

注 意

問題の文中の **ア** , **イウ** などには、特に指示のないかぎり、数値または符号（－）が入る。これらを次の方法で解答用紙の指定欄にマークせよ。

- (1) ア, イ, ウ, …の一つ一つは、それぞれ0から9までの数字、または－の符号のいずれか一つに対応する。それらをア, イ, ウ, …で示された解答欄にマークする。

[例] **アイ** に－8と答えたいとき

ア	● 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
イ	○ 0 1 2 3 4 5 6 7 ● 9

- (2) 分数形で解答する場合は、既約分数（それ以上約分できない分数）で答える。分数の符号は分子につけ、分母につけてはならない。

[例] **ウエ**
オ に $-\frac{4}{5}$ と答えたいとき

ウ	● 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
エ	○ 0 1 2 3 ● 5 6 7 8 9
オ	○ 0 1 2 3 4 ● 6 7 8 9

- (3) 根号を含む形で解答する場合は、根号の中に現れる自然数が最小となる形で答える。

例えば、**カ** $\sqrt{\text{キ}}$ に $4\sqrt{2}$ と答えるところを、 $2\sqrt{8}$ のように答えてはならない。

- (4) 根号を含む分数形で解答する場合は、例えば

$$\frac{\text{ク}}{\text{サ}} + \frac{\text{ケ}}{\text{コ}} \sqrt{\text{コ}}$$

に $\frac{3+2\sqrt{2}}{2}$ と答えるところを、 $\frac{6+4\sqrt{2}}{4}$ や $\frac{6+2\sqrt{8}}{4}$ のように答えてはならない。

- (5) 選択肢から一つを選んで、番号を答える場合もある。

I (1) $0 < \theta < \pi$ で $3 \sin \theta + \cos \theta = 1$ のとき,

$$\sin \theta = \frac{\boxed{\begin{array}{c} \text{ア} \\ \text{イ} \end{array}}}{\boxed{\begin{array}{c} \text{カキ} \end{array}}}, \quad \sin 2\theta = \frac{\boxed{\begin{array}{c} \text{ウエオ} \end{array}}}{\boxed{\begin{array}{c} \text{カキ} \end{array}}}, \quad \tan \theta = \frac{\boxed{\begin{array}{c} \text{クケ} \end{array}}}{\boxed{\begin{array}{c} \text{コ} \end{array}}}$$

である。

(2) 袋の中に赤玉が 4 個と白玉が 4 個入っている。袋から玉を 1 個ずつ取り出し,
左から右へ横 1 列に 8 個並べる。

(i) 赤玉と赤玉が隣り合わない確率は $\frac{\boxed{\begin{array}{c} \text{サ} \\ \text{シス} \end{array}}}{\boxed{\begin{array}{c} \text{シス} \end{array}}}$ である。

(ii) 赤玉がちょうど 3 個続いて並ぶ確率は $\frac{\boxed{\begin{array}{c} \text{セ} \\ \text{ソ} \end{array}}}{\boxed{\begin{array}{c} \text{ソ} \end{array}}}$ である。

(iii) 赤玉がちょうど 2 個続いて並ぶ箇所が 1 箇所だけある確率は $\frac{\boxed{\begin{array}{c} \text{タ} \\ \text{チ} \end{array}}}{\boxed{\begin{array}{c} \text{チ} \end{array}}}$ で
ある。

(3) (i) a_1, a_2, a_3 を正の数とする。 $(a_1 + 2a_2 + 3a_3) \left(\frac{1}{a_1} + \frac{2}{a_2} + \frac{3}{a_3} \right)$ の最小値
は $\boxed{\begin{array}{c} \text{ツテ} \end{array}}$ である。

(ii) a_1, a_2, \dots, a_n を n 個の正の数とする。 $\left(\sum_{k=1}^n k a_k \right) \left(\sum_{k=1}^n \frac{k}{a_k} \right)$ の最
小値が 2025 となるのは $n = \boxed{\begin{array}{c} \text{ト} \end{array}}$ のときである。

(計 算 用 紙)

II 数学の小テストを3回行った。点数は0点以上10点以下の整数である。

- (1) 下の表はAからJの生徒10人に対して実施された1回目のテストのデータである。

生徒	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
点数	9	6	1	10	8	5	7	2	i	j

この10人の点数の平均値は6点、分散は9であった。ただし、Iの点数 i はJの点数 j より高かった。AからHの生徒8人の点数の平均値はア点であり、分散はイである。 $i = ウ$ 、 $j = エ$ である。1回目のテストのデータの第1四分位数はオ点、中央値はカ.キ点、第3四分位数はク点である。

- (2) 下の表はAからJの生徒10人に対して実施された2回目のテストのデータである。

生徒	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
点数	9	b	c	7	8	9	7	h	7	7

この10人の点数の平均値は7点、分散は2で、Bの点数 b とHの点数 h は同じであった。 $b = ケ$ 、Cの点数 c は $c = コ$ である。

- (3) 3回目のテストでは、AからJの生徒に加え、KとLの生徒2人が受験した。下の表は3回目のテストのデータである。

生徒	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
点数	2	4	8	4	7	7	4	5	4	5	k	l

CからLの生徒10人の点数の平均値は、AからJの生徒10人の点数の平均値より1点高かった。また、CからLの生徒10人の点数の分散は3であった。Kの点数 k はLの点数 l より高かった。 $k = サ$ 、 $l = シ$ である。AからLの生徒12人の点数の平均値はス.セ点である。

(計 算 用 紙)

III a, b は $1 \leq a < b \leq 6$ を満たす自然数である。座標平面において、放物線 $y = (x - a)(x - b)$ と放物線 $y = -(x - a)^2 + b$ の共有点について考える。

(1) 共有点の x 座標を a と b を用いて表すと

$$\frac{\boxed{\text{ア}} a + b \pm \sqrt{a^2 - \boxed{\text{イ}} ab + b^2 + \boxed{\text{ウ}} b}}{\boxed{\text{エ}}}$$

である。

(2) x 軸上で共有点をもつのは $(a, b) = (\boxed{\text{オ}}, \boxed{\text{カ}})$ のときである。このとき 2 つの放物線で囲まれた部分の面積は $\boxed{\text{キ}}$ である。

(3) $x = 1$ で共有点をもつのは $a = \boxed{\text{ク}}$ のときである。

(4) 第 1 象限と第 4 象限に 1 つずつ共有点をもち、それら 2 つの共有点の x 座標と y 座標がともに整数であるのは $(a, b) = (\boxed{\text{ケ}}, \boxed{\text{コ}})$ のときであり、第 1 象限での共有点は $(\boxed{\text{サ}}, \boxed{\text{シ}})$ 、第 4 象限での共有点は $(\boxed{\text{ス}}, \boxed{\text{セソ}})$ となる。

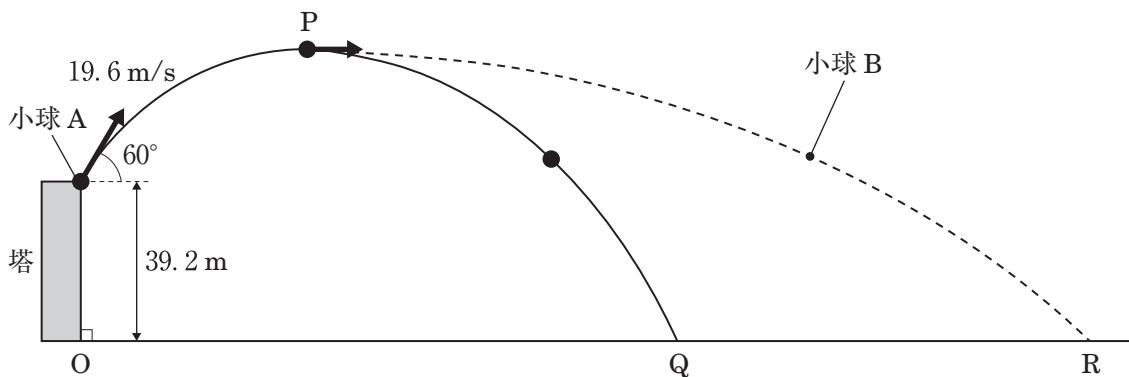
(計 算 用 紙)

物 理

(解答番号 ~)

- I 次の各問い合わせの答えとして最も適当なものを、それぞれの解答群の中から 1 つ選びマークせよ。

図のように地上 39.2 m の高さの塔から、小球 A を水平に対して 60° の角度で斜め上方に初速度 19.6 m/s で発射した。小球 A が図の最高点 P に達したとき、小球 A の中から小球 B を小球 A の進行の向き（水平方向右向き）に発射した。このときの小球 B の速さは、小球 A から見て 9.8 m/s であった。空気の抵抗力は無視し、重力加速度の大きさは 9.8 m/s^2 とする。なお、小球 A から小球 B を発射するとき、その直前直後で小球 A の速度は変わらないとする。また、 $\sqrt{11} = 3.32$ とする。



