

# 入学試験問題(1次)

## 理 科

令和4年1月24日

10時50分—12時10分

### 注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないこと。
- 2 この問題冊子は表紙・白紙を除き46ページ(物理1～11ページ, 化学12～22ページ, 生物23～46ページ)である。落丁, 乱丁, 印刷不鮮明の箇所等があった場合は申し出ること。
- 3 物理, 化学, 生物のうちからあらかじめ入学志願票に記入した2科目を解答すること。
- 4 解答には必ず黒鉛筆(またはシャープペンシル)を使用すること。
- 5 解答は, 各設問ごとに一つだけ選び, 解答用紙の所定の解答欄の該当する記号を塗りつぶすこと。
- 6 解答を訂正する場合は, 消しゴムできれいに消すこと。
- 7 解答用紙の解答欄は, 左から物理, 化学, 生物の順番になっているので, マークする科目の解答欄を間違えないように注意すること。
- 8 監督員の指示に従って, 問題冊子の表紙の指定欄に受験番号を記入し, 解答用紙の指定欄に受験番号, 受験番号のマーク, 氏名を記入すること。「志願票に記入した科目を2つマークしなさい」の欄には, 入学志願票と同じ科目にマークすること。
- 9 この問題冊子の余白は, 草稿用を使用してよい。ただし, 切り離してはならない。
- 10 解答用紙およびこの問題冊子は, 持ち帰ってはならない。

受験番号					
------	--	--	--	--	--

上の枠内に受験番号を記入しなさい。

# 訂 正

## 理科 (化学)

16 頁

設問 13 ㊦

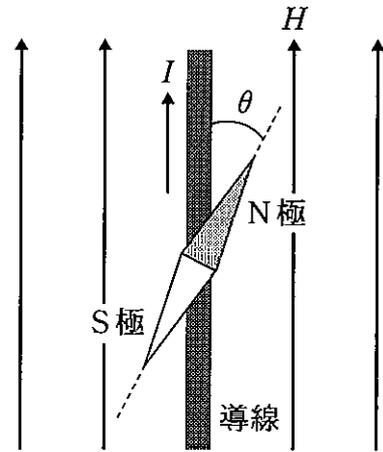
誤 ㊦ (a) 配位結合 (b) ファンデルワールス力 (c) 水素結合

正 ㊦ (a) 共有結合 (b) ファンデルワールス力 (c) 配位結合

# 物 理

設問ごとに、与えられた選択肢の中から最も適当なもの一つ選べ。

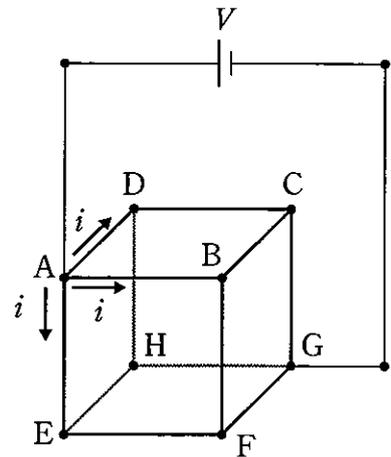
- 1 図のように、水平方向の強さ  $H$  の一様な磁場中に、磁場と平行に長い導線を張り、導線から真上に距離  $r$  離れた水平面に小磁針を置く。導線に大きさ  $I$  の電流を磁場と同じ方向に流したところ、磁針は電流の方向から角度  $\theta$  だけ振れて静止した。  $\tan \theta$  はいくらか。



小磁針を真上から見た様子

- ㉞  $\frac{I}{rH}$                       ㉠  $\frac{I}{2\pi rH}$                       ㉡  $\frac{I}{\pi r^2 H}$   
 ㉟  $\frac{I}{4\pi r^2 H}$                       ㉢  $\frac{3I}{4\pi r^3 H}$

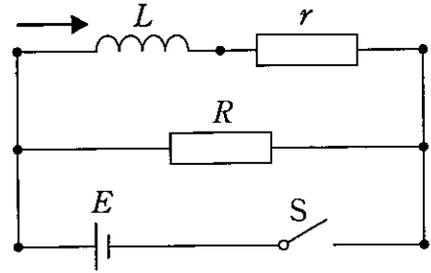
- 2 図のように、1本の抵抗値が  $R$  の抵抗線を12本つないで、各辺が1本の抵抗線からなる立方体  $ABCDEFGH$  を作り、頂点  $AG$  間に起電力  $V$  の電池を電気抵抗の無視できる導線で接続した。対称性により、 $A$  から入った電流は、図のように、同じ大きさ  $i$  の三つの電流に分岐する。 $i$  は  $\frac{V}{R}$  の何倍か。



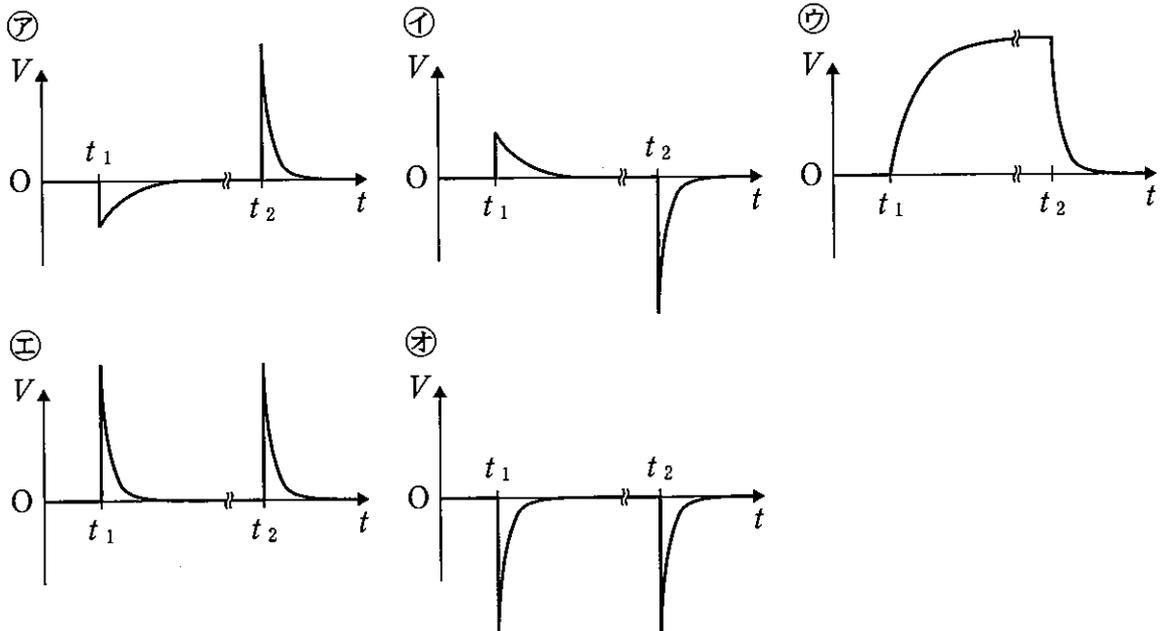
- ㉞  $\frac{1}{3}$                       ㉠  $\frac{2}{5}$                       ㉡  $\frac{1}{2}$                       ㉢  $\frac{2}{3}$                       ㉣ 2

次の文章を読み、以下の問い(問題3・4)に答えよ。

図のように、抵抗値  $R$  の抵抗と自己インダクタンス  $L$ 、抵抗値  $r$  ( $r < R$ ) のコイルを並列につなぎ、内部抵抗の無視できる起電力  $E$  の電池とスイッチ  $S$  を接続した。この回路において、時刻  $t_1$  にスイッチ  $S$  を入れ、十分に時間が経過した時刻  $t_2$  で  $S$  を切った。回路図の抵抗値  $r$  の抵抗はコイルの抵抗を表す。



3 自己誘導によってコイルに発生する誘導起電力  $V$  と時刻  $t$  の関係を表す  $V-t$  グラフとして正しいのはどれか。  $V$  の正負は、 $V$  が図の矢印の向きに電流を流す場合を正とする。



4 スイッチ  $S$  を切った直後の誘導起電力  $V$  の大きさは  $E$  の大きさの何倍か。

- ㉞  $\frac{r}{R}$       ㉟  $\frac{R-r}{R}$       ㊱ 1      ㊲  $\frac{R}{r}$       ㊳  $\frac{R+r}{r}$

5 正に帯電した二つの導体球 A と B が、真空中の十分離れた位置にそれぞれ置かれている。A の半径は B の半径の 2 倍である。無限遠の電位を基準とした A の表面の電位が B のそれと等しいとき、A の電気量は B の電気量の何倍か。

- ア  $\frac{1}{2}$       イ 1      ウ 2      エ 4      オ 8

6 仕事関数  $W$  の金属に、振動数  $f$  の光を照射する。このとき、飛び出す光電子の物質波の波長の最小値はいくらか。電子の質量を  $m$ 、プランク定数を  $h$  とする。

- ア  $\frac{h}{\sqrt{2m(hf - W)}}$       イ  $\frac{h}{\sqrt{2m(hf + W)}}$       ウ  $\frac{h}{m(hf - W)}$   
 エ  $\frac{h}{m(hf + W)}$       オ  $\sqrt{2mhf + W}$

7 結晶による回折現象を利用して、連続 X 線から特定の波長の X 線を取り出すことができる。いま、間隔  $d$  の結晶格子面(結晶面)に、最短波長  $d$  の連続 X 線を当てて、波長が  $\sqrt{3}d$  の X 線を取り出したい。入射 X 線とこの格子面とのなす角度を何度にするればよいか。

- ア 15      イ 30      ウ 45      エ 60      オ 75

8 原子番号 92、質量数 238 の原子核 A は  $\alpha$  崩壊して原子核 B になる。B は  $\beta$  崩壊して原子核 C に、C はさらに  $\beta$  崩壊して原子核 D になる。D の原子番号はいくらか。

- ア 90      イ 91      ウ 92      エ 93      オ 94

9 水素原子の線スペクトルのうち、量子数  $n$  が 2 以上のエネルギー準位から  $n = 1$  の基底状態に移る際、放出される一群の光のことをライマン系列という。ライマン系列内で一番波長が長い光の波長は、二番目に波長が長い光の波長の何倍か。

- ア  $\frac{9}{8}$       イ  $\frac{25}{16}$       ウ  $\frac{36}{25}$       エ  $\frac{32}{27}$       オ  $\frac{49}{32}$

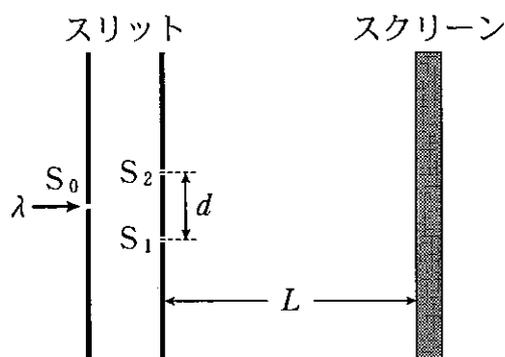
10 縦波と横波の両方に当てはまる記述はどれか。正しいものを全て選び、それらに付してある数(1, 2, 4, または 8)の和を求めよ。

