

令和7年度 入学者選抜試験問題

一般選抜 令和7年2月27日

理 科 (120分)

I 注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は88ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。
物理 4～34ページ
化学 36～50ページ
生物 52～83ページ
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督員に知らせなさい。
- 4 解答用紙は2枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。
 - ① 受験番号欄
受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
 - ② 氏名欄
氏名・フリガナを記入しなさい。
 - ③ 解答科目欄
解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 5 試験開始後30分間および試験終了前5分間は退出できません。
- 6 この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。この問題冊子は試験終了後回収します。

II 解答上の注意

- 1 解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば、大問①の③と表示のある問いに対して②と解答する場合は、次の〈例〉のように解答番号3の解答欄の②をマークします。

〈例〉

1	解 答 欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受 験 番 号				

(問題は次ページから始まる)

物 理

1 次の問 1 ～ 4 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

問 1 次の文章中の空欄 ア，イ に入る数値の組合せとして正しいものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 1

図 1 のように，長さ L ，質量 $2m$ の一様な棒 PQ の一端 P を，鉛直な粗い壁に接触させ，もう一方の端 Q に伸び縮みしない軽いひも 1 を取り付けて，ひも 1 が壁と垂直になるように点 R で固定する。このとき，棒 PQ が水平線となす角度は 30° となっていた。さらに，端 Q に質量 m のおもり A を軽いひも 2 で静かに取り付けて静止させたところ，棒 PQ は動き出すことなくその位置に静止したままであった。棒 PQ の太さは無視できるものとし，重力加速度の大きさを g とする。この状態のとき，棒 PQ の端 Q で棒 PQ がひも 1 から受ける張力の大きさ T は， $T = \text{ア} \times mg$ となる。また，棒 PQ は端 P で壁から静止摩擦力と垂直抗力を受けている。棒 PQ が静止したままであったことから，壁と棒 PQ の間の静止摩擦係数は イ 以上である。

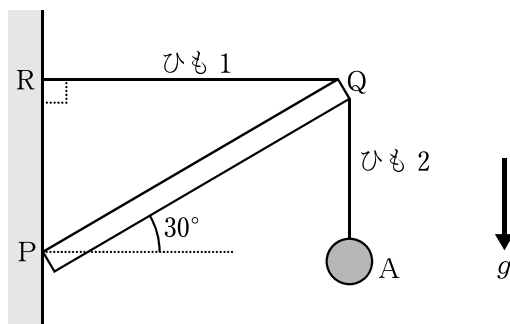


図 1

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	3	3	3	3	$2\sqrt{3}$	$2\sqrt{3}$	$2\sqrt{3}$	$2\sqrt{3}$
イ	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\sqrt{3}$

(下 書 き 用 紙)

□1の問は次に続く。

問2 次の文章中の空欄 **ア** ～ **ウ** に入る式および数値の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選べなさい。 **2**

断面が図2のような $\angle BAC = 60^\circ$ の三角形 ABC で、屈折率 $n(n > 1)$ の三角柱のプリズムがある。図2のように、空气中でレーザー光線をプリズムの面 AB 上の点 D に入射角 30° で断面 ABC と水平に入射させる。入射したレーザー光線は屈折角 θ_1 で屈折してプリズムの中を進み、面 AC 上の点 E に入射角 θ_2 で入射し、プリズムの外に出ていく。空気の屈折率は 1 とする。このとき、 $\sin \theta_1 =$ **ア** となる。幾何学的な関係から、 $\theta_1 + \theta_2 =$ **イ** であるので、