(1) 小球 A が発射されてから最高点 P に達するまでの時間は何 s か。

- ① 0.50 ② 0.71 ③ 1.0 ④ 1.4 ⑤ 1.7 ⑥ 2.0

(2) 最高点 P の高さは地上何 m か。

- ① 9.8 ② 20 ③ 44 ④ 49 ⑤ 54 ⑥ 78

(3) 小球Bを発射する直前において、小球Aの地面に対する速さは何m/sか。

3

- ① 9.8 ② 15 ③ 20 ④ 39 ⑤ 54 ⑥ 78

(4) 小球Bが発射された直後において、小球Bの地面に対する速さは何m/sか。

4

- ① 9.8 ② 15 ③ 20 ④ 39 ⑤ 54 ⑥ 78

(5) 小球Bが発射されてから落下点(図の点R)に達するまでの時間は何sか。

5

- ① 1.0 ② 1.7 ③ 2.0 ④ 3.3 ⑤ 5.0 ⑥ 10

(6) 小球Aが発射された位置から小球Aの落下点(図の点Q)までの水平方向の距離
(図のOQ間)は何mか。

6

- ① 20 ② 32 ③ 39 ④ 49 ⑤ 54 ⑥ 78

(7) 小球Bが落下点Rに達する直前において、小球Aから見た小球Bの速さは何
m/sか。

7

- ① 9.8 ② 15 ③ 20 ④ 39 ⑤ 54 ⑥ 78

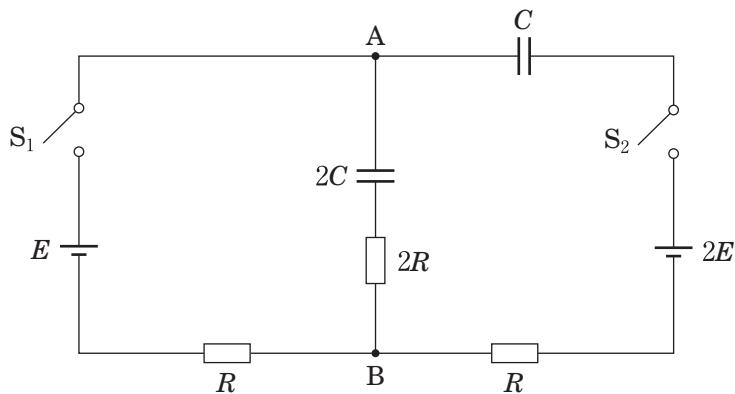
(8) 小球Aが発射された位置から小球Bの落下点Rまでの水平方向の距離(図のOR
間)は、問(6)で求めた距離(図のOQ間)の何倍か。

8

- ① 1.4 ② 1.7 ③ 2.0 ④ 2.4 ⑤ 2.7 ⑥ 3.0

II 次の各問いの答えとして最も適当なものを、それぞれの解答群の中から 1 つ選びマークせよ。

図のような、電気容量 $2C$, C の 2 個のコンデンサー、抵抗値 R , $2R$, R の 3 個の抵抗、起電力 E , $2E$ の内部抵抗が無視できる 2 個の電池、およびスイッチ S_1 , S_2 が接続された回路がある。最初、 S_1 , S_2 は開いており、2つのコンデンサーに電荷はないものとする。



まず、スイッチ S_2 を開いたまま、スイッチ S_1 を閉じた。

(1) 閉じた直後に、スイッチ S_1 を流れる電流の大きさに等しいのは次のどれか。

9

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

(2) 前問(1)の状態において、点 B を基準とする点 A の電位に等しいのは次のどれか。

10

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

(3) スイッチ S_1 を閉じてから十分に時間が経過するまでに、起電力 E の電池がする仕事に等しいのは次のどれか。

11

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

(4) スイッチ S_1 を閉じてから十分に時間が経過するまでに、回路の抵抗において発生する全ジュール熱に等しいのは次のどれか。

12

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

次にスイッチ S_1 を開いたあと、 S_2 を閉じ、十分に時間が経過した。

(5) このとき、電気容量 $2C$ のコンデンサーに蓄えられた電気量に等しいのは次のどれか。

13

- ① $\frac{1}{3}CE$ ② $\frac{2}{3}CE$ ③ $\frac{4}{3}CE$ ④ $\frac{5}{3}CE$ ⑤ $\frac{7}{3}CE$ ⑥ $\frac{8}{3}CE$

(6) このとき、電気容量 C と $2C$ のコンデンサーの静電エネルギーの和に等しいのは次のどれか。

14

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

回路を最初の状態（2つのスイッチはすべて開いており、2つのコンデンサーに電荷はない状態）にもどし、今度は、スイッチ S_1 と S_2 を同時に閉じた。この直後、スイッチ S_1 と S_2 に同時に電流が流れた。

(7) スイッチ S_1 と S_2 を閉じた直後に抵抗値 $2R$ の抵抗を流れる電流の大きさに等しいのは次のどれか。

15

- ① $\frac{3E}{5R}$ ② $\frac{4E}{5R}$ ③ $\frac{6E}{5R}$ ④ $\frac{7E}{5R}$ ⑤ $\frac{8E}{5R}$ ⑥ $\frac{9E}{5R}$

III 次の各問いの答えとして最も適当なものを、それぞれの解答群の中から 1つ選びマークせよ。

図 1 のように観測者 O_1 と音源 S と観測者 O_2 が同一直線上に並んでいる。音源 S は右向きに速さ v_s で等速直線運動を行なっており、観測者 O_1 と観測者 O_2 は静止している。音源 S の振動数は f 、音の速さは V である。音源 S の速さ v_s は音の速さ V より小さいものとする。風はないものとして、以下の問いに答えよ。

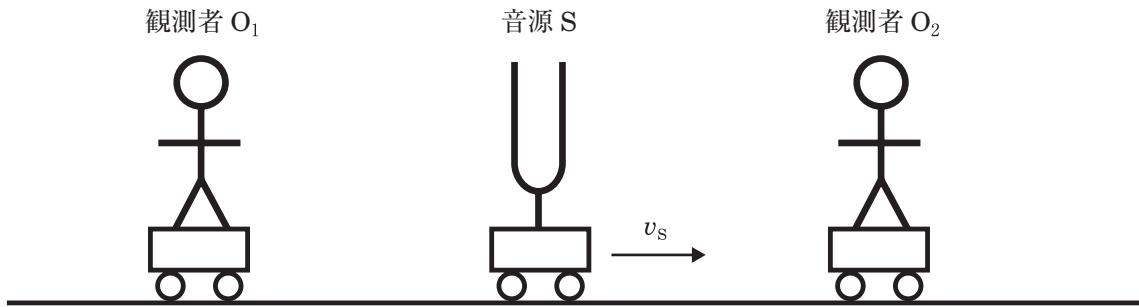


図 1

観測者 O_1 は振動数 f_1 の音を、観測者 O_2 は振動数 f_2 の音をそれぞれ聞いた。

(1) 三つの振動数 f , f_1 , f_2 の大小関係として最も適当なものは次のどれか。 16

- | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| ① $f < f_1 < f_2$ | ② $f < f_2 < f_1$ | ③ $f_1 < f < f_2$ |
| ④ $f_1 < f_2 < f$ | ⑤ $f_2 < f < f_1$ | ⑥ $f_2 < f_1 < f$ |

(2) 観測者 O_1 が聞いた音の波長に等しいものは次のどれか。 17

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ① $\frac{V + v_s}{f}$ | ② $\frac{V - v_s}{f}$ | ③ $\frac{f}{V + v_s}$ | ④ $\frac{f}{V - v_s}$ |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|

(3) 観測者 O_2 が聞いた音の波長に等しいものは次のどれか。 18

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ① $\frac{V + v_s}{f}$ | ② $\frac{V - v_s}{f}$ | ③ $\frac{f}{V + v_s}$ | ④ $\frac{f}{V - v_s}$ |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|

次に、図2のように音源Sと観測者O₁が右向きに等速直線運動を行ない、観測者O₂は静止して、音源Sから伝わる音を反射板で左向きに反射させているとする。音源Sの振動数はf, 音源Sの運動の速さはv_S, 観測者O₁の運動の速さはv₁であり、これらの速さは音の速さVより小さいものとする。

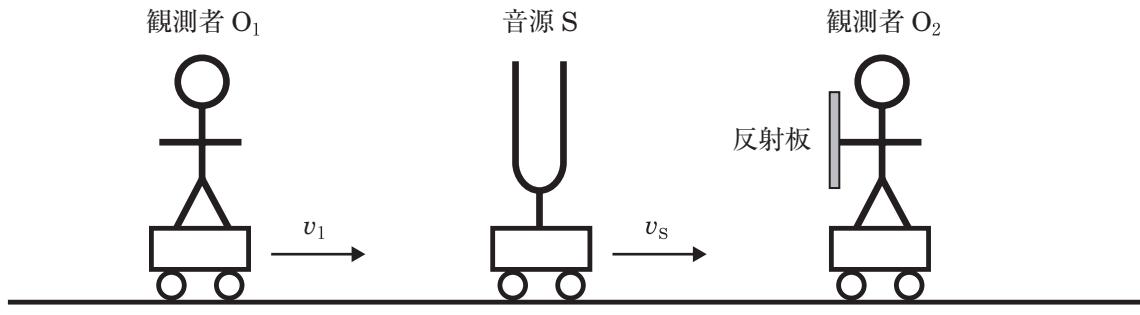


図2

(4) 音源Sから観測者O₁に直接伝わる音の振動数に等しいものは次のどれか。

19

- | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ① $\frac{V+v_1}{V+v_S}f$ | ② $\frac{V-v_1}{V+v_S}f$ | ③ $\frac{V+v_1}{V-v_S}f$ | ④ $\frac{V-v_1}{V-v_S}f$ |
| ⑤ $\frac{V+v_S}{V+v_1}f$ | ⑥ $\frac{V-v_S}{V+v_1}f$ | ⑦ $\frac{V+v_S}{V-v_1}f$ | ⑧ $\frac{V-v_S}{V-v_1}f$ |

(5) 観測者O₂のもつ反射板で反射して観測者O₁に伝わる音の振動数に等しいものは次のどれか。

20

- | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ① $\frac{V+v_1}{V+v_S}f$ | ② $\frac{V-v_1}{V+v_S}f$ | ③ $\frac{V+v_1}{V-v_S}f$ | ④ $\frac{V-v_1}{V-v_S}f$ |
| ⑤ $\frac{V+v_S}{V+v_1}f$ | ⑥ $\frac{V-v_S}{V+v_1}f$ | ⑦ $\frac{V+v_S}{V-v_1}f$ | ⑧ $\frac{V-v_S}{V-v_1}f$ |

