

- ① 1 : 1 : 1 : 1 ② 3 : 1 : 3 : 1 ③ 3 : 3 : 1 : 1
- ④ 1 : 3 : 3 : 9 ⑤ 9 : 3 : 3 : 1

IV 筋収縮に関する次の文を読み、以下の〔問1〕～〔問4〕に答えなさい。(20点)

カエルの足のふくらはぎの筋肉を神経とともに傷つけないように取り出して、神経筋標本をつくり、図1のような装置で実験1～実験3を行った。なお、実験は室温を15℃に保って行った。

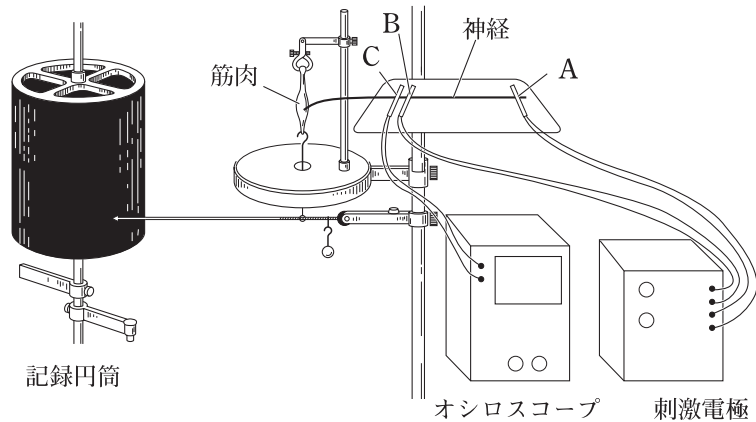


図1

実験1 筋肉から10 cm離れた神経上の部位Aに刺激電極をおき、ごく短時間電流を流して神経を刺激すると、9.1 ミリ秒後に筋肉の収縮が起こった。次に、筋肉から4 cm離れた部位Bにおいた刺激電極により同様の刺激を与えたところ、6.7 ミリ秒後に筋肉の収縮が起こった。なお、1 ミリ秒は1000分の1秒である。

実験2 神経上の部位Aに、ごく短時間電流を流す刺激を1回だけ与えると、筋肉は(ア)を起こしたが、1秒間に(イ)回ほど、繰り返し同じ刺激を与えると、筋肉は完全強縮を起こした。

実験3 神経上の部位Cに記録用の電極をおき、部位Aの刺激電極に流す電流の強さをさまざまに変えて刺激を与え、記録される神経活動の大きさをオシロスコープで調べたところ、図2のような結果が得られた。

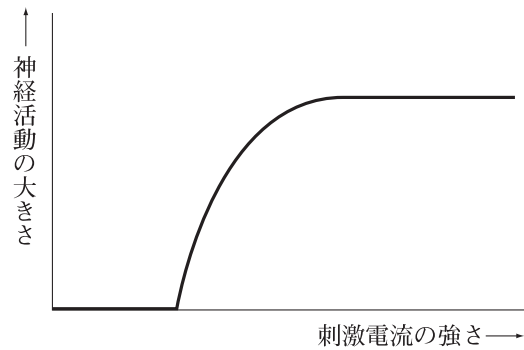


図 2

〔問 1〕 実験 1 から、この神経の興奮の伝導速度 (m/秒) はいくらか。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。 16

- ① 1 m/秒 ② 6 m/秒 ③ 11 m/秒
 ④ 25 m/秒 ⑤ 58 m/秒

〔問 2〕 文中の空欄 (ア)・(イ) に当てはまる語と数値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。

17

- | | ア | イ |
|---|-------|----|
| ① | 単収縮 | 2 |
| ② | 単収縮 | 5 |
| ③ | 単収縮 | 30 |
| ④ | 不完全強縮 | 2 |
| ⑤ | 不完全強縮 | 5 |
| ⑥ | 不完全強縮 | 30 |