$$\sin \theta_2 = \frac{1}{4n} \{ \sqrt{3(4n^2 - 1)} - 1 \}$$

となる。点 E からレーザー光線が外に出ていったことから、プリズムの屈折率 n は **ウ** より小さい。

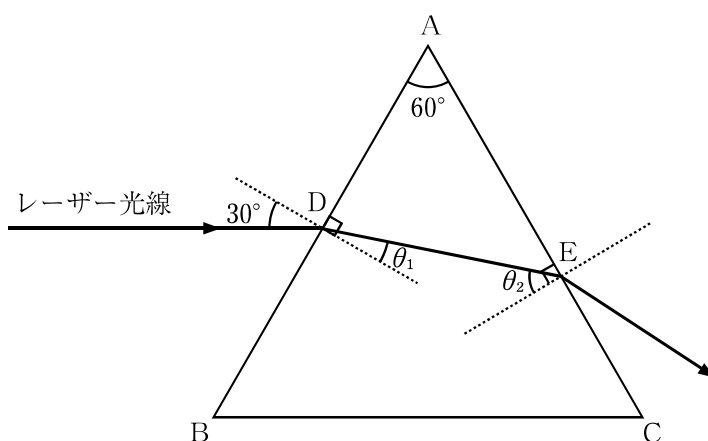


図 2

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	$\frac{1}{2n}$	$\frac{1}{2n}$	$\frac{1}{2n}$	$\frac{1}{2n}$	$\frac{1}{n}$	$\frac{1}{n}$	$\frac{1}{n}$	$\frac{1}{n}$
イ	60°	60°	90°	90°	60°	60°	90°	90°
ウ	$\sqrt{\frac{3}{2}}$	$\sqrt{\frac{7}{3}}$	$\sqrt{\frac{3}{2}}$	$\sqrt{\frac{7}{3}}$	$\sqrt{\frac{3}{2}}$	$\sqrt{\frac{7}{3}}$	$\sqrt{\frac{3}{2}}$	$\sqrt{\frac{7}{3}}$

(下 書 き 用 紙)

□1の問は次に続く。

問3 次の文章中の空欄 **ア** ～ **ウ** に入る語句および数値の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選べなさい。 **3**

図3のように、真空中の同一平面内に、十分に長い3本の導線 L_1 , L_2 , L_3 が平行に固定されている。導線 L_1 と導線 L_2 の間隔は r 、導線 L_2 と導線 L_3 の間隔は $2r$ である。図3の矢印の向きを電流の正の向きとし、真空の透磁率を μ_0 とする。

最初、導線 L_1 と導線 L_2 のそれぞれに大きさ I の電流を正の向きに流す。このとき、導線 L_1 と導線 L_2 の間にはたらく力は **ア** であり、互いの長さ l の部分にはたらく力の大きさ F は、 $F =$ **イ** である。

次に、導線 L_3 に電流 I_3 を流すと、導線 L_2 に作用する力の合力がゼロとなった。このとき、 $I_3 =$ **ウ** である。

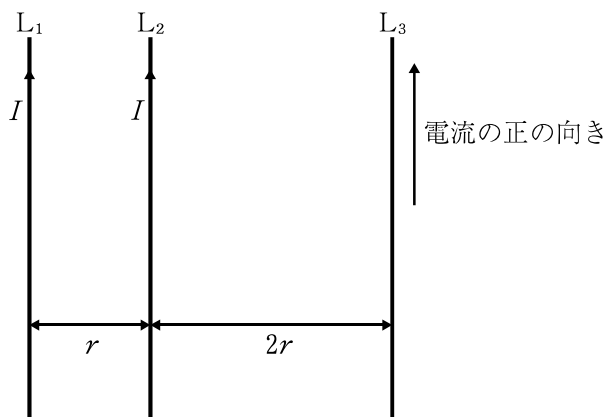


図3

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	引力	引力	引力	引力	斥力	斥力	斥力	斥力
イ	$\frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi r}$	$\frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi r}$	$\frac{\mu_0 I^2 l}{\pi r}$	$\frac{\mu_0 I^2 l}{\pi r}$	$\frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi r}$	$\frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi r}$	$\frac{\mu_0 I^2 l}{\pi r}$	$\frac{\mu_0 I^2 l}{\pi r}$
ウ	$+2I$	$-2I$	$+2I$	$-2I$	$+2I$	$-2I$	$+2I$	$-2I$

(下 書 き 用 紙)

□1の問は次に続く。

問4 次の文章中の空欄 ～ に入る語句または数値の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

波長 λ の X 線を物質に入射すると、物質によって散乱された X 線（散乱 X 線）の中に、入射 X 線の波長より 波長 λ' のものが含まれる。この現象は、X 線を波動と考えると説明できず、X 線の粒子性を示す現象である。散乱角を θ とし、入射 X 線が物質中の電子（質量 m ）と弾性衝突することにより波長が変化すると考えると、 $|\lambda' - \lambda| = \frac{h}{mc}(1 - \cos \theta)$ の関係が成立する。ここで、 h はプランク定数、 c は真空中の光の速さである。したがって、入射 X 線の波長 λ に対する散乱による波長の変化 $|\lambda' - \lambda|$ の比 $\frac{|\lambda' - \lambda|}{\lambda}$ の最大値は、入射 X 線の波長が ほど大きい。

真空中で、波長 λ の入射 X 線が電子と弾性衝突し、散乱角 60° で波長 λ' の散乱 X 線が観測されたとする。このとき、はね飛ばされた電子の運動量の大きさ p は、

$$p = \frac{h}{\lambda\lambda'} \sqrt{\lambda^2 + \lambda'^2 - \text{ウ} \times \lambda\lambda'}$$