今度は、図3のように音源Sと観測者O₁とO₂が全て右向きに等速直線運動を行ない、観測者O₂は音源Sから伝わる音を聞きながら、反射板で左向きに反射させているとする。音源Sの振動数はf、音源Sの運動の速さはv_S、観測者O₁の運動の速さはv₁、観測者O₂の運動の速さはv₂であり、これらの速さは全て音の速さVより小さいものとする。

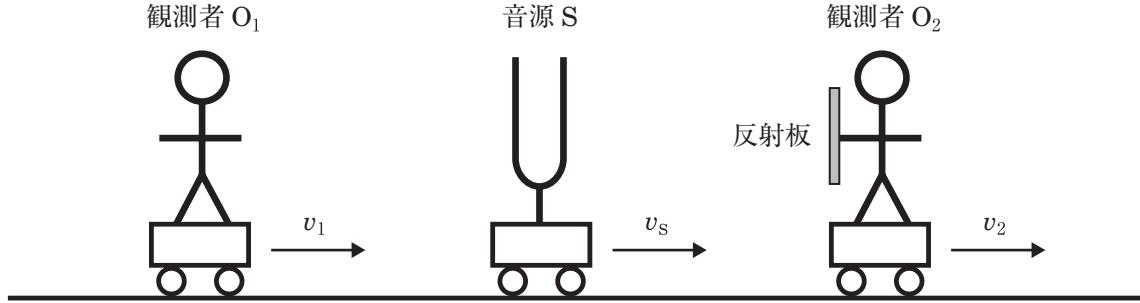


図3

(6) 音源Sから伝わる音を観測者O₂が聞いた。O₂が聞いたこの音の振動数に等しいものは次のどれか。

21

- | | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ① $\frac{V+v_2}{V+v_S} f$ | ② $\frac{V-v_2}{V+v_S} f$ | ③ $\frac{V+v_2}{V-v_S} f$ | ④ $\frac{V-v_2}{V-v_S} f$ |
| ⑤ $\frac{V+v_S}{V+v_2} f$ | ⑥ $\frac{V-v_S}{V+v_2} f$ | ⑦ $\frac{V+v_S}{V-v_2} f$ | ⑧ $\frac{V-v_S}{V-v_2} f$ |

(7) 観測者O₁は、音源Sから直接伝わる音と、観測者O₂のもつ反射板で反射してきた音の両方を聞いたが、これらの振動数は同じであり、「うなり」は聞こえなかった。このとき、観測者O₂の運動の速さv₂に等しいものは次のどれか。

22

- | | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① $\frac{V+v_1}{V} v_1$ | ② $\frac{V-v_1}{V} v_1$ | ③ $\frac{V}{V+v_1} v_1$ | ④ $\frac{V}{V-v_1} v_1$ |
| ⑤ $v_S - v_1$ | ⑥ $v_1 - v_S$ | ⑦ v_S | ⑧ v_1 |

化 学

(解答番号 ~)

I 次の文章 1) ~ 3) の空欄 ~ にあてはまる最も適切なものを、それぞれの解答群から選び、解答欄にマークせよ。ただし、同じものを何度選んでもよい。

1) 電子殻は原子核の周囲にいくつかの層に分かれて存在し、内側から順に K 殻、 L 殻、 M 殻、 N 殻・・・とよばれる。各電子殻が収容可能な電子の数は決まっており、内側から n 番目の電子殻には最大で 個の電子が収容される。電子殻にある電子のうち、原子がイオン化するときや他の原子と結びつくときに重要な働きをする最外殻の電子は とよばれる。 族元素は貴ガス（希ガス）とよばれ、この族の原子の の数は とみなされる。

2) 原子が電子 1 個を失って陽イオンに変わる際に必要なエネルギーは とよばれ、原子番号と原子を 1 値の陽イオンにするために必要な の関係はグラフ のようになる。塩化ナトリウムの結晶では、 Na^+ と Cl^- が互いに によって規則正しく のように配列している。金属ナトリウムでは、多数の Na 原子が最外殻を重なり合わせた形でつながり、 を放出して陽イオンになっている。また、 は となってすべての Na 原子に共有されている。

3) 金属の単体の融点は、融点が最も高い のように $3410\text{ }^\circ\text{C}$ のものから、融点が最も低い のように $-39\text{ }^\circ\text{C}$ のものまでと、多様である。アルカリ金属の融点は、金属の単体の中では比較的低く、原子番号の増加とともに する。遷移金属の密度は、一般に大きく、Cu の密度は 9.0 g/cm^3 である。一方、アルカリ金属の密度は小さく、これらの金属を灯油（密度 0.8 g/cm^3 ）中で保存した時に、 は灯油中に浮かんでいる。

1 に対する解答群

- ① $2n$ ② $2n+2$ ③ n^2+1
④ $2n^2$ ⑤ 2^{n+1} ⑥ $4n^2-2$

2 および 9 に対する解答群

- ① 孤立電子対 ② 僮電子 ③ 共有電子対
④ 不対電子 ⑤ 自由電子

3 に対する解答群

- ① 1 ② 2 ③ 13 ④ 14
⑤ 15 ⑥ 16 ⑦ 17 ⑧ 18

4 に対する解答群

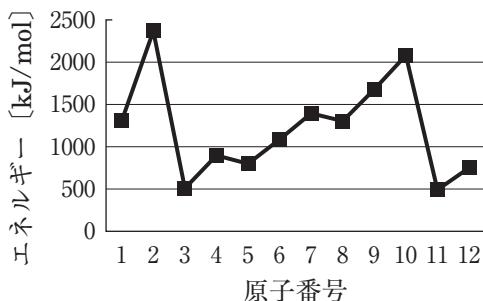
- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

5 および 7 に対する解答群

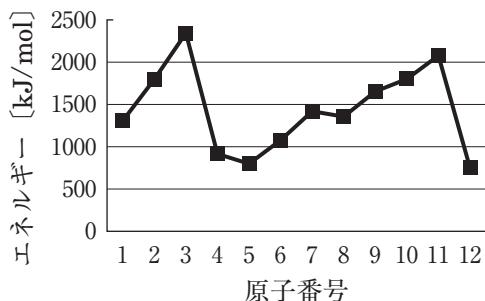
- ① 電気陰性度 ② 電子親和力 ③ ファンデルワールス力
④ イオン化エネルギー ⑤ 活性化エネルギー ⑥ 結合エネルギー
⑦ クーロン力

6 に対する解答群

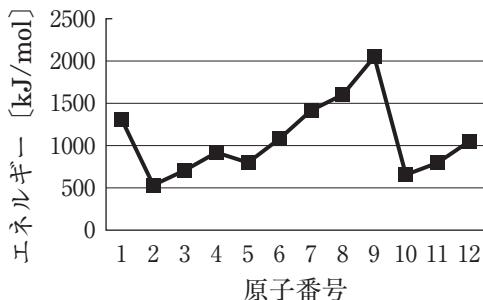
①



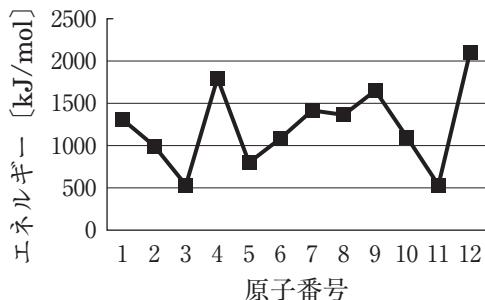
②



③

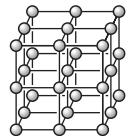


④

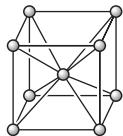


8 に対する解答群

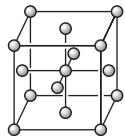
①



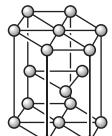
②



③



④



10 , **11** および **13** に対する解答群

① Ag

② Au

③ Cs

④ Cu

⑤ Fe

⑥ Hg

⑦ K

⑧ Li

⑨ Mn

⑩ Na

Ⓐ Pb

Ⓑ Rb

Ⓒ Ti

Ⓓ W

12 に対する解答群

① 上 畝 ② 低 下

(第Ⅱ問は次ページから始まる)

II 気体に関する次の文章中の空欄 14 ~ 27 にあてはまる最も適切なものをそれぞれの解答群から選び、解答欄にマークせよ。ただし、同じものを何度選んでもよい。なお、原子量は H=1.00, C=12.0, O=16.0, S=32.0, Fe=56.0 とする。

操作A : 炭酸ナトリウムに希塩酸を加えると、14 の気体 a が発生する。気体 a をナトリウムフェノキシドの水溶液に通じると、フェノールが生成する。下線部の反応と同じ原理の化学反応式は 15 である。

操作B : 硫化鉄(II)に希硫酸を加えると、16 の気体 b が発生する。気体 b の水溶液は 17 を示し、この溶液に 18 の水溶液を加えると黄色の沈殿が生じる。

操作C : 亜硫酸水素ナトリウムに希硫酸を加えると、19 の気体 c が発生する。気体 c の水溶液は 20 を示し、この溶液に**操作B**で得た気体 b を通じると、水溶液が白濁する。下線部の反応と同じ原理の化学反応式は 21 である。

操作D : 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱すると、22 の気体 d が発生する。気体 d の水溶液中には、酸化数が 23 の塩素原子をもつ化合物 X と酸化数が 24 の塩素原子をもつ化合物 Y が存在する。化合物 Y が酸化作用を示すため、気体 d の水溶液は殺菌剤として用いられる。