1. 干渉を起こす。
2. 回折を起こす。
4. 屈折を起こす。
8. 疎密波である。

- ア 3      イ 7      ウ 9      エ 12      オ 15

11 図のように、波長  $\lambda$  の単色光を単スリット  $S_0$  に入射させ、さらに、その回折光を  $S_0$  から等距離にある二つのスリット  $S_1, S_2$  (複スリット) にあてると、スクリーン上に明暗の干渉縞が観測される。 $S_1$  と  $S_2$  の間隔は  $d$  である。スクリーンは複スリットに平行で、距離  $L$  離れた位置にある。 $\lambda$  と  $d$  をそれぞれ半分にしたとき、干渉縞の隣り合う明線の間隔は元の間隔の何倍になるか。ただし、 $d$  は  $L$  に比べて十分小さいとする。

- ア  $\frac{1}{4}$       イ  $\frac{1}{2}$       ウ 1  
 エ 2      オ 4

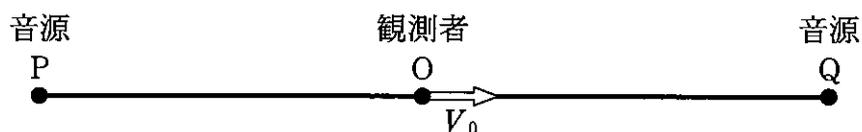


12 以下の記述は，対物レンズと接眼レンズ(いずれも凸レンズ)からなる顕微鏡で，拡大された物体の像を見る原理に関するものである。空欄に入る語句の組み合わせとして正しいのはどれか。

物体を対物レンズの焦点の( ① )に置くと，物体よりも大きな実像ができる。この像を接眼レンズの焦点の( ② )に置くと，実像よりもさらに大きな虚像を観察することができる。

	①	②
㉞	少し内側	少し内側
㉟	少し内側	少し外側
㊱	位置	位置
㊲	少し外側	少し内側
㊳	少し外側	少し外側

13 図のように，観測者 O と二つの静止した音源 P と Q が，一直線上に十分離れて並んでいる。O は Q の方向に一定の速さ  $V_0$  で移動している。時刻  $t = 0$  に，二つの音源は一定の時間間隔  $T$  で短時間の音を出し始め，そのとき O は P と Q から等距離の位置を通過した。両音源の音が O に到達した後，O が P から出た音を聞く回数は 10 秒あたり 9.0 回，Q から出た音を聞く回数は 10 秒あたり 11 回であった。 $V_0$  は何 m/s か。空気中の音速を 340 m/s とする。



- ㉞ 1.7      ㉟ 8.5      ㊱ 17      ㊲ 26      ㊳ 34

14 圧力  $p$ 、体積  $V$ 、温度  $T$  の単原子分子理想気体について、熱の出入りを伴う状態変化はどれか。正しいものを全て選び、それらに付してある数(1, 2, 4, または 8)の和を求めよ。

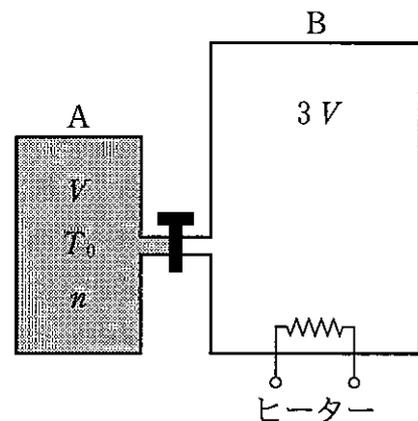
1.  $p$  を一定に保ったまま、 $V$  を 2 倍にする。
2.  $V$  を一定に保ったまま、 $p$  を 2 倍にする。
4.  $T$  を一定に保ったまま、 $V$  を 2 倍にする。
8.  $T$  を一定に保ったまま、 $p$  を 2 倍にする。

- ア 1      イ 2      ウ 3      エ 12      オ 15

15 室温における  $H_2$  (気体水素分子) の 2 乗平均速度は、同じ温度の  $O_2$  (気体酸素分子) の 2 乗平均速度の何倍か。各気体は理想気体であるとし、 $H_2$  の分子量は 2.0、 $O_2$  の分子量は 32 とする。

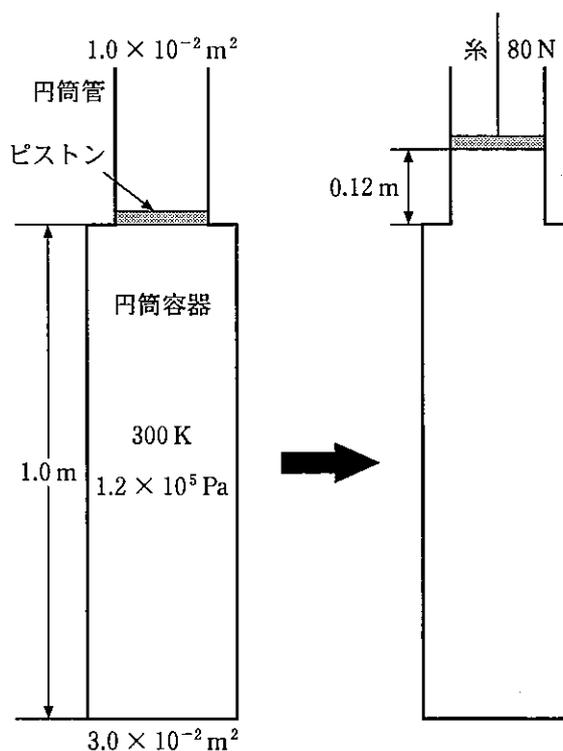
- ア 2.0      イ 4.0      ウ 8.0      エ 16      オ 32

16 図のように、体積  $V$  の断熱容器 A に温度  $T_0$ 、物質量  $n$  の単原子分子理想気体が入っており、体積  $3V$  の真空の断熱容器 B とコックの付いた細い管でつながれている。コックを開いて十分に時間が経過した後の気体の温度は  $T_1$  であった。次に、コックを閉じて B の気体のみに一定量の熱を加えて温度を  $3T_1$  にし、その後コックを開いて十分な時間待つと、気体の温度は  $T_2$  になった。 $T_2$  は  $T_0$  の何倍か。



- ア 1      イ  $\frac{3}{2}$       ウ 2      エ  $\frac{5}{2}$       オ 3

17 図のように、底面積  $3.0 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ 、高さ  $1.0 \text{ m}$  の円筒容器の上部に、断面積  $1.0 \times 10^{-2} \text{ m}^2$  の円筒管を付けたある質量の断熱容器がある。この容器に、温度  $300 \text{ K}$  で容器の外と同じ圧力  $1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$  の理想気体を入れ、円筒管の最下部に断熱性の軽いピストンでふたをする。次に、ピストンの中心に糸を付け、その糸で容器全体をつると、ピストンは上に  $0.12 \text{ m}$  移動した。このときの糸の張力は  $80 \text{ N}$  であった。気体の温度は何  $\text{K}$  下がるか。最も近いものを選び。



- ア 0      ① 1      ② 3      ③ 6      ④ 9

18 表の4つの熱機関 A, B, C, D を比較したとき、熱効率の大小関係として正しいのはどれか。ただし、各熱機関が1サイクルの間に、高温の熱源から吸収した熱量を  $Q_1$ 、低温の熱源に排出した熱量を  $Q_2$  とする。

- ア  $A > B = C > D$   
 ①  $A = C > B = D$   
 ②  $B > D > A > C$   
 ③  $C > A > D > B$   
 ④  $D > C = B > A$

熱機関	吸収熱量 $Q_1$ [J]	排出熱量 $Q_2$ [J]
A	90	60
B	100	80
C	150	120
D	200	180

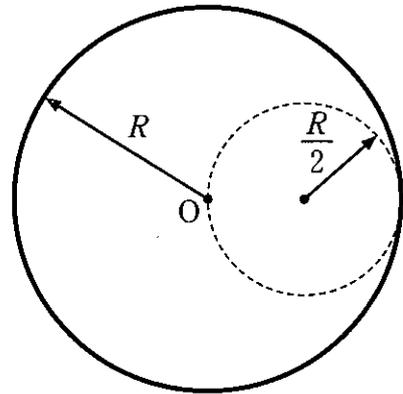
- 19 小球を高さ  $h$  から自由落下させたところ、水平な床と衝突後、高さ  $\frac{1}{3}h$  まで跳ね上がった。次に、同じ小球を高さ  $h$  から鉛直下向きに速さ  $v$  で投げ下ろしたところ、高さ  $\frac{2}{3}h$  まで跳ね上がった。 $v$  はいくらか。重力加速度の大きさを  $g$  とする。

㉞  $\sqrt{\frac{gh}{3}}$     ㉟  $\sqrt{\frac{2gh}{3}}$     ㊱  $\sqrt{\frac{4gh}{3}}$     ㊲  $\sqrt{\frac{3gh}{2}}$     ㊳  $\sqrt{2gh}$

- 20 地球と比較して、質量が 16 倍、自転周期が 2 倍の惑星がある。この惑星の赤道上空に静止衛星を配置する場合の軌道半径は、地球の静止衛星の軌道半径の何倍になるか。

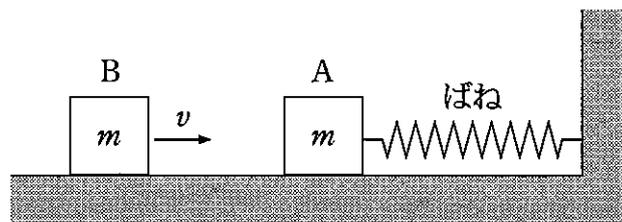
㉞ 1    ㉟ 2    ㊱ 3    ㊲ 4    ㊳ 5

- 21 図のように、中心  $O$ 、半径  $R$  の球の内部に、半径  $\frac{R}{2}$  の球形の空洞ができるように、球をくり抜く。空洞の表面は  $O$  を通る。くり抜いた残りの部分の重心から  $O$  までの距離は  $R$  の何倍か。球体の密度は場所によらず一定とする。



㉞  $\frac{1}{16}$     ㉟  $\frac{1}{14}$     ㊱  $\frac{1}{12}$   
 ㊲  $\frac{1}{10}$     ㊳  $\frac{1}{8}$