〔問 3〕 筋肉の直前の部位（筋肉から 0 cm の部位）で神経を刺激しても，数ミリ秒経過した後に筋肉の収縮が起こる。この理由を述べた次の文 a～c のうち可能性のあるものはどれか。最も適当な組み合わせを，下の①～④の中から 1 つ選びマークしなさい。 18

- a. 刺激してから神経に興奮が生じるまでに時間がかかる。
 b. 神経と筋肉の間での興奮の伝達に時間がかかる。
 c. 筋肉に興奮が伝わってから収縮するまでに時間がかかる。
- ① a・b ② a・c ③ b・c ④ a・b・c

〔問 4〕 図 2 で示されているように，実験 3 では，全か無かの法則が成立していない。その理由を述べた次の文について，下の (1)・(2) に答えなさい。

全か無かの法則は（ウ）で成立する法則であるのに対して，実験 3 で用いた神経は（エ）からなっているため，刺激を強くしていくと（オ），全か無かの法則が成立しない。

(1) 文中の空欄（ウ）・（エ）に当てはまる語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。 19

- | | ウ | エ |
|---|-------------------|----------------------------------|
| ① | 1 個の神経細胞 | 閾値 <small>いき</small> が等しい多数の神経細胞 |
| ② | 1 個の神経細胞 | 閾値が異なる多数の神経細胞 |
| ③ | 閾値が異なる多数の神経細胞の集まり | 1 個の神経細胞 |
| ④ | 閾値が等しい多数の神経細胞の集まり | 1 個の神経細胞 |
| ⑤ | 閾値が異なる多数の神経細胞の集まり | 閾値が等しい多数の神経細胞 |

(2) 文中の空欄（ オ ）に当てはまる文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。

20

- ① 興奮する神経細胞の数が増え
- ② 神経細胞の興奮の頻度が増え
- ③ 神経細胞の活動電位の大きさが増え
- ④ 神経を構成する神経細胞の数が増え

〔 V, VIは選択問題です。問題冊子表紙で指定された科目を解答しなさい。〕
〔 Vは医療保健学部受験生が, VIは薬学部受験生が解答しなさい。 〕

V 光周性に関する次の文を読み, 以下の〔問1〕～〔問4〕に答えなさい。(20点)

植物は, 季節による環境の変化を感知するしくみをもっている。例えば, 花芽形成では, 季節による昼と夜の長さの違いを感知して調節が行われており, 花芽形成に必要な条件の違いから, 長日植物・短日植物・ア中性植物に分けられている。

ところで, 植物は花芽形成に必要な条件として何を利用しているのだろうか。昼の長さ(以下, 日長とする)だろうか。夜の長さ(以下, 夜長とする)だろうか。1日は24時間で一定なので, 日長が長くなれば夜長がその分短くなるため, 日長と夜長の比も変化することになる。イこの点を調べるために, ある短日植物と長日植物を用いて実験1～実験4を行った。実験は明るさを自由に調節できる温室で, 温度を一定に保って行った。なお, 実験開始前には, 花芽形成が起きない条件に置いておいた。