操作E : ギ酸に濃硫酸を加えて加熱すると、25 の気体 e が発生する。気体 e は鉄の精錬に用いられる。 Fe_2O_3 のみからなる鉄鉱石 $1.60 \times 10^5 \text{ kg}$ を完全に銑鉄に変化させる場合、少なくとも気体 e が 26 kg 必要であり、この操作で 27 kg の鉄原子を含む銑鉄が得られる。

14 , **16** , **19** , **22** および **25** に対する解答群

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| ① 無 色・無 臭 | ② 無 色・刺激臭 | ③ 無 色・腐卵臭 |
| ④ 黄緑色・無 臭 | ⑤ 黄緑色・刺激臭 | ⑥ 黄緑色・腐卵臭 |
| ⑦ 赤褐色・無 臭 | ⑧ 赤褐色・刺激臭 | ⑨ 赤褐色・腐卵臭 |

15 および **21** に対する解答群

- | | | |
|--|--|--|
| ① $\text{AgCl} + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \longrightarrow \text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2] + \text{NaCl}$ | | |
| ② $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{HCl} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaCl}$ | | |
| ③ $\text{AlCl}_3 + 3\text{NaOH} \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$ | | |
| ④ $\text{CuSO}_4 + 4\text{NH}_3 \longrightarrow \text{Cu}[(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ | | |
| ⑤ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaCl} \longrightarrow \text{PbCl}_2 + 2\text{NaNO}_3$ | | |
| ⑥ $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2$ | | |

17 および **20** に対する解答群

- | | | |
|---------|---------|-------|
| ① 強い酸性 | ② 弱い酸性 | ③ 中 性 |
| ④ 弱い塩基性 | ⑤ 強い塩基性 | |

18 に対する解答群

- | | | |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| ① $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ | ② $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ | ③ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ |
| ④ AgNO_3 | ⑤ ZnCl_2 | ⑥ MnSO_4 |

23 および **24** に対する解答群

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① + 1 | ② + 2 | ③ + 3 | ④ + 4 | ⑤ + 5 |
| ⑥ - 1 | ⑦ - 2 | ⑧ - 3 | ⑨ - 4 | ⑩ - 5 |
| Ⓐ 0 | | | | |

26 および 27 に対する解答群

- | | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| ① 7.00×10^3 | ② 1.40×10^4 | ③ 2.80×10^4 | ④ 3.50×10^4 |
| ⑤ 4.20×10^4 | ⑥ 5.60×10^4 | ⑦ 6.30×10^4 | ⑧ 7.00×10^4 |
| ⑨ 7.20×10^4 | ⑩ 8.40×10^4 | Ⓐ 1.12×10^5 | Ⓑ 1.40×10^5 |
| Ⓒ 1.68×10^5 | | | |

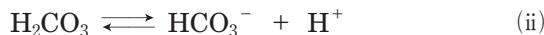
(第Ⅲ問は次ページから始まる)

III 次の問1～3の空欄 28 ~ 40 にあてはまる最も適切なものを、それぞれの解答群から選び、解答欄にマークせよ。ただし、同じものを何度も選んでもよい。なお、 $\sqrt{2.7} = 1.6$, $\log_{10} 1.6 = 0.20$, $\log_{10} 2.7 = 0.43$, $\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 4 = 0.60$, $\log_{10} 11 = 1.04$ とする。

問1 酢酸水溶液では、式(i)の電離平衡が成り立つ。25℃における0.10 mol/L 醋酸水溶液の水素イオン濃度は 28 mol/L となる。したがって、この溶液は水素イオン指数 $\text{pH} = \boxed{29}$. 30 となる。ただし、25℃における酢酸の電離定数 $K_a = 2.7 \times 10^{-5}$ mol/L とする。



問2 炭酸水中では式(ii)および(iii)の電離平衡が成り立つ。



25℃における式(ii)の電離定数 K_1 および式(iii)の電離定数 K_2 は、それぞれ $K_1 = 4.5 \times 10^{-7}$ mol/L および $K_2 = 4.7 \times 10^{-11}$ mol/L である。炭酸水の濃度が 3.0×10^{-2} mol/L のときの水溶液中の炭酸イオンの濃度は 31 mol/L となる。

問3 弱酸とその塩の混合水溶液は、32 作用を示す。500 mL の 0.20 mol/L 醋酸水溶液に 500 mL の 0.20 mol/L 醋酸ナトリウム水溶液を加えた混合液AのpHは、以下のようにして求めることができる。

混合液Aでは、問1で示した式(i)の電離平衡は 33 ので、酢酸の濃度は 34 mol/L と近似できる。また、酢酸ナトリウムは溶解するとすべて電離するが、加水分解は多量の酢酸分子によって抑えられる。したがって、混合液Aは $\text{pH} = \boxed{35}$. 36 となる。

混合液Aに 1.00 mol/L 塩酸を正確に 10 mL 加えた混合水溶液は

$\text{pH} = \boxed{37}$. $\boxed{38}$ となる。また、混合液 A に 1.00 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を正確に 10 mL 加えた混合水溶液は $\text{pH} = \boxed{39}$. $\boxed{40}$ となる。ただし、これらの操作による体積の変化は無視できるものとする。

28 に対する解答群

- ① 1.6×10^{-3} ② 2.7×10^{-3} ③ 4.0×10^{-3}
④ 1.6×10^{-2} ⑤ 2.7×10^{-2} ⑥ 4.0×10^{-2}

29 , **30** および **35** ~ **40** に対する解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

31 に対する解答群

- ① 7.0×10^{-18} ② 2.1×10^{-17} ③ 1.6×10^{-11}
④ 4.7×10^{-11} ⑤ 1.4×10^{-10} ⑥ 1.5×10^{-7}
⑦ 4.5×10^{-7} ⑧ 1.4×10^{-6} ⑨ 1.0×10^{-4}
⑩ 3.0×10^{-4}

32 に対する解答群

- ① 酸 化 ② 返 元 ③ 中 和
④ 緩 衝 ⑤ 脱 水

33 に対する解答群

- ① 右辺に移動する ② 左辺に移動する ③ 変わらない

34 に対する解答群

- ① 1.0×10^{-2} ② 2.0×10^{-2} ③ 4.0×10^{-2}
④ 1.0×10^{-1} ⑤ 2.0×10^{-1} ⑥ 4.0×10^{-1}
⑦ 1.0 ⑧ 2.0 ⑨ 4.0

IV 有機化合物に関する次の文章中の空欄 41 ~ 52 にあてはまる最も適切なものを、それぞれの解答群から選び、解答欄にマークせよ。ただし、同じものを何度も選んでもよい。なお、シス-トランス異性体は考慮する必要はない。

化合物 A の分子式は $C_5H_{10}O$ で表される。化合物 A を臭素水に通じると、臭素水の赤褐色が消失した。このことから、化合物 A は 41 をもつことがわかる。また、化合物 A は塩基性の水溶液中でヨウ素と反応させると黄色沈殿を生じた。さらに、化合物 A を単体のナトリウムと反応させると 42 が発生した。一方、化合物 A に白金を触媒として水素を作用させると化合物 B が生じた。続いて、化合物 B に濃硫酸を加えて 170°C に加熱すると化合物 C (主生成物) および化合物 D (副生成物) が生じた。

化合物 A をオゾン分解すると化合物 E および化合物 F が生成した。また、化合物 E は、無色の刺激臭をもつ液体であり、酢酸の原料や防腐剤として用いられる。次に、化合物 F にアンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱すると銀が析出した。この反応の液体部分を取り出し、酸性にすると化合物 G が生じた。次に、化合物 G に硫酸酸性二クロム酸カリウム水溶液を加えると化合物 H に変化した。

以上の結果より、化合物 A は 43、化合物 C は 44、化合物 D は 45、化合物 F は 46、化合物 G は 47、化合物 H は 48 であることがわかる。

1) 下線部と同様の反応に分類されるものは 49 である。

2) 化合物 E は 50 を塩化パラジウム(II)と塩化銅(II)水溶液を触媒にして、酸化することによって得られる。

3) 化合物 F や G には、原子または原子団の配置が立体的に異なる 2 種の異性体（鏡像異性体）が存在する。鏡像異性体の性質の中で、異なるものは 51 である。

4) 化合物 F、化合物 G、化合物 H を沸点の高い順に並べると 52 である。

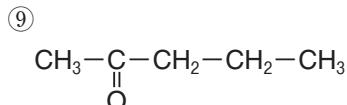
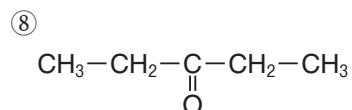
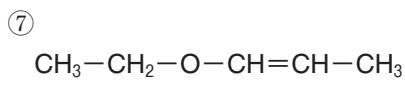
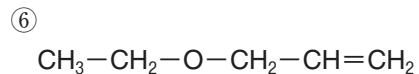
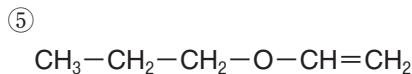
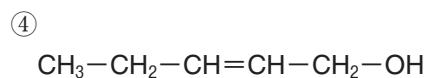
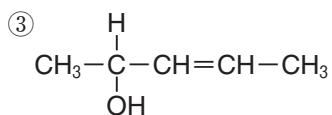
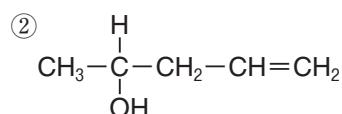
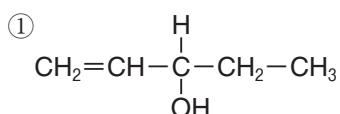
41 に対する解答群

- | | | |
|----------|----------|--------|
| ① カルボキシ基 | ② ホルミル基 | ③ ケトン基 |
| ④ 水酸基 | ⑤ エステル結合 | ⑥ 鮫和結合 |
| ⑦ 不鮫和結合 | ⑧ エーテル結合 | |