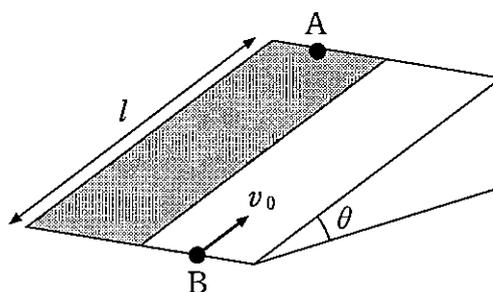
22 図のように、右端を壁面に固定した、質量の無視できる自然の長さのばねの左端に質量  $m$  の小物体 A を取り付け、なめらかな水平面上に置く。水平面上を速度  $v$  で進む質量  $m$  の小物体 B が、A に左側から弾性衝突、または、完全非弾性衝突する場合を考える。衝突から最初にばねが最も縮むまでの時間を  $\Delta t$ 、ばねの縮みの最大値を  $\Delta l$  とすると、弾性衝突のときと比較して、完全非弾性衝突のときの  $\Delta t$  と  $\Delta l$  はどうなるか。運動は壁と垂直な同一直線上で起こり、ばねはフックの法則に従うものとする。



- ㊦  $\Delta t$  は大きく、 $\Delta l$  は小さくなる。
- ㊧  $\Delta t$  は小さく、 $\Delta l$  は大きくなる。
- ㊨  $\Delta t$  は変わらず、 $\Delta l$  は大きくなる。
- ㊩  $\Delta t$  と  $\Delta l$  は、いずれも大きくなる。
- ㊪  $\Delta t$  と  $\Delta l$  は、いずれも小さくなる。

次の文章を読み、以下の問い(問題 23~25)に答えよ。

図のように、傾き  $\theta$ 、長さ  $l$  の斜面が水平面上に固定されている。この斜面の半分には摩擦があり、残りの半分には摩擦がない。摩擦のある面の上端に質量  $m$  の小物体 A、摩擦のない面の下端に同じ質量  $m$  の小物体 B を置く。時刻  $t = 0$  に、A は初速度 0 で斜面に沿って滑り出し、同時に B には最大傾斜の方向に初速度  $v_0$  を与えて運動させた。しばらくすると、B は斜面上で速さ 0 となった後、運動方向を変えて滑り落ち、A と同時に斜面下端を通過した。重力加速度の大きさを  $g$ 、A と斜面との間の静止摩擦係数を  $\mu$ 、動摩擦係数を  $\mu'$  とする。



23 A が初速度 0 で斜面を滑り出すための、 $\mu$  と  $\theta$  が満たすべき必要十分条件はどれか。

- ㉞  $\mu < \frac{\tan \theta}{4}$       ㉟  $\mu < \frac{\tan \theta}{2}$       ㊱  $\mu < \frac{3 \tan \theta}{4}$   
 ㊲  $\mu < \tan \theta$       ㊳  $\mu < \frac{5 \tan \theta}{4}$

24  $v_0$  の大きさはいくらか。

- ㉞  $\sin \theta \sqrt{\frac{2gl}{\sin \theta - \mu' \cos \theta}}$       ㉟  $\sin \theta \sqrt{\frac{gl}{\sin \theta + \mu' \cos \theta}}$   
 ㊱  $\sin \theta \sqrt{\frac{gl}{\sin \theta - \mu' \cos \theta}}$       ㊲  $\sin \theta \sqrt{\frac{gl}{2(\sin \theta + \mu' \cos \theta)}}$   
 ㊳  $\sin \theta \sqrt{\frac{gl}{2(\sin \theta - \mu' \cos \theta)}}$

25 Bが運動途中で斜面上端を越えないための、 $\mu'$ と $\theta$ が満たすべき必要十分条件はどれか。

㉗  $\mu' \leq \frac{\tan \theta}{4}$

㉘  $\mu' \leq \frac{\tan \theta}{2}$

㉙  $\mu' \leq \frac{3 \tan \theta}{4}$

㉚  $\mu' \leq \tan \theta$

㉛  $\mu' \leq \frac{5 \tan \theta}{4}$

# 化 学

設問ごとに、与えられた選択肢の中から最も適当なものを一つ選べ。(原子量は  $H = 1.00$ ,  $C = 12.0$ ,  $N = 14.0$ ,  $O = 16.0$ ,  $Na = 23.0$ ,  $S = 32.1$ ,  $Cl = 35.5$ ,  $K = 39.1$  とし、理想気体の標準状態における  $1 \text{ mol}$  の体積は  $22.4 \text{ L}$ , ファラデー定数  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ , 気体定数  $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ , アボガドロ定数は  $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$  である。)

次の文章を読み、以下の問い(問題 1～3)に答えよ。

下記の A, B, C, D の溶液を調製した。

A : 水  $100 \text{ g}$  にスクロース  $0.01 \text{ mol}$  が溶解した水溶液

B : 水  $200 \text{ g}$  にグルコース  $0.01 \text{ mol}$  が溶解した水溶液

C : 水  $100 \text{ g}$  に硫酸ナトリウム  $0.01 \text{ mol}$  が溶解した水溶液

D : 水  $400 \text{ g}$  に塩化バリウム  $0.01 \text{ mol}$  が溶解した水溶液

1 A, B, C について、沸点の高いものから順に並べたものはどれか。

- ㉠  $A > B > C$                       ㉡  $A > C > B$                       ㉢  $B > A > C$   
㉣  $B > C > A$                       ㉤  $C > A > B$

2 B の凝固点は  $-0.093 \text{ }^\circ\text{C}$  であった。C を冷却して純粋な氷が  $40 \text{ g}$  できるときの温度 ( $^\circ\text{C}$ ) に最も近いものはどれか。

- ㉠  $-0.31$     ㉡  $-0.46$     ㉢  $-0.61$     ㉣  $-0.93$     ㉤  $-1.39$

3 C と D を十分に混和し、 $-0.5 \text{ }^\circ\text{C}$  まで冷却したときに生じる氷の質量 ( $\text{kg}$ ) に最も近いものはどれか。

- ㉠  $0.278$     ㉡  $0.315$     ㉢  $0.351$     ㉣  $0.426$     ㉤  $0.463$

下記の文章について、以下の問い(問題4・5)に答えよ。

27℃において、1.0 Lの容器Aと0.50 Lの容器Bがコックで接続されている。容器Aに $1.0 \times 10^5$  Paの酸素を、容器Bに $2.0 \times 10^5$  Paの窒素を充填した後、コックを開き、両気体を混合した。

4 混合気体の全圧はいくらか。最も近い値を選べ。

- ㉠  $1.1 \times 10^5$  Pa      ㉡  $1.2 \times 10^5$  Pa      ㉢  $1.3 \times 10^5$  Pa  
㉣  $1.4 \times 10^5$  Pa      ㉤  $1.5 \times 10^5$  Pa

5 混合気体の密度は何 g/Lか。最も近い値を選べ。

- ㉠ 1.50      ㉡ 1.60      ㉢ 1.70      ㉣ 1.80      ㉤ 1.90

6 分子結晶であるものはどれか。

- A 氷  
B 重曹  
C 黒鉛  
D 消石灰  
E ブドウ糖

- ㉠ AとB      ㉡ BとC      ㉢ CとD      ㉣ DとE      ㉤ EとA

次のように各電極を用いて水溶液の電気分解を行った。  
以下の問い(問題7・8)に答えよ。

	陰 極	陽 極	水溶液
a	白 金	白 金	ヨウ化カリウム
b	白 金	白 金	希硫酸
c	白 金	白 金	水酸化ナトリウム
d	鉄	炭 素	塩化ナトリウム
e	白 金	白 金	硝酸銀

7 陽極で同じ反応が起こるのはどれか。

- ㉖ aとc    ㉗ bとd    ㉘ cとe    ㉙ dとa    ㉚ eとb

8 dにおいて陽極と陰極を陽イオン交換膜で隔て、陽極液として飽和塩化ナトリウム水溶液を、陰極液として0.050 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を用い、2.0 Aの電流で40分12秒間電気分解を行なった。用いた陽極液、陰極液を500 mLとし、電気分解による溶液の体積変化がないとすると、電気分解後の陰極液中の水酸化ナトリウムのモル濃度として、最も近い値はどれか。

- ㉛  $5.0 \times 10^{-2}$     ㉜  $7.5 \times 10^{-2}$     ㉝  $1.0 \times 10^{-1}$   
 ㉞  $1.5 \times 10^{-1}$     ㉟  $2.0 \times 10^{-1}$

9 硫酸銅(Ⅱ)  $\text{CuSO}_4$  の飽和水溶液の質量パーセント濃度は、80℃で35.9%であり、20℃で16.7%である。80℃の硫酸銅(Ⅱ)飽和水溶液200gを20℃に冷却すると、硫酸銅(Ⅱ)五水和物  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  は最大何g析出するか。最も近い値を選べ。ただし、 $\text{CuSO}_4$  の式量を160とする。

- ㊱ 67.1g    ㊲ 72.0g    ㊳ 77.1g    ㊴ 81.2g    ㊵ 93.4g

正反応と逆反応を伴う可逆的な化学反応(a)~(e)について以下の問い  
(問題 10・11)に答えよ。

- (a)  $\text{H}_2(\text{気}) + \text{I}_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{気})$   
(b)  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{気}) + \text{H}_2(\text{気}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6(\text{気})$   
(c)  $2\text{SO}_2(\text{気}) + \text{O}_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{気})$   
(d)  $\text{C}(\text{固}) + \text{CO}_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{気})$   
(e)  $\text{N}_2(\text{気}) + \text{O}_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{気})$

10 これらの反応が平衡状態にあるとき、全圧一定下でアルゴンを加えても平衡が移動しない反応はいくつあるか。

- ㉞ 0      ㉟ 1      ㊱ 2      ㊲ 3      ㊳ 4

11 ある一定容積の容器に 2.0 mol の水素と 1.5 mol のヨウ素を入れ、一定温度に保ったところ、(a)の反応が平衡状態に達した。このとき水素は 1.0 mol になっていた。同じ容積の別容器に水素 1.0 mol とヨウ素 1.0 mol を入れて同じ温度に保つと平衡に達した。このときヨウ素は何 mol 存在しているか。もっとも近い値を選べ。ただし  $\sqrt{2} = 1.4$  とする。

- ㉞ 0.36      ㉟ 0.42      ㊱ 0.45      ㊲ 0.50      ㊳ 0.58

12 アルカリ金属に属する元素 A は、赤紫の炎色反応を示した。元素 A がイオン化したものと電子の数が同じものの組み合わせを選べ。

- ㉞  $\text{F}^-$  と  $\text{Mg}^{2+}$   
㉟  $\text{O}^{2-}$  と  $\text{Al}^{3+}$   
㊱  $\text{S}^{2-}$  と  $\text{Na}^+$   
㊲  $\text{Br}^-$  と  $\text{Ne}$   
㊳  $\text{Cl}^-$  と  $\text{Ca}^{2+}$

13 以下の文章の( )に当てはまる語句の組み合わせで正しいものを選び。

アンモニア分子中の窒素原子と水素原子は( a )を形成している。アンモニア分子中の窒素原子が大きな( b )を有するため、一方のアンモニア分子中の窒素原子と他方の分子中の水素原子の間で( c )を形成する。