実験1 連続明期8時間, 連続暗期16時間の明暗周期を繰り返し与えて栽培する。

実験2 連続明期16時間, 連続暗期8時間の明暗周期を繰り返し与えて栽培する。

実験3 連続明期8時間, 連続暗期8時間の明暗周期を繰り返し与えて栽培する。

実験4 連続明期4時間, 連続暗期8時間の明暗周期を繰り返し与えて栽培する。

次の図1はそれぞれの実験の明暗周期とその結果をまとめたものである。

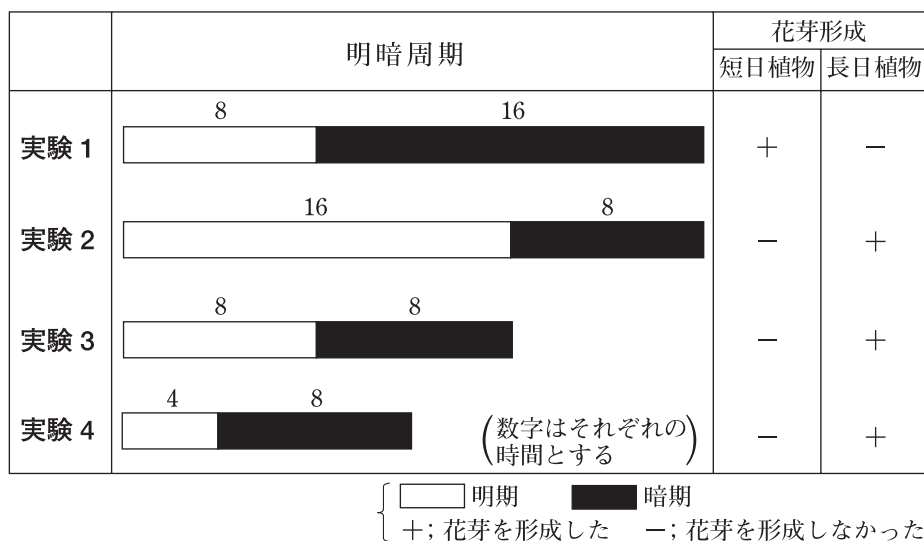


図1

また、明暗周期を24時間に固定した上で異なる長さの明期を与えて栽培し、一定期間後に花芽を形成した個体の割合(%)を調べる実験を行った。次の表1は、植物Xについての結果である。

表1

明期	13時間	13時間 30分	14時間	14時間 30分	15時間	15時間 30分
花芽形成した 個体の割合 (%)	100	100	100	0	0	0

〔問1〕 下線部アの中性植物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。 21

- ① 日長が12時間、夜長が12時間になると花芽形成する植物
- ② 日長が、夜長の半分になると花芽形成する植物
- ③ 夜長が、日長の半分になると花芽形成する植物
- ④ 日長・夜長に関係なく花芽形成する植物

〔問 2〕 下線部イについて、次の (1)・(2) に答えなさい。

(1) 図 1 の結果から、植物が花芽形成の条件に「明期（日長）」以外の要因を用いていることがわかる。この判断の根拠となる実験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。 22

- ① 実験 1，実験 2 ② 実験 1，実験 3 ③ 実験 1，実験 4
④ 実験 2，実験 3 ⑤ 実験 2，実験 4 ⑥ 実験 3，実験 4

(2) 図 1 の結果から、植物が花芽形成の条件に「明期（日長）と暗期（夜長）の比」以外の要因を用いていることがわかる。この判断の根拠となる実験の組み合わせとして最も適当なものを、(1)の選択肢①～⑥の中から 1 つ選びマークしなさい。 23

〔問 3〕 下線部ウの植物 X に関する記述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。 24

- ① 植物 X は短日植物で、限界暗期はおよそ 9 時間 45 分である。
② 植物 X は長日植物で、限界暗期はおよそ 9 時間 45 分である。
③ 植物 X は短日植物で、限界暗期はおよそ 12 時間である。
④ 植物 X は長日植物で、限界暗期はおよそ 12 時間である。
⑤ 植物 X は短日植物で、限界暗期はおよそ 14 時間 15 分である。
⑥ 植物 X は長日植物で、限界暗期はおよそ 14 時間 15 分である。

〔問 4〕 花芽形成を調節する日長と夜長を感知する部位と、感知部位から花芽形成が起こる部位へ情報を伝える伝達物質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

- | | 感知部位 | 伝達物質 |
|---|------|--------|
| ① | 葉 | フィトクロム |
| ② | 葉 | オーキシン |
| ③ | 葉 | フロリゲン |
| ④ | 芽 | フィトクロム |
| ⑤ | 芽 | オーキシン |
| ⑥ | 芽 | フロリゲン |

〔 V, VIは選択問題です。問題冊子表紙で指定された科目を解答しなさい。 〕
 〔 Vは医療保健学部受験生が, VIは薬学部受験生が解答しなさい。 〕

VI 代謝に関する次の文を読み, 以下の〔問1〕～〔問4〕に答えなさい。(20点)