42 に対する解答群

- | | | |
|-------|-------|---------|
| ① 酸 素 | ② オゾン | ③ 塩 素 |
| ④ 水 素 | ⑤ 窒 素 | ⑥ 過酸化水素 |

43 に対する解答群



44 および 45 に対する解答群

(1)



(2)



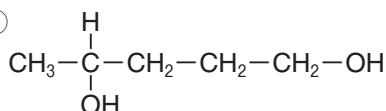
(3)



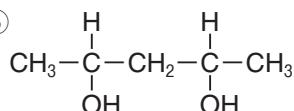
(4)



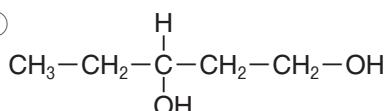
(5)



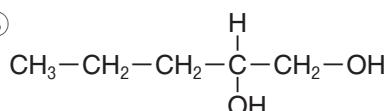
(6)



(7)

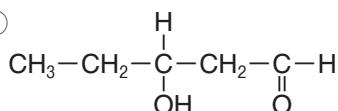


(8)

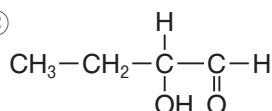


46 に対する解答群

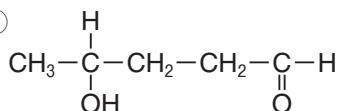
(1)



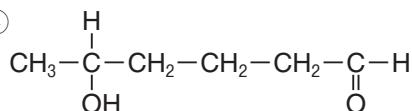
(2)



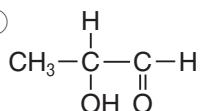
(3)



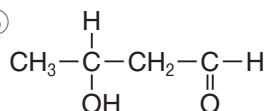
(4)



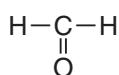
(5)



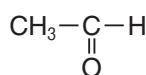
(6)



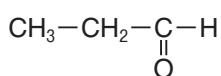
(7)



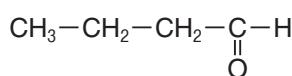
(8)



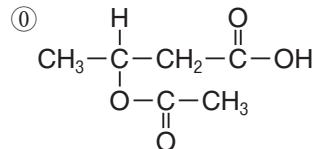
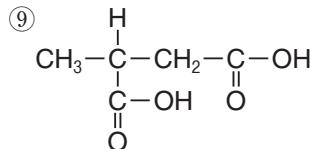
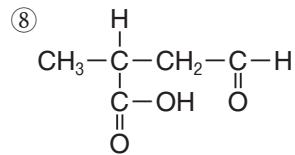
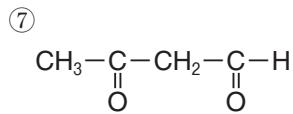
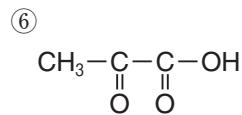
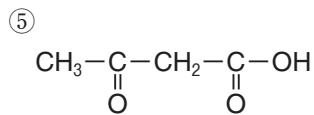
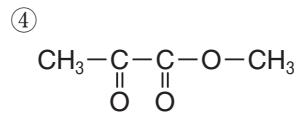
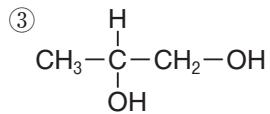
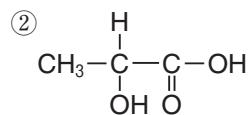
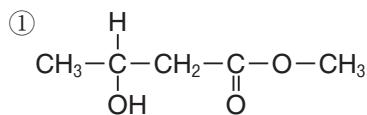
(9)



(0)

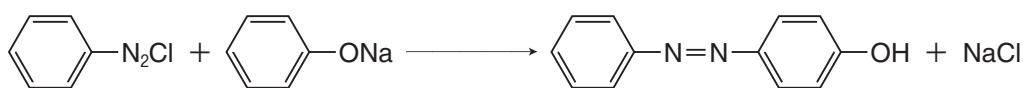


47 および 48 に対する解答群

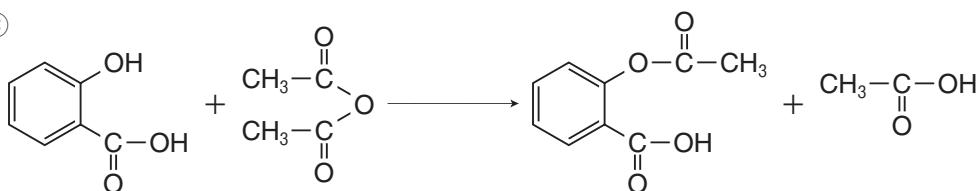


49 に対する解答群

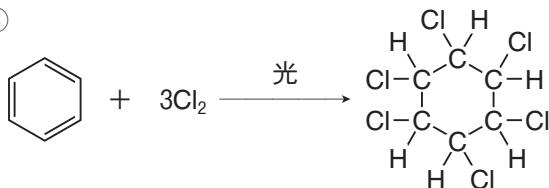
①



②



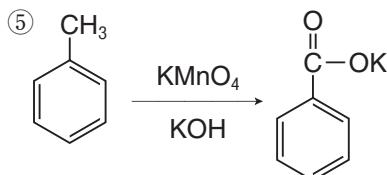
③



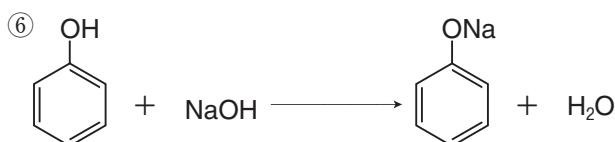
④



⑤

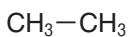


⑥

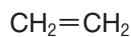


50 に対する解答群

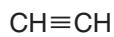
①



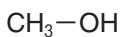
②



③



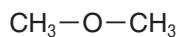
④



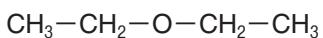
⑤



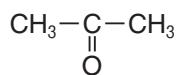
⑥



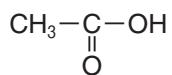
⑦



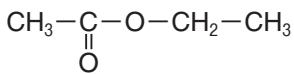
⑧



⑨



⑩



51 に対する解答群

① 密 度

② 光に対する性質

③ 融 点

④ 沸 点

52 に対する解答群

① (高) 化合物 F > 化合物 G > 化合物 H (低)

② (高) 化合物 F > 化合物 H > 化合物 G (低)

③ (高) 化合物 G > 化合物 F > 化合物 H (低)

④ (高) 化合物 G > 化合物 H > 化合物 F (低)

⑤ (高) 化合物 H > 化合物 F > 化合物 G (低)

⑥ (高) 化合物 H > 化合物 G > 化合物 F (低)

生 物

(解答番号 1 ~ 50)

I ヒトのタンパク質の構造と機能に関する以下の文章中の 1 ~ 13 に最も適切なものを解答群から選び、その番号を解答欄にマークせよ。ただし、異なる番号の に同じものを繰り返して選んでもよい。

1) ヒトのタンパク質は20種類のアミノ酸から構成され、アミノ酸どうしが鎖状につながった構造をしている。アミノ酸は、中心の炭素にカルボキシ基、窒素を含むアミノ基、水素、および側鎖が結合した構造を持つ。側鎖を構成する原子の数や元素の種類はアミノ酸ごとに異なる。タンパク質を構成する20種類のアミノ酸のうち、酸性の側鎖をもつアミノ酸は 1 種類ある。それ以外のアミノ酸のうち、2 は側鎖が水素のみからなり、3 と 4 は側鎖に硫黄を含む。3 はヒトには体内で合成することができない必須アミノ酸であり、4 どうしはジスルフィド結合を形成する。アミノ酸どうしはペプチド結合によりつながり、1つのペプチド結合が形成される過程で、1分子の 5 が取り除かれる。

アミノ酸が多数つながったものをポリペプチドといい、ポリペプチドのアミノ酸の配列順序をタンパク質の一次構造とよぶ。ポリペプチドの一部が水素結合などにより折りたたまれると、らせん状の構造である（ア）や、平行に並んだジグザグ状の構造である（イ）が形成される。これらの部分的な立体構造をタンパク質の（ウ）構造という。（ウ）構造が立体的に配置されて、タンパク質の構造が形成される。複数のポリペプチドが組み合わさせてできる立体構造をタンパク質の（エ）構造といい、（エ）構造をもつタンパク質の例として 6 がある。7 はポリペプチドが正しい立体構造に折りたたまれるのを補助したり、誤って折りたたまれたタンパク質を正常な立体構造に戻すはたらきをもつ。ここで、（ア）～（エ）の正しい組み合わせは 8 である。

1 に対する解答群

① 1

② 2

③ 3

④ 4

⑤ 5

⑥ 9

⑦ 12

⑧ 20

2 ~ **4** に対する解答群

① アラニン

② アルギニン

③ グリシン

④ グルタミン

⑤ システイン

⑥ プロリン

⑦ チロシン

⑧ メチオニン

⑨ セリン

5 に対する解答群

① アンモニア

② 酸 素

③ 水 素

④ 二酸化炭素

⑤ 水

⑥ 硫化水素

6 に対する解答群

① ヘモグロビン

② ミオグロビン

③ チロキシン

④ ビリルビン

⑤ リゾチーム

7 に対する解答群

① アクアポリン

② サイトカイン

③ シャペロン

④ ヒストン

⑤ インターフェロン

⑥ カドヘリン

8 に対する解答群

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
①	α ヘリックス	β シート	二 次	三 次
②	α ヘリックス	β シート	二 次	四 次
③	α ヘリックス	β シート	三 次	四 次
④	β シート	α ヘリックス	二 次	三 次
⑤	β シート	α ヘリックス	二 次	四 次
⑥	β シート	α ヘリックス	三 次	四 次