となる。

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	短い	短い	短い	短い	長い	長い	長い	長い
イ	短い	短い	長い	長い	短い	短い	長い	長い
ウ	1	2	1	2	1	2	1	2

(下 書 き 用 紙)

物理の試験問題は次に続く。

2 次の文章を読み、下の問 1 ～ 4 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4〕

真空中で、十分に大きな面積 S の金属板上に、電荷 $Q (Q > 0)$ が一様に分布すると、図 1 のように金属板の両面に、金属板に対して垂直に出ていく向きの一様な電場が生じる。真空の誘電率を ϵ_0 とすると、金属板の両側に生じる一様な電場の強さ E は、 $E = \frac{Q}{2\epsilon_0 S}$ と表される。以下では、金属板の端における電場の乱れは無視できるものとする。

真空中に、面積 S で同じ形の 4 枚の金属板 A, B, C, D が図 2 のように互いに平行に重なるようにして固定されている。AB 間, BC 間, CD 間の金属板の間隔はそれぞれ d , d , $2d$ である。金属板 A と金属板 D にそれぞれ電荷 $+Q$ ($Q > 0$), $-Q$ を与えた。この状態を状態 1 とする。

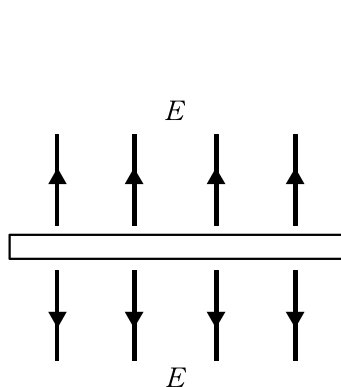


図 1

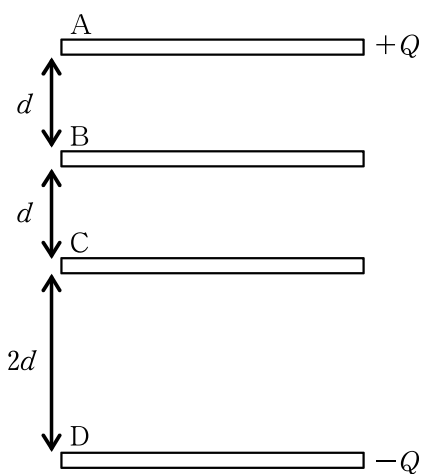


図 2

問 1 状態 1 における BC 間の電場の強さ E_1 として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $E_1 =$ 1

① 0

② $\frac{Q}{4\epsilon_0 S}$

③ $\frac{Q}{2\epsilon_0 S}$

④ $\frac{Q}{\epsilon_0 S}$

⑤ $\frac{3Q}{2\epsilon_0 S}$

⑥ $\frac{2Q}{\epsilon_0 S}$

(下 書 き 用 紙)

2の問は次に続く。

問2 状態1において金属板BとCを抵抗の無視できる導線で接続し、十分に時間が経過したのち、導線を取り除いた。この状態を状態2とする。このとき、金属板Dに対する金属板Aの電位 V_{DA} はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $V_{DA} =$ 2

- | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| ① $\frac{Qd}{\epsilon_0 S}$ | ② $\frac{3Qd}{2\epsilon_0 S}$ | ③ $\frac{2Qd}{\epsilon_0 S}$ |
| ④ $\frac{5Qd}{2\epsilon_0 S}$ | ⑤ $\frac{3Qd}{\epsilon_0 S}$ | ⑥ $\frac{4Qd}{\epsilon_0 S}$ |

問3 状態2において、金属板Bの固定を外し、ゆっくりと取り去った。金属板Bを取り去ったあとの状態を状態3とする。状態3において金属板Cの金属板Aと向かい合う面に現れる電荷 q_1 はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $q_1 =$ 3

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

問4 状態3において金属板Cを金属板Aに向かってゆっくりと平行を保ったまま d だけ移動させた。 d だけ移動したあとの金属板Dに対する金属板Aの電位 V_{DA}' はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $V_{DA}' =$ 4

- | | | |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| ① $\frac{3Qd}{2\epsilon_0 S}$ | ② $\frac{2Qd}{\epsilon_0 S}$ | ③ $\frac{5Qd}{2\epsilon_0 S}$ |
| ④ $\frac{7Qd}{2\epsilon_0 S}$ | ⑤ $\frac{4Qd}{\epsilon_0 S}$ | ⑥ $\frac{5Qd}{\epsilon_0 S}$ |