生体内で行われる代謝は, 多くの種類の酵素によって担われている。例えば, グルコースを呼吸基質として好気呼吸を行う場合は, 解糖系の酵素, アクエン酸回路の酵素, 電子伝達系の酵素などがはたらき, 効率よくATPが合成される。また, 嫌気呼吸を行う場合は, 解糖系の酵素のほかに, 解糖系の産物である(ウ)をエタノールや乳酸に変える酵素がはたらく。

いま, ある酵素Eについて, 酵素反応の速度を調べる実験を行った。実験は, 酵素Eと基質を混ぜて一定時間反応させ, 生成物の量を測定した。その結果を図1の太線aに示す。

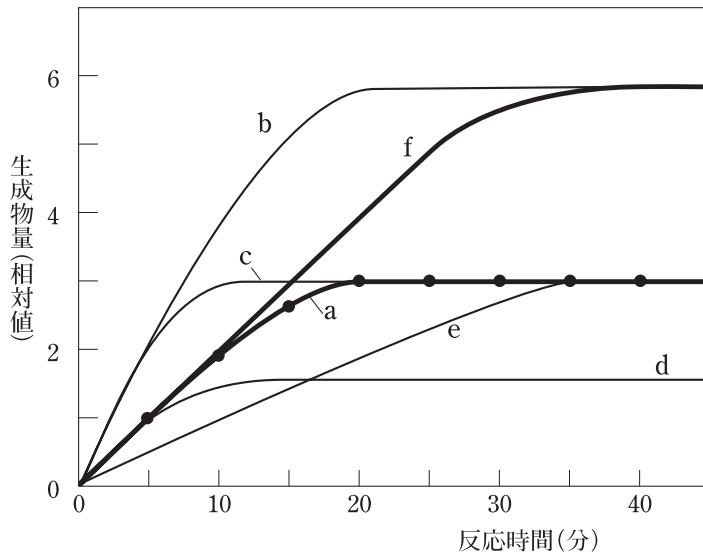


図1

〔問1〕 下線部アについて、クエン酸回路の酵素およびクエン酸回路が存在する細胞内の部位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。 26

酵素	部位
① コハク酸脱水素酵素	細胞質基質
② コハク酸脱水素酵素	ミトコンドリア
③ コハク酸脱水素酵素	葉緑体
④ カタラーゼ	細胞質基質
⑤ カタラーゼ	ミトコンドリア
⑥ カタラーゼ	葉緑体

〔問2〕 下線部イについて、1分子のグルコースが好気呼吸で分解された場合、解糖系、クエン酸回路、電子伝達系のそれぞれで何分子のATPが合成されるか。そ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。 27

解糖系	クエン酸回路	電子伝達系
① 1分子	1分子	2分子
② 1分子	1分子	34分子
③ 1分子	1分子	38分子
④ 2分子	2分子	34分子
⑤ 2分子	2分子	38分子

〔問3〕 文中の空欄（ウ）に当てはまる物質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。 28

- | | |
|-------------------|----------|
| ① ピルビン酸 | ② クエン酸 |
| ③ ホスホグリセリン酸 (PGA) | ④ オキサロ酢酸 |
| ⑤ アミノ酸 | |

〔問4〕 下線部Ⅰについて、次の(1)・(2)に答えなさい。

(1) 他の条件は一定で、酵素Eの量を2倍にしたとき、反応時間と生成物量の関係は、図1中の曲線a～eのどれになると考えられるか。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。 29

- ① 曲線 a ② 曲線 b ③ 曲線 c
④ 曲線 d ⑤ 曲線 e

(2) 他の条件は一定で、反応開始時点での基質量を2倍にしたとき、反応時間と生成物量の関係が、図1中の曲線fとなった。この結果から推論でき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。

30

- ① もとの条件の基質量は、酵素反応の速度が最大速度になるには不十分であった。
- ② もとの条件の基質量は、酵素反応の速度が最大速度になるのに十分であった。
- ③ もとの条件の基質量は、基質特異性が現れるのに不十分であった。
- ④ もとの条件の基質量は、基質特異性が現れるのに十分であった。
- ⑤ 基質量によって、最適pHが変化した。