2) 酵素が作用する物質を基質といい、酵素の活性部位に基質が結合することで反応が進む。たとえば、ヒトの唾液に含まれる 9 はデンプンのマルトースへの分解を触媒する。また、胃液に含まれるペプシンはタンパク質のポリペプチドへの分解を触媒する。

pH 2、温度37℃の条件下で、ペプシンの濃度が一定のとき、基質タンパク質（タンパク質Y）がポリペプチドに分解される反応速度とタンパク質Yの濃度の関係を表すグラフは図Iの(a)になった。グラフ(a)では、タンパク質Yの濃度が図IのAが指す値より低いときは、タンパク質Yの濃度が高くなるとともに反応速度も増加した。一方、タンパク質Yの濃度が図IのAが指す値より高い場合には、タンパク質Yの濃度を増加させても、反応速度はほぼ一定になった。このとき、反応速度がほぼ一定になる理由は、10 ためだと考えられる。

図Iの(b)～(f)のグラフはそれぞれ、グラフ(a)の反応条件の一部を変更したときに得られると予想されるグラフである。ペプシンの濃度のみを2倍に変更した場合に、反応速度とタンパク質Yの濃度の関係は図Iの11 のグラフになるとと考えられる。一方、タンパク質Yとよく似た構造を持ち、ペプシンの活性部位に可逆的に結合できるが分解されない物質を加えた場合には、反応速度とタンパク質Yの濃度の関係は図Iの12 のグラフになるとと考えられる。12 のグラフのようになるのは、13 が原因と考えられる。

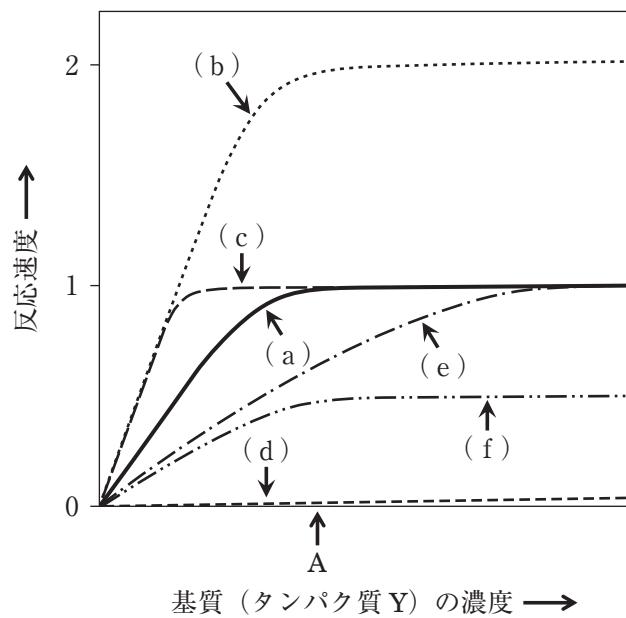


図 I

9 に対する解答群

- | | | |
|---------|---------|--------|
| ① マルターゼ | ② カタラーゼ | ③ リパーゼ |
| ④ アミラーゼ | ⑤ トリプシン | |

10 に対する解答群

- ① 酵素の活性部位が変性した
- ② 全ての基質が酵素の活性部位に結合した
- ③ 全ての酵素の活性部位に基質が結合した
- ④ 反応生成物が酵素活性を増加させた

11 および 12 に対する解答群

- ① (b)
- ② (c)
- ③ (d)
- ④ (e)
- ⑤ (f)

13 に対する解答群

- ① 非競争的阻害
- ② アロステリック効果
- ③ 競争的阻害
- ④ フィードバック調節
- ⑤ ホメオスタシス

(第Ⅱ問は次ページから始まる)

II 真核生物の遺伝情報の複製、転写、翻訳に関する以下の文章中の 14 ~ 24 に最も適切なものを解答群から選び、その番号または記号を解答欄にマークせよ。ただし、異なる番号の に同じものを繰り返し選んでもよい。

- 1) DNA は、糖骨格に塩基およびリン酸が結合した（ア）が多数つながった鎖状の構造をしており、二本の鎖が互いに向かい合って結合している。細胞周期の 14 でみられる DNA の複製の際には、二本鎖 DNA を開裂させるために 15 がはたらき、それぞれの鎖が錫型となって（イ）な一本鎖 DNA が新たに合成される。このような DNA の半保存的複製のしくみは（ウ）らによって実験的に証明された。ここで、（ア）～（ウ）の正しい組み合わせは 16 である。

14 に対する解答群

- ① G₀ 期 ② G₁ 期 ③ G₂ 期 ④ S 期 ⑤ M 期

15 に対する解答群

- ① DNA ポリメラーゼ ② DNA リガーゼ ③ DNA ヘリカーゼ
④ DNA プライマーゼ ⑤ 制限酵素 ⑥ テロメラーゼ

16 に対する解答群

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	ヌクレオシド	相補的	ハーシーとチェイス
②	ヌクレオシド	相補的	メセルソンとスタール
③	ヌクレオシド	相補的	ワトソンとクリック
④	ヌクレオシド	競合的	ハーシーとチェイス
⑤	ヌクレオシド	競合的	メセルソンとスタール
⑥	ヌクレオシド	競合的	ワトソンとクリック
⑦	ヌクレオソーム	相補的	ハーシーとチェイス
⑧	ヌクレオソーム	相補的	メセルソンとスタール
⑨	ヌクレオソーム	相補的	ワトソンとクリック
⑩	ヌクレオソーム	競合的	ハーシーとチェイス
Ⓐ	ヌクレオソーム	競合的	メセルソンとスタール
Ⓑ	ヌクレオソーム	競合的	ワトソンとクリック
Ⓒ	ヌクレオチド	相補的	ハーシーとチェイス
Ⓓ	ヌクレオチド	相補的	メセルソンとスタール
Ⓔ	ヌクレオチド	相補的	ワトソンとクリック
Ⓕ	ヌクレオチド	競合的	ハーシーとチェイス
Ⓖ	ヌクレオチド	競合的	メセルソンとスタール
Ⓗ	ヌクレオチド	競合的	ワトソンとクリック

2) RNA は 17 によって DNA から転写される。17 は、DNA の塩基配列をランダムに認識し転写を開始するのではなく、DNA の塩基配列中の 18 の近傍から開始し RNA 鎖を伸長させる。RNA には、タンパク質のアミノ酸配列を指定する（エ）、アミノ酸の運搬にかかる（オ）、タンパク質と複合体を形成しリボソームの構成 RNA として機能する（カ）がある。

リボソームにおいて、（エ）の塩基配列が、アミノ酸配列へ翻訳される。表Ⅱは遺伝暗号表を示している。ここで、以下のような塩基配列の（エ）が存在した場合、

「5'-GACACCAUGGAGCCUCAGGUGUCAAAC-[500塩基]-UGACCUAGCCUAAGCUAG-3'」

19 個のアミノ酸からなるタンパク質が合成される。このとき、翻訳は最も5'末端側に存在する AUG から始まり、塩基配列中の [500塩基] 内では翻訳が止まらないものと仮定する。

突然変異による遺伝子の塩基配列の変化が原因となる病気が知られている。かま状赤血球貧血症は、その一例であり、一塩基が変化することで本来グルタミン酸である部分がバリンに変化している。これは、コドンの（キ）番目の塩基が（ク）から（ケ）に変化するために起こる。ここで、（エ）～（カ）の正しい組み合わせは 20 であり、（キ）～（ケ）の正しい組み合わせは 21 である。

表Ⅱ
2番目の塩基

1番目の塩基		2番目の塩基				3番目の塩基			
		G	A	C	U				
G	グリシン	GGG GGA GGC GGU	グルタミン酸 アスパラギン酸	GAG GAA GAC GAU	アラニン バリン	GCG GCA GCC GCU	GUG GUA GUC GUU	G	
		AGG AGA	リシン	AAG AAA		ACG	メチオニン	AUG	G
		AGC AGU		AAC AAU		ACA	AUA イソロイシン	AUC	A
		CGG CGA CGC CGU	グルタミン ヒスチジン	CAG CAA CAC CAU		ACC ACU		AUU	C
A	アルギニン	UAG	終止	UAG UAA	セリン	CCG	CUG	G	
	セリン	UAA		UAC		CCA	CUA	A	
	アルギニン	UGC UGU	チロシン	UAC UAU		CCC CCU	CUC CUU	C	
U	トリプトファン	UGG	セリン	UCG UCA	ロイシン	UUG UUA	G		
	終止	UGA		UCC UCU		UUC UUU	A C		
	システイン	UGC UGU			フェニルアラニン				U

17 に対する解答群

- ① RNA ポリメラーゼ ② RNA ヘリカーゼ ③ 基本転写因子
④ 逆転写酵素 ⑤ リボザイム

18 に対する解答群

- ① リプレッサー ② プロモーター ③ オペロン
④ サイレンサー ⑤ クロマチン

19 に対する解答群

- ① 175 ② 177 ③ 179 ④ 181 ⑤ 183 ⑥ 185

20 に対する解答群

	(エ)	(オ)	(カ)
①	rRNA	mRNA	tRNA
②	rRNA	tRNA	mRNA
③	mRNA	rRNA	tRNA
④	mRNA	tRNA	rRNA
⑤	tRNA	rRNA	mRNA
⑥	tRNA	mRNA	rRNA

21 に対する解答群

	(キ)	(ク)	(ケ)
①	1	ウラシル	アデニン
②	1	アデニン	ウラシル
③	1	グアニン	シトシン
④	1	シトシン	グアニン
⑤	2	ウラシル	アデニン
⑥	2	アデニン	ウラシル
⑦	2	グアニン	シトシン
⑧	2	シトシン	グアニン
⑨	3	ウラシル	アデニン
⑩	3	アデニン	ウラシル
Ⓐ	3	グアニン	シトシン
Ⓑ	3	シトシン	グアニン