(下 書 き 用 紙)

物理の試験問題は次に続く。

3 次の文章を読み、下の問 1～4 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

振動数 f を変化させることができるおんさの先端に一樣な弦を取り付け、固定した滑車を介して、おもりをつり下げ張力を加えると、弦に腹をいくつかもつ定常波ができた。図 1 は腹を 4 つもつ場合の例である。おんさの振動数 f や、弦の長さ l 、おもりの質量 m などを変化させる実験を通じて、定常波の腹の個数 n が規則正しく変化することが分かった。以下では、重力加速度の大きさを g とする。

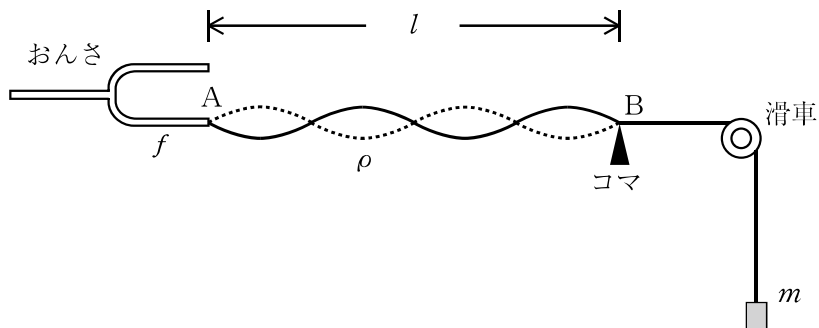


図 1

問 1 国際単位系 (SI) は、メートル (m)、キログラム (kg)、秒 (s) などを基本単位とする単位系である。単位に着目して、物理量どうしの関係を見てみよう。以下では、物理量 A の単位を $[A]$ で表すものとする。

弦を伝わる横波の速さ v [m/s] は、弦の線密度 ρ [kg/m]、弦の張力 S [N] および弦の長さ l [m] で決まると考えられる。そこで、

$$[v] = [\rho^x S^y l^z]$$

の関係を仮定し、両辺の単位を比較することで、 x 、 y 、 z の値を求めることができる。 x 、 y 、 z の値の組合せとして正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 1

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
x	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	0	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	1
y	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	$-\frac{1}{2}$	0	0	1
z	$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{1}{2}$	1	0	$-\frac{1}{2}$	1	0

(下 書 き 用 紙)

3の問は次に続く。

はじめに、弦の長さを $l = 40 \text{ cm}$ 、おもりの質量を $m = 40 \text{ g}$ 、おんさの振動数を $f = 100 \text{ Hz}$ とすると、弦に $n = 1$ の基本振動が生じた。この状態を「始状態」と呼ぶことにする。次の 3 種類の実験を繰り返し、その結果をグラフ化したのが図 2 である。

〈実験Ⅰ〉 弦の長さとおんさの振動数を変えずに、おもりの質量をいろいろ変化させた場合の定常波の腹の個数の変化を調べた。横軸におもりの質量の平方根をとり、縦軸に腹の個数をとってグラフ化した。

〈実験Ⅱ〉 弦の長さとおもりの質量を変えずに、おんさの振動数をいろいろ変化させた場合の定常波の腹の個数の変化を調べた。横軸におんさの振動数をとり、縦軸に腹の個数をとってグラフ化した。

〈実験Ⅲ〉 おんさの振動数とおもりの質量を変えずに、弦の長さをいろいろ変化させた場合の定常波の腹の個数の変化を調べた。横軸に弦の長さをとり、縦軸に腹の個数をとってグラフ化した。

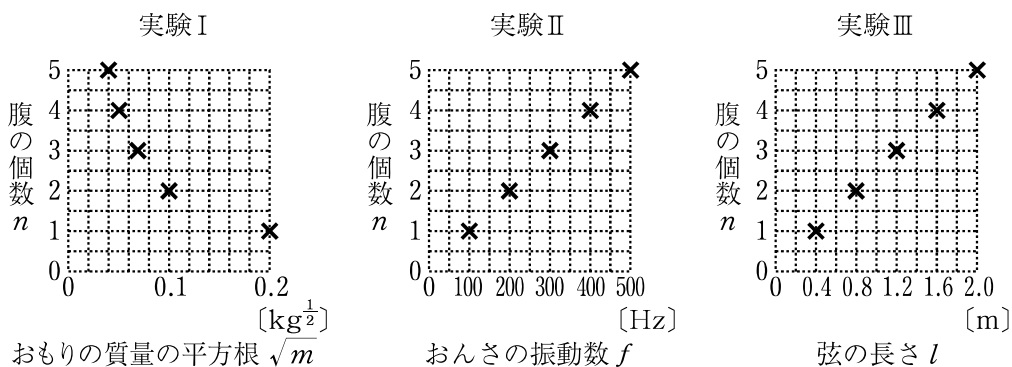


図 2

(下 書 き 用 紙)