- |   |          |                |           |
|---|----------|----------------|-----------|
| ア | (a) 配位結合 | (b) 電気陰性度      | (c) イオン結合 |
| イ | (a) 配位結合 | (b) ファンデルワールス力 | (c) 水素結合  |
| ウ | (a) 共有結合 | (b) 電気陰性度      | (c) 水素結合  |
| エ | (a) 共有結合 | (b) 電気陰性度      | (c) 配位結合  |
| オ | (a) 配位結合 | (b) ファンデルワールス力 | (c) 水素結合  |

14 アンモニアが関わる化学反応について正しいのはどれか。

- A  $\text{Fe}^{3+}$  を含む水溶液にアンモニア水を加えると、緑白色の沈殿が生じる。
- B  $\text{NaCl}$  飽和水溶液にアンモニアを吸収させ、二酸化炭素を吹き込むと炭酸ナトリウムが得られる。
- C  $\text{Pt}$  を触媒とした反応により、アンモニアは一酸化窒素に酸化される。
- D  $\text{Cu}^{2+}$  を含む水溶液に過剰量のアンモニア水を加えると深青色の水溶液になる。

- |   |     |   |     |   |     |
|---|-----|---|-----|---|-----|
| ア | AとB | イ | AとC | ウ | BとC |
| エ | BとD | オ | CとD |   |     |

15 以下の文章のうち、正しいのはどれか。

- A 炭酸カルシウムと水酸化カルシウムの融解混合物はソーダ石灰という。
- B 水銀は Mn, Fe, Co, Pt などとはアマルガムをつくらない。
- C Al の粉末と酸化鉄を混合して点火すると還元反応により鉄が得られる。
- D  $\text{Pb}^{2+}$  を含む水溶液に  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  を加えると白濁する。

- ㉞ A と B                      ㉟ A と C                      ㊱ B と C
- ㊲ B と D                      ㊳ C と D

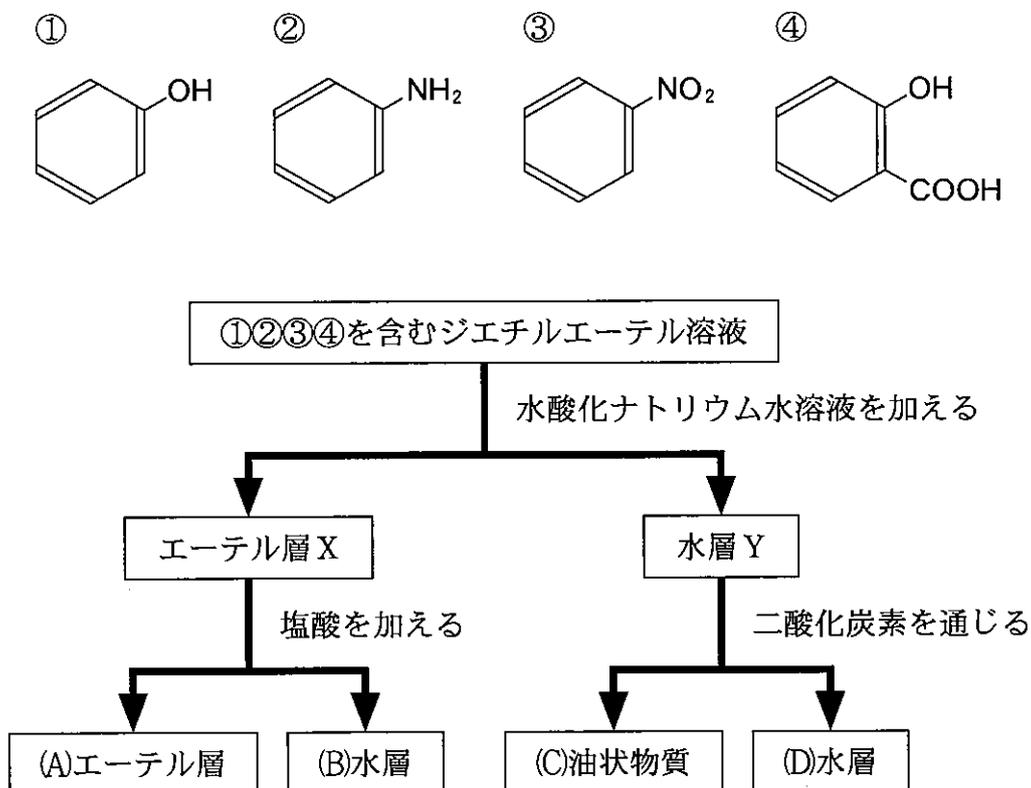
16 分子式  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$  で示される有機化合物には複数の構造異性体がある。そのうちのどれか2つの有機化合物に当てはまる性質は、下記の中にいくつあるか。

- A 単体のナトリウムと反応して水素を発生する。
- B 酸化するとアルデヒドを発生する。
- C 常温で気体である。
- D ヨードホルム反応を示す。
- E プロペンに水を付加して得られる。

- ㉞ 1                      ㉟ 2                      ㊱ 3                      ㊲ 4                      ㊳ 5

下図について、以下の問い(問題 17・18)に答えよ。

4種の芳香族化合物(①②③④)を含むジエチルエーテル溶液を分離した。



17 4種の芳香族化合物(①②③④)について、誤った記述はいくつあるか。

- A ①はクメン法により、アセトンと共に得られる。
- B ①と②はさらし粉水溶液を加えると呈色する。
- C ③を還元し、水酸化ナトリウム水溶液を加えることで②が得られる。
- D ④は炭酸水素ナトリウム水溶液に溶解する。
- E ④にメタノールと濃硫酸を作用させて得られる物質は、塩化鉄(Ⅲ)水溶液により呈色しない。

ア 1      イ 2      ウ 3      エ 4      オ 5

18 図の分離操作について正しい文章はどれか。

- ㉞ (A)のエーテルを蒸発させると、淡黄色の無臭の液体が得られる。
- ㉟ (B)の水層に含まれる物質は、アンモニア水溶液を加えると㉞になる。
- ㊱ (C)の油状物質をニトロ化すると㉟になる。
- ㊲ (D)の水層に含まれる物質は、希硫酸を加えると㊱になる。
- ㊳ はじめの分離前の溶液に安息香酸が含まれていた場合、(B)の水層に含まれる。

19 医薬品として使用されるニトログリセリンとスルファニルアミドの骨格をもつサルファ剤について、正しい文章はいくつあるか。

- A ニトログリセリンは、グリセリンに希硫酸と希硝酸の混合液を作用させて得られる。
- B ニトログリセリンは、心臓病の薬として用いられる。
- C サルファ剤は、アゾ染料の一種から見出された。
- D サルファ剤は、アニリン誘導体である。
- E サルファ剤は、細菌の増殖を抑える抗生物質である。

- ㉞ 1      ㉟ 2      ㊱ 3      ㊲ 4      ㊳ 5

ゴムについて、以下の問い(問題 20・21)に答えよ。

20 以下の文章の( )に入る語句で最も適切な組み合わせはどれか。

ラテックスはゴムノキから得られる粘性の高い白色の樹液である。ラテックスに(Ⅰ)を加えると生ゴムが沈殿するが、これを凝固、乾燥させた生ゴムを(Ⅱ)するとおもにイソプレンが得られる。生ゴムの分子はポリイソプレンであり、イソプレン単位ごとに(Ⅲ)形の二重結合が1個存在する。ポリイソプレン分子はその二重結合が徐々に酸化されるため弾性を失い劣化する。イソプレンに似た構造を持つ単量体を付加重合させると生ゴムに似た性質の合成ゴムが得られ、これを(Ⅳ)すると弾性のあるゴムが得られる。タイヤなどに用いられるスチレン-ブタジエンゴム(SBR)はスチレンと1,3-ブタジエンを(Ⅴ)させたものである。

	(Ⅰ)	(Ⅱ)	(Ⅲ)	(Ⅳ)	(Ⅴ)
㉗	アンモニア水	加硫	シス	加硫	縮合重合
㉘	アンモニア水	乾留	トランス	乾留	開環重合
㉙	酢酸	乾留	シス	加硫	共重合
㉚	アンモニア水	加硫	トランス	乾留	縮合重合
㉛	酢酸	乾留	トランス	縮合	共重合

21 スチレンと1,3-ブタジエンを1:Xの物質比で混合してSBRを合成した。このゴム2.0gに十分な量の臭素を加えて反応させたところ4.0gの $\text{Br}_2$ が反応した。これよりXを求めよ。ただし、加えたスチレンとブタジエンは全て反応し、このゴムのベンゼン環と臭素は反応しないものとする。また $\text{Br} = 80$ として計算せよ。

㉗ 1      ㉘ 2      ㉙ 3      ㉚ 4      ㉛ 5

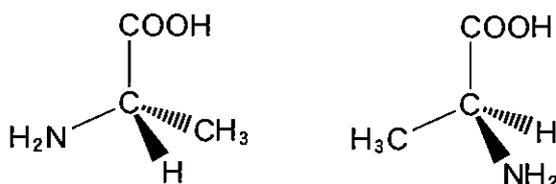
22 以下の文章のうち、正しいのはどれか。

- A ポリアセチレンにヨウ素を染みこませると金属に近い電気伝導度を示す樹脂が得られる。
- B  $-\text{SO}_3\text{Na}$  型になったイオン交換樹脂を $-\text{SO}_3\text{H}$  型に再生させるには、酢酸水溶液を多量に流す。
- C 吸水性高分子では陰イオンどうしの反発とイオンの浸透圧が水の吸収に関与している。
- D ジラクチドを開環重合させるとポリプロピレンができる。
- E 酢酸ビニルを付加重合したのち加水分解したものがビニロンである。

- ㉞ A と C    ㉟ B と D    ㊱ C と E    ㊲ D と A    ㊳ E と B

23 以下の文章のうち、正しいのはどれか。

- A グリシンはL型アミノ酸である。
- B グルタミン酸の等電点は酸性領域にある。
- C pH 3 の緩衝液を用いてろ紙電気泳動を行うとリシンは陽極方向に移動する。
- D ジスルフィド結合は2つのシステインの $-\text{SH}$  どうしの間で形成される。
- E 以下のアミノ酸は互いに鏡像異性体の関係にある。



- ㉞ A と C    ㉟ B と D    ㊱ C と E    ㊲ D と A    ㊳ E と B

24 ある食品中のタンパク質含有量を求めるため、食品 10 g を分解して、タンパク質中の窒素を全てアンモニア  $\text{NH}_3$  に変換した。発生したアンモニアを 0.2 mol/L の硫酸水溶液 100 mL に吸収させた。未反応の硫酸を 0.1 mol/L の NaOH 水溶液で中和するのに 80 mL を要した。この食品中に含まれるタンパク質には窒素分が質量% で 16 % 含まれるものとして、この食品中のタンパク質含有量 (%) に最も近い値はどれか。ただし、発生されたアンモニアは全てタンパク質に由来するものとする。