3) スプライシングは、転写直後の RNA から (コ) を除去し (サ) のみをつなぎ合わせる過程である。また、(サ) は、(シ) スプライシングによってさまざまな組み合わせでつなぎ合わされる。これにより、1つの遺伝子から多種類のタンパク質合成が可能であり、ヒトの場合、遺伝子数は約 22 個であるのに対し、翻訳されるタンパク質の種類はその数を上回っている。

突然変異による塩基配列の変化によって、スプライシングに異常が起こることがある。異常スプライシングによって、RNA の翻訳される塩基配列に 2 塩基の欠失が起った場合、23 によって異常なタンパク質が產生されてしまう。ここで、(コ) ~ (シ) の正しい組み合わせは 24 である。

22 に対する解答群

- ① 200
- ② 2,000
- ③ 20,000
- ④ 200,000
- ⑤ 2,000,000

23 に対する解答群

- ① RNA 干渉
- ② フレームシフト
- ③ マイクロサテライト
- ④ アンチセンス
- ⑤ 一塩基多型 (SNP)

	(コ)	(サ)	(シ)
①	イントロン	エキソン	非選択的
②	イントロン	エキソン	選択的
③	イントロン	キヤップ	非選択的
④	イントロン	キヤップ	選択的
⑤	エキソン	イントロン	非選択的
⑥	エキソン	イントロン	選択的
⑦	エキソン	キヤップ	非選択的
⑧	エキソン	キヤップ	選択的
⑨	キヤップ	イントロン	非選択的
⑩	キヤップ	イントロン	選択的
Ⓐ	キヤップ	エキソン	非選択的
Ⓑ	キヤップ	エキソン	選択的

(第Ⅲ問は次ページから始まる)

III 光合成に関する以下の文章中の 25 ~ 39 に最も適切なものを解答群から選び、その番号または記号を解答欄にマークせよ。ただし、異なる番号の に同じものを繰り返し選んでもよい。

1) 植物や藻類の光合成の場は葉緑体である。光合成の反応は、葉緑体の 25 における 光が直接関係する反応と、26 における 光が直接関係しない反応の 2 つの段階に大きく分けられる。

25 および 26 に対する解答群

- ① 外包膜
- ② 内包膜
- ③ チラコイド膜
- ④ ストロマ
- ⑤ サイトゾル
- ⑥ マトリックス
- ⑦ クリステ

下線部 a の段階では、クロロフィルに集まった光エネルギーによって 25 の (ア) へ (イ) が輸送され、(イ) の濃度勾配を形成する。この過程で水から電子が引き抜かれて酸素を生じる。このとき生じた電子は最終的に (ウ) に渡されて (エ) が生じる。また、(イ) の濃度勾配に従って 25 の (オ) に (イ) が移動することで生じたエネルギーを用いて、ATP が合成される。ここで (ア)、(イ)、(オ) の正しい組み合わせは 27 であり、(ウ) と (エ) の正しい組み合わせは 28 である。

27 に対する解答群

	(ア)	(イ)	(オ)
①	外側から内側	H^+	外側から内側
②	外側から内側	H^+	内側から外側
③	外側から内側	Na^+	外側から内側
④	外側から内側	Na^+	内側から外側
⑤	外側から内側	Cl^-	外側から内側
⑥	外側から内側	Cl^-	内側から外側
⑦	外側から内側	OH^-	外側から内側
⑧	外側から内側	OH^-	内側から外側
⑨	内側から外側	H^+	外側から内側
⑩	内側から外側	H^+	内側から外側
Ⓐ	内側から外側	Na^+	外側から内側
Ⓑ	内側から外側	Na^+	内側から外側
Ⓒ	内側から外側	Cl^-	外側から内側
Ⓓ	内側から外側	Cl^-	内側から外側
Ⓔ	内側から外側	OH^-	外側から内側
Ⓕ	内側から外側	OH^-	内側から外側

28 に対する解答群

	(ウ)	(エ)
①	NAD^+	NADH
②	NADH	NAD^+
③	$NADP^+$	NADPH
④	NADPH	$NADP^+$
⑤	FAD	$FADH_2$
⑥	$FADH_2$	FAD

下線部 b の段階は図 III - 1 に示すようなカルビン回路（カルビン・ベンソン回路）で行われる。(エ) と ATP のエネルギーにより、C₅ 化合物である図 III - 1 の [29] を出発物質として、ルビスコによる炭酸固定反応ののち、[30] 反応によって図 III - 1 の [31] が 2 分子つくられる。[31] から C₃ 化合物を経て、直接の生産物として図 III - 1 の [32] が生成する。ルビスコにより 6 分子の二酸化炭素が固定されたとき、[33] 分子の [32] が生成する。このうち [34] 分子は [29] の再生産に用いられ、[35] 分子はデンプンなどの炭水化物として植物に蓄積される。なお、図 III - 1 の ➤ は複数の反応を省略していることを示す。

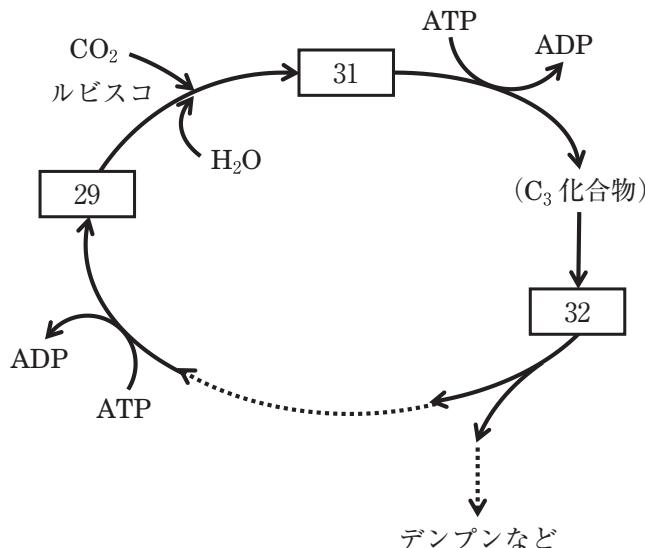


図 III - 1

[29] , [31] および [32] に対する解答群

- | | | |
|--------------|---------------------|----------|
| ① クエン酸 | ② グリセリン | ③ 脂肪酸 |
| ④ グルタミン酸 | ⑤ ピルビン酸 | ⑥ オキサロ酢酸 |
| ⑦ ホスホグリセリン酸 | ⑧ リブロース 1,5-ビスリン酸 | |
| ⑨ α-ケトグルタル酸 | ⑩ エタノール | |
| (a) アセチル CoA | (b) グリセルアルデヒド 3-リン酸 | |

30 に対する解答群

- ① 酸化 ② 还元 ③ 脱水 ④ 加水分解 ⑤ 転移

33 ~ 35 に対する解答群

- ① 1 ② 2 ③ 6 ④ 10
⑤ 12 ⑥ 15 ⑦ 20 ⑧ 24

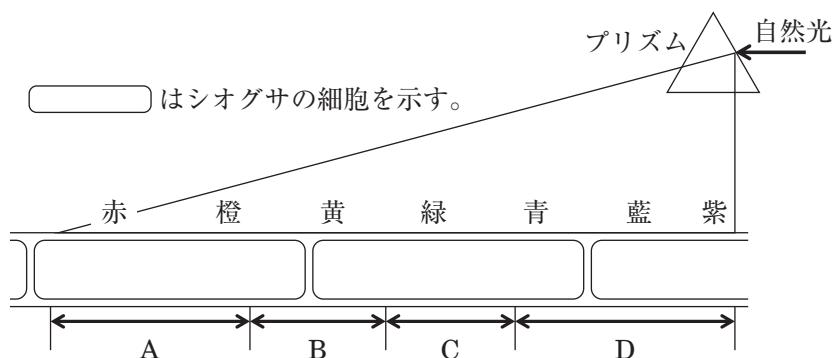
光合成の一連の反応によって、大気中の二酸化炭素が固定され、酸素が放出される。

図III-1の反応経路において、大気中の二酸化炭素 220 kg が葉緑体による光合成で固定された場合、理論上、酸素は最大 36 kg 放出される。ただし、原子量は、 $C = 12$, $O = 16$ とする。

36 に対する解答群

- ① 32 ② 44 ③ 80 ④ 160
⑤ 180 ⑥ 220 ⑦ 320

2) エンゲルマンは、図III-2に示すような実験を行った。プリズムで分光した自然光を緑藻類のシオグサに当て、ここに酸素に集まる性質をもつ細菌（好気性細菌）を添加した。このとき、好気性細菌は図III-2で示した範囲A～Dのうち、37に多く集まつた。



図III-2

37 に対する解答群

- ① Aのみ
- ② Bのみ
- ③ Cのみ
- ④ Dのみ
- ⑤ AとB
- ⑥ AとC
- ⑦ AとD
- ⑧ BとC
- ⑨ BとD
- ⑩ CとD

3) 原核生物にも光合成を行うものがある。原核生物の緑色硫黄細菌、紅色硫黄細菌、シアノバクテリアのうち、葉緑体の光化学系Iに相当する光化学系をもつのは38であり、光化学系IIに相当する光化学系をもつのは39である。

38 および 39 に対する解答群

- ① 緑色硫黄細菌のみ
- ② 紅色硫黄細菌のみ
- ③ シアノバクテリアのみ
- ④ 緑色硫黄細菌と紅色硫黄細菌のみ
- ⑤ 緑色硫黄細菌とシアノバクテリアのみ
- ⑥ 紅色硫黄細菌とシアノバクテリアのみ
- ⑦ 緑色硫黄細菌と紅色硫黄細菌とシアノバクテリア