3の問は次に続く。

問2 次の文章の ア， イ に入る式の組合せとして正しいものを，下の①～⑨のうちから一つ選びなさい。 2

実験Ⅰのデータを見ると，弦に生じる定常波の腹の個数 n は ア に反比例することが分かり，実験Ⅱ，Ⅲのデータを見ると イ に比例すると考えられるので，比例定数を K として，

$$n = K \frac{\text{イ}}{\text{ア}}$$

の関係が成立する。

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
ア	m	m	m	m^2	m^2	m^2	\sqrt{m}	\sqrt{m}	\sqrt{m}
イ	fl	$f + l$	\sqrt{fl}	fl	$f + l$	\sqrt{fl}	fl	$f + l$	\sqrt{fl}

問3 比例定数 K の値はいくらか。始状態のデータを参考に正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。なお，単位は省略しているが，m, kg, s のみを用いた組立単位で考えること。 $K =$ 3

- | | | |
|----------------------|-----|-------------------|
| ① 2×10^{-3} | ② 2 | ③ 2×10^3 |
| ④ 5×10^{-3} | ⑤ 5 | ⑥ 5×10^3 |

問4 始状態から，振動数，弦の長さ，おもりの質量をすべて N (2以上の整数) 倍すると，定常波が観測されることがある。観測される定常波の腹の個数の最小値はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 4

- | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|------|------|
| ① 2 | ② 4 | ③ 8 | ④ 9 | ⑤ 10 | ⑥ 16 |
|-----|-----|-----|-----|------|------|

(下 書 き 用 紙)

物理の試験問題は次に続く。

4 次の文章を読み、下の問 1 ～ 5 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 5 〕

物質は温度や圧力などにより 3 つの状態として存在する。すなわち固相（固体）、液相（液体）、そして気相（気体）があり、ある相から他の相へ移ることを相転移という。図 1 は水（液体）と水蒸気（気体）の状態を模式的に示している。密閉した容器に水を入れておくと十分時間が経った後でも液面の位置は一定である。これは、液面から出ていく分子の数と液相中に入る分子の数がつり合うからである。この状態を気液平衡という。気液平衡になったときの気体の圧力を飽和蒸気圧といい、図 2 は水蒸気の飽和蒸気圧曲線である。気体と液体は同じ温度になっているとして、温度を上げていくと気相中の分子が増え、飽和蒸気圧が増大する。

気液平衡にある系に外部から作用が加えられると、気液平衡を保つように、温度や圧力、気相と液相の割合などの系の状態が変化する。さらに温度一定や圧力一定などの条件が課された場合も同様で、例えば、温度一定の条件下で、密閉された気体を加圧していくと、飽和蒸気圧に達したところで一部が液体に相転移をはじめ、さらに加圧しようとしても液体の量が増えるだけで、気体が存在する限りその気体の圧力は飽和蒸気圧のままである。

以下では、水滴に凝縮することを除き、水蒸気は理想気体とみなしてよいものとする。また、気体定数を R 、水蒸気の定積モル比熱を C_V [$\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$]、水 1 mol の質量を w [kg] とする。

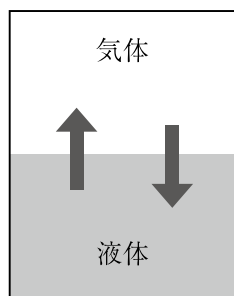


図 1

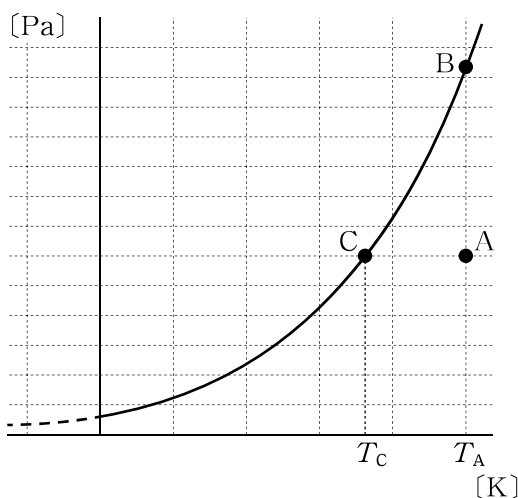


図 2

(下 書 き 用 紙)