- ㉞ 20.0      ㉟ 24.0      ㊱ 28.0      ㊲ 31.0      ㊳ 53.0

25 綿の主成分である多糖 A から合成される繊維等に関し、以下の文章について誤りはどれか。

A をシュバイツァー試薬に溶かし、希硫酸中に細孔から押し出し繊維を再生したものが ( ㉞ ) である。

また、A を NaOH 水溶液に浸した後、 $\text{CS}_2$  にひたす。これを NaOH 水溶液に溶かして赤褐色の ( ㉟ ) と呼ばれるコロイド溶液にする。( ㉟ ) を希硫酸中で細孔から押し出すと A に戻り、その繊維を ( ㊱ ) レーヨンという。( ㉟ ) を薄い膜状の A に再生したものは ( ㊱ ) という。

また、A を無水酢酸などにより酢酸エステルとし、A の ( ㊲ ) の影響を弱め成形しやすくした後、一部加水分解して繊維化したものは ( ㊳ ) と呼ばれる。

- ㉞ 銅アンモニアレーヨン  
㉟ ビスコース  
㊱ セロハン  
㊲ 水素結合  
㊳ キュブラ

# 生 物

設問ごとに、与えられた選択肢の中から最も適当なものを一つ選べ。

1 酵素 A は、基質 S を加水分解して生成物 P を生成する。基質 S と酵素 A を温度 37℃、pH 7 の水溶液中で反応させ、反応時間と生成物 P の量の関係を調べたところ図 1 のようになった。ただし、反応開始時に基質 S の量は酵素 A の量に対して十分にあったものとする。

この酵素反応を次の㉗～㉜の条件で行った場合、反応開始から 30 分間のグラフの傾きが図 1 と同じになると予想されるものはどれか。ただし、㉗～㉜に示した条件以外は上記の実験と同じとし、全ての条件で反応開始 120 分後までに生成物 P の量は一定に達するものとする。

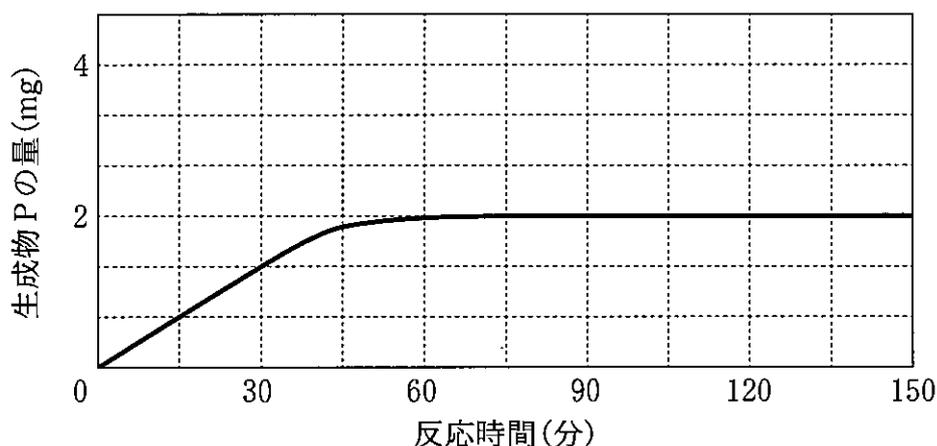


図 1 反応時間と生成物 P の量の関係

- ㉗ 反応温度を 30℃ にした場合
- ㉘ 酵素 A の量を 2 倍にした場合
- ㉙ 酵素 A の量を 1/2 倍にした場合
- ㉚ 基質 S の量を 2 倍にした場合
- ㉛ 酵素 A と基質 S の量を変えず、溶媒の量を 2 倍にした場合

2 哺乳類の mRNA は、ゲノム DNA の塩基配列に基づいて、転写とスプライシングを経て合成される。ある哺乳動物の細胞から mRNA を抽出し、それを用いて 2 本鎖 DNA を合成した。図 1 は、遺伝子 A の mRNA に由来する DNA の塩基配列であり、開始コドンから終止コドンまでの翻訳領域を含んでいる。最上段左の塩基を 5′ 末端、最下段右の塩基を 3′ 末端として示し、数字は右端の塩基が何番目かを表している。また、開始コドンに相当する塩基配列を二重下線で示した。

```

                                     50
                                     |
5′-CCTCCAGCAA GCTCAGGATG CTGCTCAGCC ACCAGGACCT GCTGAGGACA
                                     |
                                     100
AATGCCTCAG AGCAGAAGAT GACGTTGAGT TCCCTGAAGG ATGATATCGG
                                     |
                                     150
AGCCTGCAGG AATTGCTGCT CCGTGACAAA AGCGCAGTTG CAAACCACAC
                                     |
                                     200
TGGCGGAGTT TAAGGACATA CAAGCAAAGT TGATGGAGCA GGAGAGCATC
                                     |
                                     222
CTGTAAGAAC TGCAAGAGCG TG-3′

```

図 1 ある哺乳動物の遺伝子 A の mRNA に由来する cDNA の塩基配列

図 1 の塩基配列をもとに、開始コドンから終止コドンまでの領域を PCR 法にて増幅させるために 2 つのプライマーを作製する。開始コドンを含むプライマーを ATGCTGCTCAGCCACCAGG とする場合、終止コドンを含むプライマーの塩基配列として適当なものを選び。ただし、プライマーの塩基配列は左側が 5′ 末端、右側が 3′ 末端である。

- ㊦ TAAACTCCGCCAGTGTGGT
- ㊧ GCAGGAGAGCATCCTGTAA
- ㊨ TCAACTTTGCTTGTATGTC
- ㊩ TTACAGGATGCTCTCCTGC
- ㊪ TAAGAACTGCAAGAGCGTG

3 体液性免疫と細胞性免疫の両方に当てはまる記述はいくつあるか。

- A ヘルパー T 細胞が関与する。
- B B 細胞が関与する。
- C 抗体が関与する。
- D 免疫記憶が成立する。
- E ツベルクリン反応に関与する。
- F 血液凝固に関与する。
- G 樹状細胞が関与する。

㉗ 1 以下    ㉘ 2    ㉙ 3    ㉚ 4    ㉛ 5 以上

4 表1は、5人(1番～5番)の血しょうと赤血球について、凝集反応を調べた結果である。この結果から推察されるABO式血液型について適切なものはどれか。

表1 血しょうと赤血球の凝集反応

		赤血球				
		1 番	2 番	3 番	4 番	5 番
血しょう	1 番	－	－	－	－	－
	2 番	＋	－	＋	－	－
	3 番	＋	＋	－	＋	－
	4 番	＋	－	＋	－	－
	5 番	＋	＋	＋	＋	－

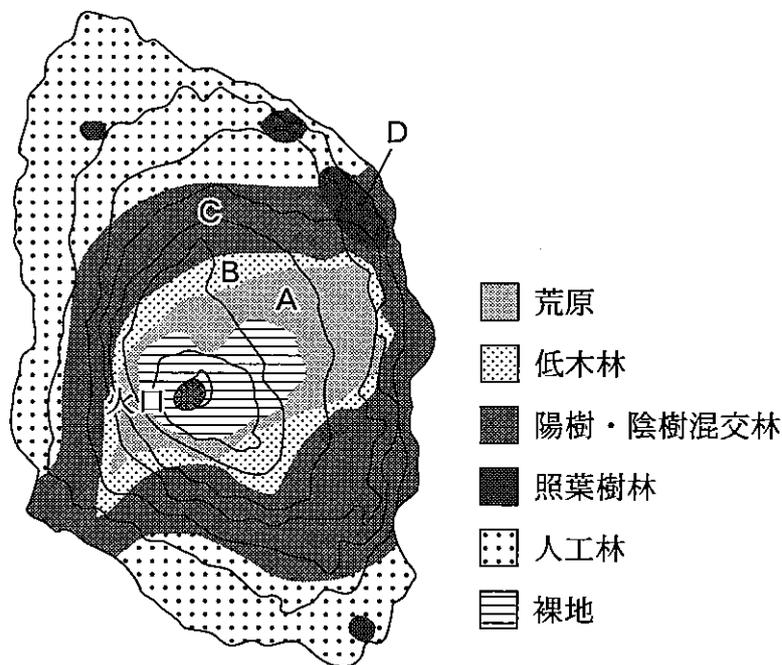
＋ 凝集反応あり，－ 凝集反応なし

- a 1番はO型である。
- b 2番をA型とすると，3番はB型である。
- c 3番はAB型である。
- d 4番はB型である。
- e 5番はO型である。

- ㉞ aとb    ㉟ cとd    ㊱ cとe    ㊲ aとd    ㊳ bとe

植生に関する次の文章を読み、以下の問い(問題5～7)に答えよ。

伊豆諸島の大島は火山島であり、北緯 34 度 44 分に位置し、面積は約 90 km<sup>2</sup>、最高標高は三原新山の 758 m である(図 1)。図 1 の A～D は 1957～1960 年に植生や環境条件の調査を行った地点を示し、その調査結果を図 2 にまとめた。生育する主な植物について、各調査地点における出現頻度を線の太さで表し、遷移の過程で出現時期が早いと考えられるグループ順に並べてある。図 2 を見ると、例えば、ハコネウツギはハチジョウススキとの共存はほとんどないが、オオバヤシャブシとともに低木林を形成し、ミズキやオオシマザクラとは低木林でも混交林でも共存することがわかる。



(等高線の間隔は 100 m)

図 1 大島の地形と調査地点



5 大島の植生の遷移に関する記述として最も適当なものを選べ。

- ㉠ 裸地から荒原への移行には7年が必要で、荒原ではハチジョウススキが優占種となる。
- ㉡ オオバヤシャブシは最も寿命が長いため、荒原から照葉樹林まですべての植生で見られる。
- ㉢ 陰樹の幼木の生育には日陰が必要であるため、低木林では陰樹がほとんど見られない。
- ㉣ 風化した火山溶岩からなる土壌の厚さが40 cm程度になると陽樹・陰樹混交林が形成される。
- ㉤ 照葉樹林では部分的な遷移が繰り返されるため、スタジイとタブノキ以外の常緑樹も混在している。

6 大島では照葉樹林は丘陵帯に点在していた(図1)。一般に、陸上のバイオームの分布は年平均気温と年降水量で決まっている。また、気温は標高が100 m上昇するごとに0.5~0.6℃低下するため、バイオームは垂直方向でも層状に変化する。表1は大島の年平均気温と年降水量、図3は10種類の主要なバイオームと気温・降水量との対応関係である。バイオームに関する記述として最も適当なものを選べ。