IV 動物の反応と行動に関する以下の文章中の 40 ~ 50 に最も適切なもの
を解答群から選び、その番号または記号を解答欄にマークせよ。ただし、異なる番号の
 に同じものを繰り返し選んでもよい。

1) ヒトの眼に入った光は、40 と 41 で屈折し、42 を通過して
網膜上に像を結ぶ。このとき、41 の厚さを変えることによって網膜上に鮮明
な像ができるように調節している。たとえば、近くのものを見るときは、まず毛様筋
が（ア）し、チン小帯がゆるむ。すると、41 が（イ）くなつて、焦点距離が
(ウ)くなる。ここで、(ア)～(ウ)の正しい組み合わせは43 である。

40 ~ 42 に対する解答群

- | | | | |
|------|--------|-------|-------|
| ① 角膜 | ② 強膜 | ③ 結膜 | ④ 脈絡膜 |
| ⑤ 虹彩 | ⑥ ガラス体 | ⑦ 水晶体 | ⑧ 色素体 |

43 に対する解答群

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	弛緩	厚	長
②	弛緩	厚	短
③	弛緩	薄	長
④	弛緩	薄	短
⑤	収縮	厚	長
⑥	収縮	厚	短
⑦	収縮	薄	長
⑧	収縮	薄	短

ヒトの網膜の視細胞には、桿体細胞と錐体細胞がある。桿体細胞は主に（エ）場所でよくはたらき、桿体細胞の外節部には（オ）が集積している。（オ）は、ビタミン（カ）からつくられる（キ）とよばれる分子と、（ク）とよばれるタンパク質からなる。（オ）が光を吸収すると（キ）の構造が変化し、（ク）から（キ）が解離する。その結果、（オ）の量が減少して、桿体細胞の感度が（ケ）する。錐体細胞は主に（コ）場所でよくはたらき、錐体細胞の外節部には（サ）が集積している。錐体細胞は3種類の細胞から構成され、それぞれ 44 付近の波長の光をよく吸収する。ここで、（エ）、（オ）、（コ）、（サ）の正しい組み合わせは 45 であり、（カ）～（ケ）の正しい組み合わせは 46 である。

44 に対する解答群

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| ① 430 nm, 500 nm, 530 nm | ② 430 nm, 500 nm, 560 nm |
| ③ 430 nm, 530 nm, 560 nm | ④ 500 nm, 530 nm, 560 nm |

45 に対する解答群

	(エ)	(オ)	(コ)	(サ)
①	明るい	オーキシン	うす暗い	フォトプシン
②	明るい	オーキシン	うす暗い	ロドプシン
③	明るい	フォトプシン	うす暗い	オーキシン
④	明るい	フォトプシン	うす暗い	ロドプシン
⑤	明るい	ロドプシン	うす暗い	オーキシン
⑥	明るい	ロドプシン	うす暗い	フォトプシン
⑦	うす暗い	オーキシン	明るい	フォトプシン
⑧	うす暗い	オーキシン	明るい	ロドプシン
⑨	うす暗い	フォトプシン	明るい	オーキシン
⑩	うす暗い	フォトプシン	明るい	ロドプシン
Ⓐ	うす暗い	ロドプシン	明るい	オーキシン
Ⓑ	うす暗い	ロドプシン	明るい	フォトプシン

	(カ)	(キ)	(ク)	(ケ)
①	A	オプシン	レチナール	上 昇
②	A	オプシン	レチナール	低 下
③	A	レチナール	オプシン	上 昇
④	A	レチナール	オプシン	低 下
⑤	E	オプシン	レチナール	上 昇
⑥	E	オプシン	レチナール	低 下
⑦	E	レチナール	オプシン	上 昇
⑧	E	レチナール	オプシン	低 下

網膜上の盲斑を、以下のような実験で調べた。

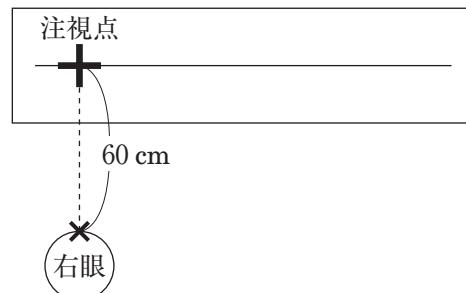
[実験]

1. 十分明るい場所の壁に、被験者の眼の高さと同じになるように、盲斑検査用紙を固定した。被験者の右眼の視野の中央に盲斑検査用紙の注視点（+印）がくるように顔の位置を固定し、さらに、注視点から 60 cm の距離になるよう合わせ、盲斑検査用紙の正面に被験者を正確に直立させた（図IV-1）。

2. 被験者の左眼をガーゼで覆い、右眼だけで注視点を見続けさせた。

3. 被験者に注視点を見続けさせた状態で、試験者が黒点のついた棒を注視点から矢印の方向へ水平に移動させた（図IV-2）。

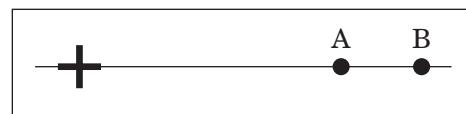
4. 黒点が見えなくなる点 A と、再び黒点が見え始める点 B を正確に測定し、記録した（図IV-3）。



図IV-1



図IV-2



図IV-3

このとき、注視点から点 A までの距離は 13.0 cm、点 B までの距離は 16.5 cm であった。ここで、被験者の眼球が直径 24 mm の完全な球形で、眼に入った光はすべて図IV-1 の X 印を通って網膜上に像を結ぶものと仮定した場合、盲斑の直径は
47 mm と算出できる。また、黄斑の中心から盲斑の中心までの距離は
48 mm と算出できる。

47 および 48 に対する解答群

- | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 0.7 | ② 1.4 | ③ 2.0 | ④ 2.6 | ⑤ 3.0 | ⑥ 3.3 |
| ⑦ 4.2 | ⑧ 5.2 | ⑨ 5.9 | ⑩ 6.6 | ⑪ 7.0 | |

2) モンシロチョウが雌雄を判別する行動を解析するため、配偶行動が盛んに認められる、よく晴れた日中のキャベツ畑において、下記の実験を行った。

[実験1]

モンシロチョウの雄と雌、それぞれ生きた状態でキャベツの葉に固定したところ、モンシロチョウの雌にモンシロチョウの雄が集まってきた。

[実験2]

モンシロチョウの雄と雌、それぞれの標本をキャベツの葉に固定したところ、モンシロチョウの雌の標本にモンシロチョウの雄が集まってきた。

[実験3]

モンシロチョウの雄と雌、それぞれ左右の翅だけの標本をキャベツの葉に固定したところ、モンシロチョウの雌の翅にモンシロチョウの雄が集まってきた。

[実験4]

モンシロチョウの雄と雌、それぞれ胴体だけの標本をキャベツの葉に固定したところ、モンシロチョウは集まつてこなかった。

以下の記述 a～dについて、[実験1]～[実験4]の結果の考察として除外され
るのは 49 である。

- a 雄が、雌の胴体を見ることで雌雄を判別している。
- b 雄が、雌のフェロモンを感知することで雌雄を判別している。
- c 雄が、雌の翅の動く音を感知することで雌雄を判別している。
- d 雄が、雌の翅を見ることで雌雄を判別している。

49 に対する解答群

- | | | |
|-------------|-------------|--------------|
| ① aのみ | ② bのみ | ③ cのみ |
| ④ dのみ | ⑤ a, bのみ | ⑥ a, cのみ |
| ⑦ a, dのみ | ⑧ b, cのみ | ⑨ b, dのみ |
| ⑩ c, dのみ | ⑪ a, b, cのみ | ⑫ a, b, dのみ |
| ⑬ a, c, dのみ | ⑭ b, c, dのみ | ⑮ a, b, c, d |

さらに、以下の実験を行った。

[実験 5]

モンシロチョウの雄と雌を、それぞれ透明な容器に入れて密封し、キャベツの葉に固定したところ、雌が入った容器にモンシロチョウの雄が集まってきた。なお、この実験に用いた容器は、波長 180 nm から 2500 nm の光をほぼ100%透過する合成石英ガラスを用いて作られていた。

[実験 6]

モンシロチョウの雌の標本に波長 400 nm 以下の光を吸収する塗料を塗ってキャベツの葉に固定したところ、モンシロチョウは集まつてこなかった。

[実験 7]

モンシロチョウの雄の標本に波長 400 nm 以下の光を反射する塗料を塗ってキャベツの葉に固定したところ、モンシロチョウの雄が集まってきた。

[実験 8]

モンシロチョウの雄の標本に波長 700 nm 以上の光を反射する塗料を塗ってキャベツの葉に固定したところ、モンシロチョウは集まつてこなかった。

[実験1]～[実験8]のすべての実験結果を考察したとき、モンシロチョウによる雌雄の判別に関する以下の記述e～hについて、考えられるのは 50 である。

- e 雌の翅と胴体がつながった状態であることが必要である。
- f 雌の翅が赤外線を反射することが必要である。
- g 雌の翅が紫外線を反射することが必要である。
- h 雌のフェロモンを感知することが必要である。

50 に対する解答群

- | | | |
|-------------|-------------|--------------|
| ① eのみ | ② fのみ | ③ gのみ |
| ④ hのみ | ⑤ e, fのみ | ⑥ e, gのみ |
| ⑦ e, hのみ | ⑧ f, gのみ | ⑨ f, hのみ |
| ⑩ g, hのみ | ⑪ e, f, gのみ | ⑫ e, f, hのみ |
| ⑬ e, g, hのみ | ⑭ f, g, hのみ | ⑮ e, f, g, h |