4の問は次に続く。

図3のように、温度調節器を取り付けた断熱材でできたシリンダーに n_0 [mol] の水蒸気を入れ、断熱材でできたピストンで密閉した。装置全体は真空中に置かれ、大気から圧力を受けないようにしてある。また、シリンダーは水平面に垂直に置かれており、その内壁はなめらかで、ピストンは常に水平を保ったまま自由に移動できる。はじめ、水蒸気の温度、圧力、体積は、それぞれ T_A [K]、 P_A [Pa]、 V_A [m³] で、シリンダーの内部は、図2の点A（状態A）にあったとする。この状態をはじめの状態とする。また、温度調節器の体積および熱容量は無視でき、シリンダー内の水蒸気と水の温度は常に等しいものとする。なお、ピストンには取手があり、押したり引いたり外力を加えることができるものとする。

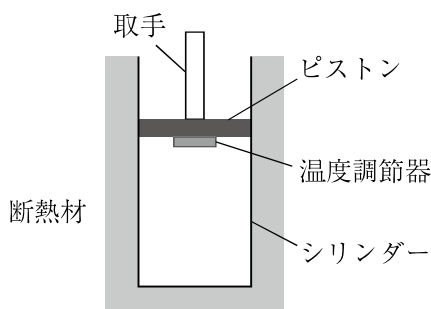


図3

問1 状態Aから温度を T_A [K] に保ったまま、ピストンを下げて圧力を上げると、点B（状態B）に達したところで水蒸気が水に相転移し、水滴が生じ始めた。状態Bのときの水蒸気の圧力、体積をそれぞれ P_B [Pa]、 V_B [m³] とすると、 V_B はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

$$V_B = \boxed{1} \text{ [m}^3\text{]}$$

① $\frac{P_B V_A}{P_A}$

② $\frac{2P_B V_A}{P_A}$

③ $\frac{P_A V_A}{2P_B}$

④ $\frac{n_0 P_A V_A}{P_B}$

⑤ $\frac{P_A V_A}{P_B}$

⑥ $\frac{n_0 P_A V_A}{2P_B}$

(下 書 き 用 紙)

4の問は次に続く。

温度を T_A [K] に保ったまま，状態 B からさらにピストンを押し下げ，水蒸気の体積を $\frac{2}{3}V_B$ [m³] にする。このとき，シリンダー内には質量 m [kg] の水滴が生じていた。

問2 水蒸気の体積を V_B から $\frac{2}{3}V_B$ にするときに水蒸気がされた仕事の大きさとして正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2

① $\frac{1}{3}P_A V_A$

② $\frac{1}{3}P_A V_B$

③ $P_A V_A$

④ $P_A V_B$

⑤ $\frac{1}{3}(P_B - P_A)V_B$

⑥ $(P_B - P_A)V_B$

問3 水蒸気の体積が $\frac{2}{3}V_B$ [m³] になったときに生じていた水滴の質量 m [kg] として正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 3

① $\frac{n_0 w}{6}$

② $\frac{n_0 w}{4}$

③ $\frac{n_0 w}{3}$

④ $\frac{n_0 w}{2}$

⑤ $\frac{2n_0 w}{3}$

⑥ $n_0 w$

(下 書 き 用 紙)

4の問は次に続く。

問4 水蒸気の体積を V_B の状態（最初の状態）から $\frac{2}{3}V_B$ の状態（最後の状態）にす

るときに、水蒸気と水（水滴）の系から失われた熱量はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、最後の状態での水滴がもつエネルギー（内部エネルギー）を u_B とし、最初と最後の状態の系のもつエネルギーで考えるものとする。 4 $- u_B$

① $\frac{1}{3}n_0C_VT_A$

② $\frac{1}{3}n_0(C_V + R)T_A$

③ $\frac{1}{3}n_0(C_V + R)T_A + P_AV_B$

④ $n_0C_VT_A$

⑤ $n_0(C_V + R)T_A$

⑥ $n_0(C_V + R)T_A + P_AV_B$

装置をはじめの状態（図2の状態A）に戻す。今度は、水蒸気の圧力が P_A [Pa] に保たれるようにピストンに力を加えて調整するとともに、図3の温度調節器によって水蒸気から少しずつ熱を奪い、水蒸気の温度を下げていく。やがて点C（状態C）に達し、水蒸気の温度が T_C [K] になったとき、シリンダー内で水蒸気が凝縮して水滴が生じ始めた。