- ㉠ 大島と年平均気温が同じで、年降水量が2500 mm少ない地域には木本が点在する草原が分布する。
- ㉡ 大島と年降水量が同じで、年平均気温が10℃高い地域では樹高50 mにも達する常緑広葉樹が優先する。
- ㉢ 大島とほぼ同じ緯度にある本州の標高1000 mの山地帯にはクスノキやカシ類が優先する森林が分布する。
- ㉣ 鹿児島県の屋久島では、大島の三原新山と同じ標高に夏緑樹林が優先する森林が分布する。
- ㉤ 図3で照葉樹林と重なっている7のバイオームでは、乾季に葉を落とす落葉広葉樹が優先する。

表1 大島の年平均気温と年降水量

	1940年	1950年	1960年	1970年
年平均気温(°C)	15.0	15.3	15.5	14.4
年降水量(mm)	2789.8	3046.7	3235.8	2658.0

(気象観測所の標高は74 m)

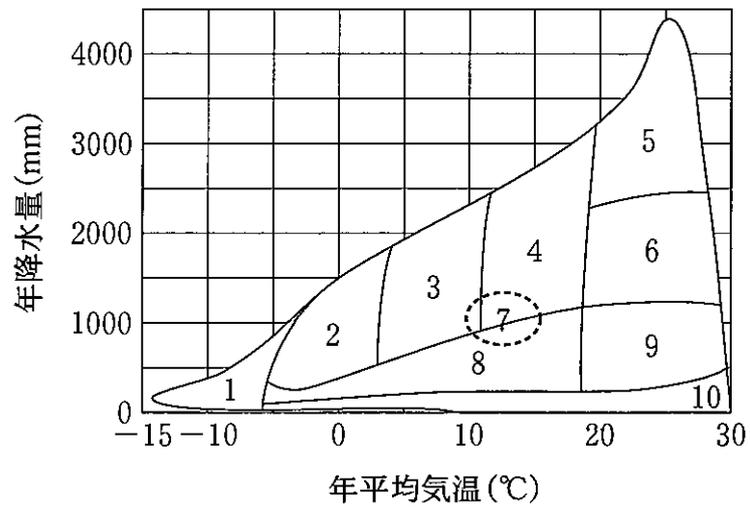


図3 10種類に区分したバイオームと気候の関係

7 次の文章の( B )と( D )に入る語句あるいは相当する化学構造式の組み合わせとして最も適当なものを選べ。

遷移の初期から生育できるハンノキ属のオオバヤシャブシの根には、根粒菌が共生して形成された根粒と呼ばれるコブのような構造がついている。根粒菌は、大気中の窒素から植物が利用可能な( A )をつくることができる。植物が根から吸収した( A )は( B )合成酵素のはたらきにより( C )と結合し、( B )となる。( B )のアミノ基はアミノ基転移酵素により $\alpha$ -ケトグルタル酸に移され、 $\alpha$ -ケトグルタル酸は( C )になる。さらに( C )に取り込まれたアミノ基がアミノ基転移酵素によって他の有機酸と結合して、さまざまなアミノ酸がつくられる。アミノ酸は、多数結合してタンパク質になったり、代謝されて核酸、ATP、( D )などの有機窒素化合物の合成に用いられたりする。オオバヤシャブシはこうして栄養分が少ないやせた土壤にも生育できる。

	B	D
㉞	$\begin{array}{c} \text{CO}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \end{array}$	クロロフィル
㉟	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \end{array}$	NADPH
㊱	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2-\text{CO}-\text{NH}_2 \end{array}$	クロロフィル
㊲	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2-\text{CO}-\text{NH}_2 \end{array}$	カロテノイド
㊳	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \end{array}$	カロテノイド

次の文章を読み、以下の問い(問題8・9)に答えよ。

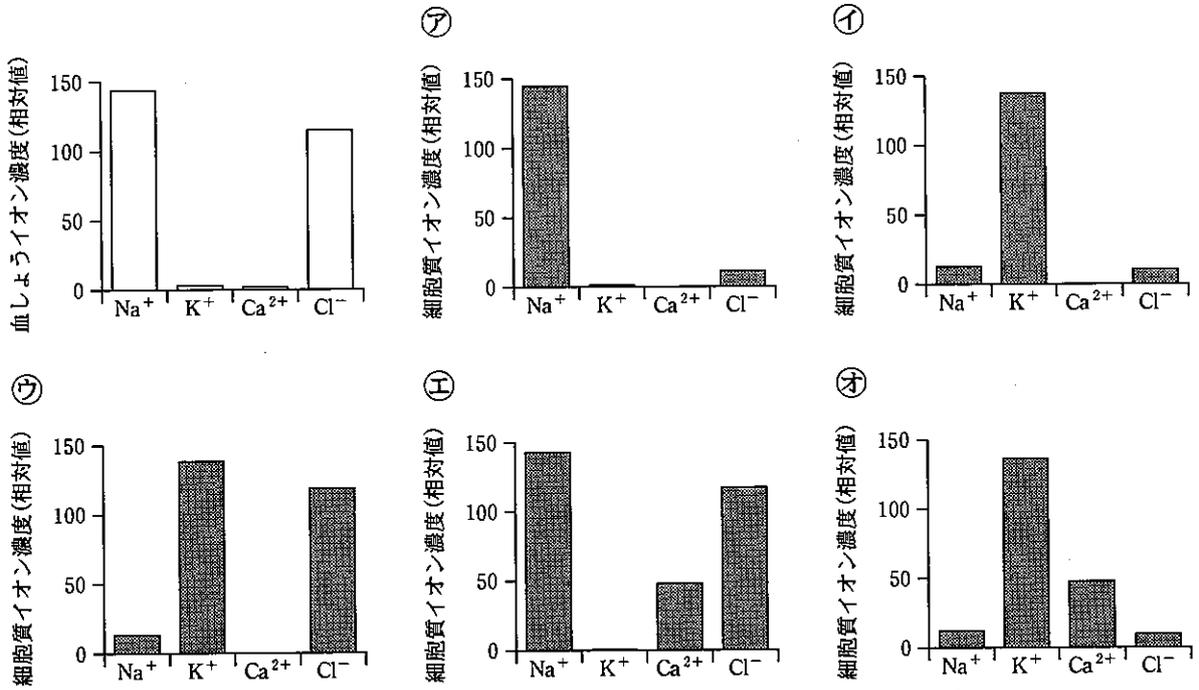
細胞やいくつかの細胞小器官は脂質二重膜によって包まれており、イオン種によって濃度が膜の内外で大きく異なることがある。例えばナトリウムポンプは① Na<sup>+</sup> と K<sup>+</sup> を逆方向に輸送することで、細胞内外の Na<sup>+</sup> と K<sup>+</sup> のイオン濃度勾配が保たれるよう働いている。ニューロンの活動電位の発生には、この濃度勾配を保つ仕組みが必須である。

ニューロンの活動電位が神経終末に到着すると② 電位依存性カルシウムチャネルが開くことで Ca<sup>2+</sup> が神経終末内部に流入し、その結果、③ 神経伝達物質がシナプス間隙に放出される。抑制性シナプスでは、GABA などの抑制性伝達物質がシナプス後膜に存在する④ リガンド依存性イオンチャネルを開くことでシナプス後細胞内に Cl<sup>-</sup> が流入し、抑制性シナプス後電位が発生する。神経筋接合部では、筋繊維(筋細胞)上に存在する⑤ アセチルコリン受容体が開くことで細胞内に Na<sup>+</sup> が流入し、興奮性シナプス後電位が発生する。この電位が閾値に達すると筋細胞に活動電位が生じ、それが引き金となって⑥ 筋小胞体に蓄えられた Ca<sup>2+</sup> が放出される。Ca<sup>2+</sup> はトロポニンに結合し、筋収縮を開始する。筋細胞が再分極すると、⑦ Ca<sup>2+</sup> は筋小胞体に再び取り込まれ、筋肉は弛緩する。

8 下線①～⑦で起こる物質移動のうち、受動輸送によるものはいくつあるか。

- ア 1以下    イ 2    ウ 3    エ 4    オ 5以上

9 下図の左上のグラフは細胞外液(血しょう)のイオン組成を示す。細胞内液(細胞質)のイオン組成を示すグラフとして最も適当なものはどれか。



次の文章を読み、以下の問い(問題 10~12)に答えよ。

mRNA がどのアミノ酸をコードするのは、1960 年代にニーレンバーグやコラーナらの実験によって解明された。彼らは大腸菌をすりつぶした抽出液を用いた無細胞タンパク質合成系を用いて、人工 RNA からポリペプチドを合成させた。そこで同様の方法を使い、あらかじめ塩基配列のわかった人工 RNA を加えどのようなポリペプチドができるかを調べた。その結果を表 1 に示す。

表 1

使用した RNA 配列	合成されたポリペプチド		
…UUUUUUUUUUUU…	フェニルアラニンのみ		
…AAAAAAAAAAAA…	リシンのみ		
…UAUAUAUAUA…	イソロイシンとチロシンが交互に並んだもの		
…UUAUUAUUA…	イソロイシンのみ	ロイシンのみ	チロシンのみ
…AAUAAUAAU…	イソロイシンのみ	アスパラギンのみ	
…UUUUAUUUA…	フェニルアラニン—イソロイシン—チロシン—ロイシンがこの順番で繰り返し並んだもの		
…AAUAAAUAUU…	イソロイシン—アスパラギン—リシンからなるトリペプチド		

10 RNA のトリプレットとコードされるアミノ酸の組み合わせとして正しいものはどれか。

- ㉞ AAU—イソロイシン
- ㉟ AUA—チロシン
- ㊱ AUU—ロイシン
- ㊲ UAU—チロシン
- ㊳ UUA—イソロイシン

- 11 ある遺伝子の mRNA の塩基配列を解析したところ、501 番目のアミノ酸残基がアスパラギンからチロシンに変化していることがわかった。変異する前の mRNA の塩基配列のデータの一部は以下の通りであった。

…UAAGAUAAUAAUAGUACU…

下線部の 5 つの塩基のいずれかが変異していた。起きた変異の説明で正しいものはどれか。

- ㉠ 下線部 1 番目の A が U に変わった。
- ㉡ 下線部 2 番目の A が U に変わった。
- ㉢ 下線部 3 番目の U が A に変わった。
- ㉣ 下線部 4 番目の U が A に変わった。
- ㉤ 下線部 5 番目の A が U に変わった。

12 ゾウリムシの遺伝暗号表は、一般的な生物の遺伝暗号表とは異なっているらしい。どう異なっているかを調べるため、大腸菌の代わりにゾウリムシを用いて同様の実験を行った。その結果を表2に示す。表1と表2の実験に関する考察のうち、最も適当なものはどれか。