問5 状態Cに達した水蒸気からさらに熱を奪いはじめたとき、水蒸気にはどのような変化が生じはじめるか。最も適したものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 5

① 温度が低下し、体積は変化せず水蒸気の分子数のみが減少する。

② 温度が低下し、体積と水蒸気の分子数が減少する。

③ 温度は変化せず、体積と水蒸気の分子数が減少する。

④ 温度と体積の比が一定に保たれるように、温度が低下して体積が減少し、水蒸気の分子数は一定に保たれる。

⑤ 熱が奪われても温度、体積、水蒸気の分子数が変化しなくなる。

⑥ 与えられた条件だけでは、どのような変化が生じるか特定されない。

(下 書 き 用 紙)

物理の試験問題は次に続く。

5 次の文章を読み、下の問 1 ～ 4 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

図 1 のように、長さが L で伸び縮みしない軽い糸の一端に質量 m の小球 P を取り付け、他端を点 O に固定された釘にかけ、点 O を支点とした単振り子を考える。重力加速度の大きさを g とし、小球の大きさ、釘と糸との間の摩擦や空気の抵抗は無視できるものとする。小球 P が点 O の直下にあるときの位置を点 O'、糸が鉛直線 OO' となす角を θ 、小球の最大の振れの角を θ_M とし、 $|\theta_M|$ は 1 に比べて十分に小さく、小球 P の運動は振幅 A の単振動とみなせるものとする。

必要ならば、 $|\theta|$ 、 $|x|$ がそれぞれ 1 に比べて十分に小さいときに成り立つ次の近似式を用いてもよい。

$$\sin \theta \doteq \theta, \quad \cos \theta \doteq 1 - \frac{1}{2}\theta^2, \quad (1+x)^n \doteq 1 + nx$$

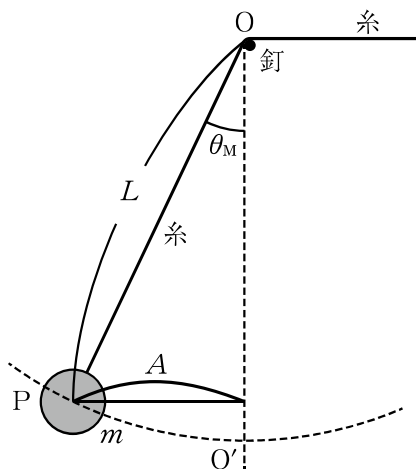


図 1

問 1 単振り子の周期 T はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選
びなさい。 $T =$ 1

- | | | |
|--|--|--------------------------------|
| ① $2\pi\sqrt{\frac{1}{g \sin \theta_M}}$ | ② $2\pi\sqrt{\frac{1}{g \cos \theta_M}}$ | ③ $2\pi\sqrt{g \sin \theta_M}$ |
| ④ $2\pi\sqrt{g \cos \theta_M}$ | ⑤ $2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ | ⑥ $2\pi\sqrt{\frac{g}{L}}$ |

(下 書 き 用 紙)

5の問は次に続く。

問2 点 O' を通過するときの小球の速さを v とする。点 O' を位置エネルギーの基準にとるとき、小球 P の力学的エネルギー E_0 はいくらか。正しいものを、次の

①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $E_0 = \boxed{2}$

① $\frac{mg}{2L}A^2$

② $\frac{mg}{2L}A^2 + \frac{1}{2}mv^2 + mgL$

③ $\frac{mg}{2L}A^2 + \frac{1}{2}mv^2$

④ $mg(L - A)$

⑤ $mg(L - A) + \frac{mg}{2L}A^2$

⑥ $mg(L - A) + \frac{1}{2}mv^2$

図2のように、釘にかけられた糸をたるませずにゆっくりと引いて振り子の長さを ΔL ($\Delta L > 0$) だけ変化させる。このとき、糸をゆっくりと引く力（糸の張力）の大きさ S は、小球 P の位置や振り子の長さに応じて変化し、一定ではない。ただし、変化にかかる時間は振り子の周期に比べて十分長く、 ΔL は L に比べて十分に小さいものとする。

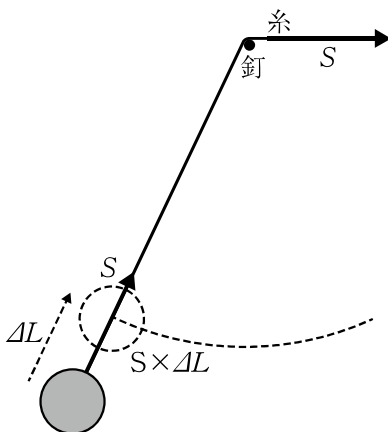


図2

問3 糸の長さが L のときの振り子の角振動数を ω とする。振り子の長さが ΔL だけ短くなったときの振り子の角振動数 ω' はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $\omega' = \omega + \boxed{3} \times \omega$