表2

使用した RNA 配列	合成されたポリペプチド		
…UUUUUUUUUUUU…	フェニルアラニンのみ		
…AAAAAAAAAAAA…	リシンのみ		
…UAUAUAUAUA…	イソロイシンとチロシンが交互に並んだもの		
…UUAUUAUUA…	イソロイシンのみ	ロイシンのみ	チロシンのみ
…AAUAAUAAU…	イソロイシンのみ	アスパラギンのみ	グルタミンのみ
…UUUUAUUUUA…	フェニルアラニン—イソロイシン—チロシン—ロイシンがこの順番で繰り返し並んだもの		
…AAAUAAUAAU…	リシン—グルタミン—イソロイシン—アスパラギンがこの順番で繰り返し並んだもの		

- ㉞ ゾウリムシには終止コドンが2通りしかない。
- ㉟ ゾウリムシのタンパク質にはグルタミンが多く使用される。
- ㊱ ゾウリムシは、大腸菌にはないアミノ酸を使用することができる。
- ㊲ ゾウリムシの遺伝子は、大腸菌の同じ機能を持つ遺伝子よりも長い。
- ㊳ ゾウリムシの遺伝子では大腸菌と比べ高い頻度で UAA が使用される。

13 図はある遺伝的疾患をもつ一族の家系図である。A～Eのうち、この疾患の遺伝様式として可能性のあるものはいくつあるか。ただし、この疾患の発症率は100%とする。

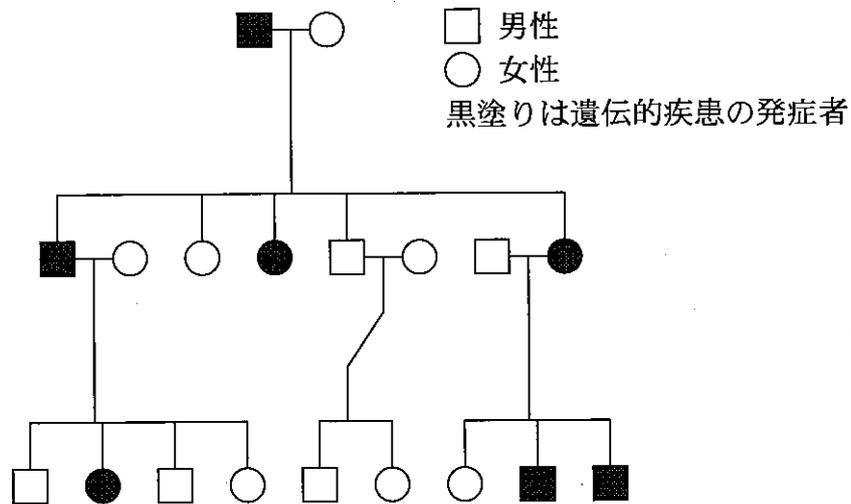


図1 ある遺伝的疾患をもつ一族の家系図

- A 常染色体優性遺伝    B 常染色体劣性遺伝    C X染色体優性遺伝  
 D X染色体劣性遺伝    E Y染色体遺伝

- ㉞ 0      ㉟ 1      ㊱ 2      ㊲ 3      ㊳ 4

14 ドブネズミで3つの劣性遺伝子(a : アルビノ\*, b : 曲がった尾, c : 斜視\*\*)が知られている。ある三遺伝子雑種について三点交雑法による試験を行ったところ、次世代の表現型の分離比は表1のようになった。ac 遺伝子間と ab 遺伝子間の組換え価の差を求めよ。

\*色素欠乏のため体毛などが白色または著しい淡色となること。

\*\*右眼と左眼の視線が違う場所に向かっている状態のこと。

表1 次世代の表現型の分離比

表現型	個体数(匹)
野生型	343
アルビノ	9
アルビノ, 曲がった尾	74
アルビノ, 曲がった尾, 斜視	357
アルビノ, 斜視	61
曲がった尾	79
曲がった尾, 斜視	11
斜視	66
	計 1000

- ア 0      イ 5      ウ 12      エ 14      オ 16

15 発生に関する記述のうち、正しいものはどれか。

- ア ニワトリの卵原細胞は、分裂により増殖し始原生殖細胞となる。  
 イ カエルの中胚葉は、腸管内壁の上皮に分化する。  
 ウ ショウジョウバエの発生では、ピコイド mRNA の多い側が尾部となる。  
 エ カエルの初期原腸胚の原口背唇部は、神経管を誘導する。  
 オ おしべの先端は葯といい、中に多数の単相の花粉母細胞がある。

次の文章を読み、以下の問い(問題 16~18)に答えよ。

マウスに視覚刺激を与えると、大脳皮質視覚野では神経細胞群の電氣的活動が増大する。この性質を利用し、視覚回路の形成について調べた。幼獣期(生後 28 日)と成獣期(生後 50 日)のマウスを用い、図 1 に示すように右目を遮眼子で覆い、左目のみに視覚刺激を提示し、視覚野の神経細胞群の反応を記録した。以下の実験 A~E を行い、その結果をまとめたのが図 2 である。

実験 A 幼獣の左目のみに視覚刺激を提示し、神経細胞群の反応を記録した(図 2 A)。

実験 B 幼獣の左目のまぶたを縫合して 3 日間飼育した(これを視覚遮断という)。縫合を解いてまぶたを開いたのち、左目のみに視覚刺激を提示し、神経細胞群の反応を記録した(図 2 B)。

実験 C 成獣の左目のみに視覚刺激を提示し、神経細胞群の反応を記録した(図 2 C)。

実験 D 成獣の左目を視覚遮断し 3 日間飼育した。左目のまぶたを開き、左目のみに視覚刺激を提示し、神経細胞群の反応を記録した(図 2 D)。

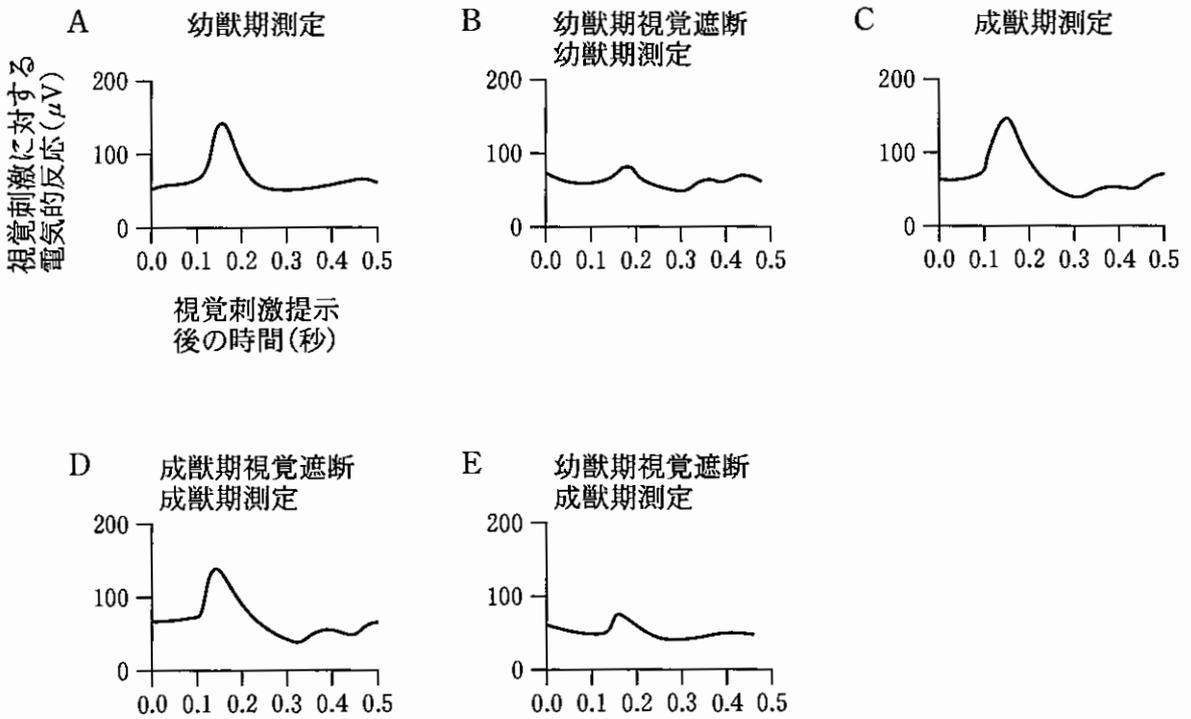
実験 E 幼獣の左目を視覚遮断し 3 日間飼育した。左目のまぶたを開き、成獣になるまで飼育してから左目のみに視覚刺激を提示し、神経細胞群の反応を記録した(図 2 E)。

視覚刺激装置



記録電極

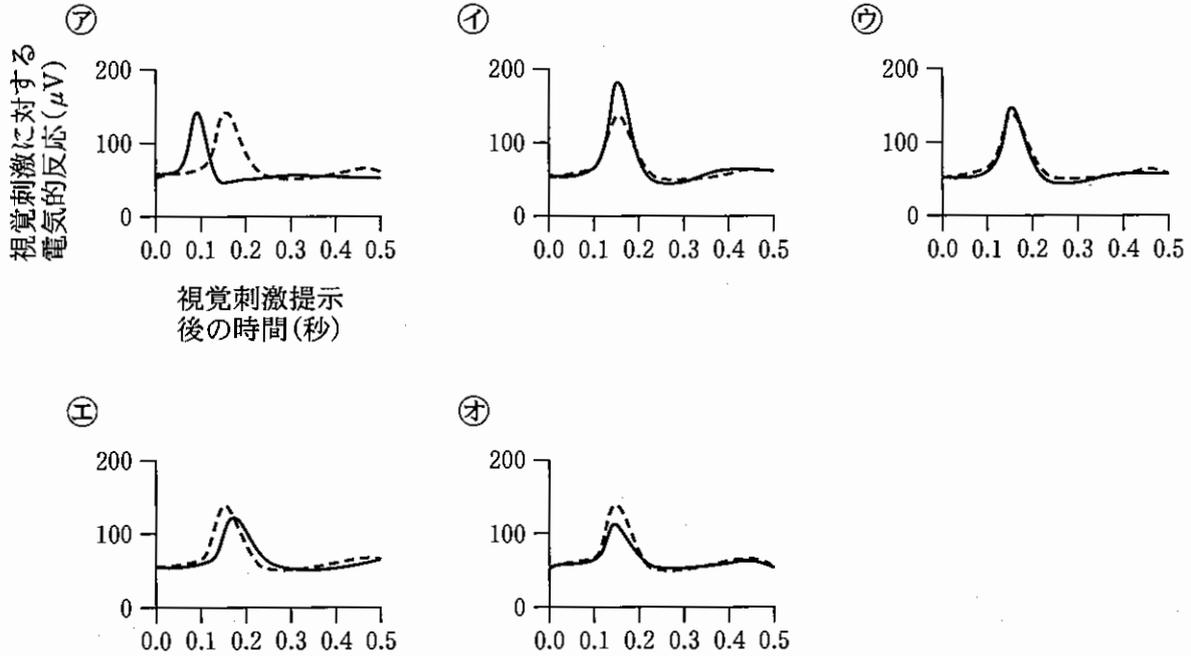
図1 視覚刺激実験の方法



※  $\mu V$  は電圧(V)の単位で、 $1 \mu V = 100$  万分の  $1 V$  である。

図2 大脳皮質視覚野の神経細胞群の反応

16 網膜で受容された情報を視覚野に伝える視神経は、ほぼすべて有髄神経である。髄鞘が形成されなかった場合に実験Aを行うと視覚野の神経細胞群の反応はどうか。最も適当なものを選び。ただし、有髄神経の反応を破線で示す。



17 この実験において視覚刺激に対する視覚野の神経細胞群の反応として最も適当なものを選び。

- ㉗ 幼獣期に視覚遮断をされても、成獣期までに神経細胞群の反応は回復する。
- ㉘ 成獣期に3日間視覚遮断をされても、神経細胞群の反応は視覚遮断されていない成獣と同等である。
- ㉙ 幼獣期に視覚遮断された成獣では、神経細胞群は少しの光に対しても敏感に反応する。
- ㉚ 幼獣期は成獣期に比べて神経細胞群の反応は大きい。
- ㉛ 幼獣期に3日間視覚遮断された成獣と成獣期に3日間視覚遮断された成獣では、神経細胞群の反応は同等である。

18 この実験より導かれる考察として最も適当なものはどれか。

- ㊦ 幼児期に視覚が遮断されたヒトでは，成人期以降まで視覚障害が残る可能性がある。
- ㊧ 成長ホルモンが眼球に与える影響により視覚遮断に対する感受性が決定されている可能性がある。
- ㊨ マウスでは生後 28 日と生後 50 日で視覚遮断に対する感受性が異なっていたため，ヒトでも生後 28 日の視覚遮断が生後 50 日よりも重大な影響を及ぼす可能性がある。
- ㊩ 幼獣期の方が薬剤や外傷に対して抵抗性があるため，ヒトでも幼児期であれば視覚遮断後も視覚機能は正常に保たれると考えられる。
- ㊪ 幼獣期の視覚遮断は，視覚機能の老化を導くと考えられる。

19 植物の環境応答に関する以下の記述のうち，最も適当なものを選び。

- ㊦ 光発芽種子であるレタスの種子は，赤色光に応答して発芽が抑制される。
- ㊧ 秋まきコムギの発芽種子は，長日条件と数週間の低温(1 - 10℃)にさらされることで花芽を形成する。
- ㊨ 乾燥状態に置かれた植物の気孔の閉鎖は，主にエチレンの作用により起こる。
- ㊩ 植物の茎や根の伸長成長は，オーキシンにより促進される。
- ㊪ アブラナ，トウモロコシ，エンドウは，日長が一定以上になると花芽を形成する長日植物である。

20 生物多様性は、生態系の多様性、種の多様性、遺伝子の多様性という3つのとらえ方ができる。以下の調査のうち、ある地域における種の多様性を直接的に観察しているものはいくつあるか。

- A 生息する土壌生物の種類を調査した。
- B 森林の面積と草原の面積を測定し比較した。
- C 標識再捕獲法によって域内のアカミミガメの個体数を推定した。
- D  $\alpha$ グロビン遺伝子の塩基配列にみられる一塩基多型(SNP)を複数の種で比較した。
- E ヤマアカガエルを体表の模様によって分類し、それぞれの個体数を調査した。

㊦ 1以下    ㊧ 2    ㊨ 3    ㊩ 4    ㊪ 5

21 北米南部に生息するアカシアとそれに共生するアリの関係を調査した。このアリは、アカシアの棘の空洞をすみかとし、タンパク質に富んだ葉の突起部を食べる。アリが共生したアカシアをA群とB群にランダムに分け、A群には手を加えず、B群からはア리를駆除したうえで再侵入を防ぐ処理をした。

結果1：70日の観察期間中の新芽の成長は、A群で平均72.9cmであったのに対し、B群では平均10.3cmであった。

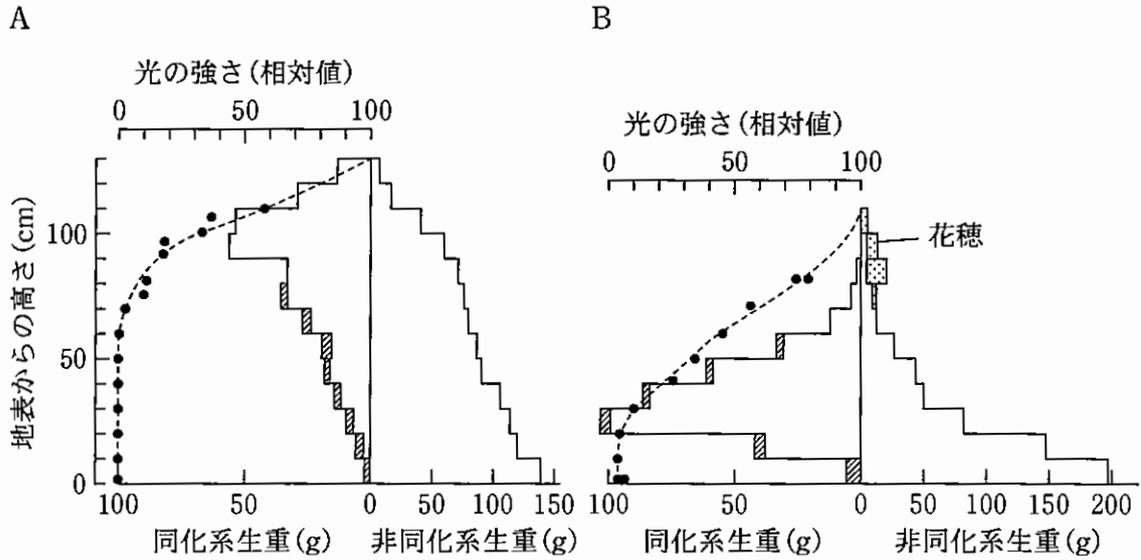
結果2：10ヶ月後のアカシアの生存率は、A群で72%であったのに対し、B群では43%であった。

以下の記述のうち適当なものはいくつあるか。

- A アカシアとアリの関係は、片利共生である。
- B アカシアは、単独では生存することができない。
- C アリは、利益としてアカシアから食物を得ている。
- D アリは、アカシアから何らかの不利益を被っている。
- E アカシアは、食べられる損失を上回る利益をアリから得ている。

㊦ 1以下    ㊧ 2    ㊨ 3    ㊩ 4    ㊪ 5

22 植物個体群を光合成器官と非光合成器官の垂直分布でとらえた構造は、生産構造と呼ばれ、層別刈取法によって図式化される。図1は2つの異なる植物個体群AとBの生産構造図である。図1に関する記述のうち、正しいものはいくつあるか。



破線は光の強さ、棒グラフの斜線部分は枯れた葉を示す。

(Monsi and Saeki, 1953 を一部改変)

図1 生産構造図

- A 一般に開けた環境ではAよりBの方が有利である。
- B AはBより非同化器官の生産にかかるコストが低い。
- C Aでは、下層の葉が枯れることで群落全体の生産効率が上がる。
- D Aでは、葉の広がる地表100cmの高さで多くの光が吸収されている。
- E 葉の形態や分布構造は、群落内部への光の透過と密接に関係している。

㊦ 1以下    ㊧ 2    ㊨ 3    ㊩ 4    ㊪ 5

23 適応放散の例として最も適当なものを選び。

- ㉞ アブラナ科のヤセイカンランからキャベツ、ブロッコリー、カリフラワー、ケールなど多くの品種が作出された。
- ㉟ ハワイ諸島には、体の大きさやくちばしのかたち、羽の色などの形態が異なるハワイミツスイ類の鳥が40種以上生息する。
- ㊱ オーストラリア大陸にかつて生息していた有袋類のフクロオオカミは、形態が真獣類のオオカミによく似ていた。
- ㊲ キンギョには大きさや色、形の異なる多様な品種がある。
- ㊳ ブタとイノシシは見た目が大きく違うが、交配により繁殖可能な子が生まれる。

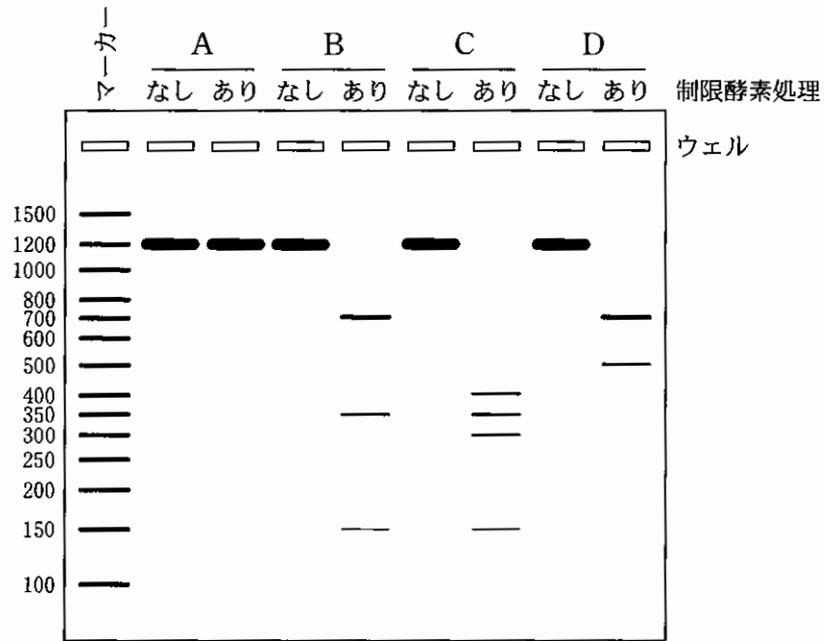
24 脊索動物の特徴として正しいものはいくつあるか。

- A 左右相称であり、原口は成体の肛門になる。
- B 化石がエディアカラ生物群のなかに見つかる。
- C 発生過程において、トロコフォア幼生の時期を経るものがある。
- D 未発達なものからよく発達したものまで、様々な形態の顎を持つ。

- ㉞ 0      ㉟ 1      ㊱ 2      ㊲ 3      ㊳ 4

25 ごく近縁な4種の植物A~Dの系統関係を推定するために、次の実験を行い  
 図1の結果を得た。実験の結果と合う系統樹を選べ。

〈実験〉 A~Dの葉からDNAを抽出し、葉緑体DNAの一部をPCR法で増幅した。得られたPCR産物の半量はそのまま、残りは制限酵素 *Eco*RI で切断した後に、アガロースゲル電気泳動を行った。



左端の数字は分子量マーカーの塩基対数を示す。

図1 アガロースゲル電気泳動の結果