① $\frac{L}{2\Delta L}$

② $\frac{L}{\Delta L}$

③ $\frac{2L}{\Delta L}$

④ $\frac{\Delta L}{2L}$

⑤ $\frac{\Delta L}{L}$

⑥ $\frac{2\Delta L}{L}$

(下 書 き 用 紙)

5の問は次に続く。

小球 P にはたらく張力の大きさ S は一定ではないが、振り子の長さが ΔL だけ短くなるまでの間に P は何回も振動するので、平均の張力の大きさ \overline{S} で考えてよく、 \overline{S} は次式のようになる。

$$\overline{S} = mg + \frac{mg}{4L^2} A^2$$

糸の長さを L から $L - \Delta L$ にゆっくりと変化させたとき、小球 P の力学的エネルギーは、大きさ \overline{S} の張力がした仕事だけ増加するので、

$$E_0 + \overline{S} \times \Delta L = E_0 + mg\Delta L + \frac{mg}{4L^2} A^2 \Delta L$$

となる。 $mg\Delta L$ の項は、振り子全体を ΔL 引き上げたことによる重力による位置エネルギーの増加分なので、小球 P の力学的エネルギーのうち振り子全体の高さによる重力の位置エネルギーを除いたエネルギー E （以下問 4 では振り子運動のエネルギー E と表す）の増加分 ΔE は、 $\Delta E = \frac{mg}{4L^2} A^2 \Delta L$ となる。

問 4 次の文中の空欄 ア，イ に入る記号および記述の組合せとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

振り子の糸の長さを L から $L - \Delta L$ にゆっくりと変化させたとき、振り子運動のエネルギー E も角振動数 ω も変化し、それぞれ $E + \Delta E$ ， $\omega + \Delta\omega$ となる。変化分の比と変化前の比には、

$$\frac{\Delta E}{\Delta\omega} \quad \boxed{\text{ア}} \quad \frac{E}{\omega}$$

の関係があり、糸の長さのゆっくりとした変化では、 $\frac{E}{\omega}$ は イ。

	ア	イ
①	=	不変である
②	<	一定の割合で増加する
③	>	一定の割合で減少する
④	=	一定の割合で増加する
⑤	<	増加した後、一定値になる
⑥	>	減少した後、一定値になる

(下 書 き 用 紙)

化 学

すべての設問にわたって、解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量 H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16 Na : 23 Cl : 35.5

Ca : 40

0℃, 1.013×10^5 Pa における気体 1 mol の体積 22.4 L

気体定数 $R = 8.3 \times 10^3$ Pa・L/(mol・K)

1 次の問 1 ～10 に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

問 1 海水中に含まれる金属元素のうち、質量パーセント濃度がナトリウムに次いで大きいものとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① アルミニウム ② カリウム ③ カルシウム
④ 鉄 ⑤ 銅 ⑥ マグネシウム

問 2 周期表の第 3 周期に属する元素のうち、金属元素の数として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 種類

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問 3 分子内に炭素間二重結合 $C=C$ をもつ化合物として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① アセチレン ② イソプレン ③ エチレングリコール
④ 酢酸 ⑤ シクロヘキサン ⑥ ホルムアルデヒド

問4 理想気体に関する次の(a)～(c)の記述のうち、正しいものをすべて選んだものとして最も適切なものを、下の①～⑦のうちから一つ選びなさい。ただし、気体の圧力を P [Pa]、体積を V [L]、温度を T [K] とする。 4

(a) 理想気体は分子間力がはたらかず、質量が無視できる気体である。

(b) 実在気体を理想気体に近づけるには高温低圧とすればよい。

(c) 1 mol の理想気体では $\frac{PV}{RT}$ の値は常に 1 となる。

① a のみ ② b のみ ③ c のみ ④ a と b

⑤ a と c ⑥ b と c ⑦ a と b と c

問5 H—H の結合エネルギーが 436 kJ/mol, Cl—Cl の結合エネルギーが 243 kJ/mol, H—Cl の結合エネルギーが 432 kJ/mol であるとき、 H_2 と Cl_2 から HCl が 1 mol 生成する反応にともなう熱の出入りとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 5

① 46.3 kJ の発熱 ② 46.3 kJ の吸熱 ③ 92.5 kJ の発熱

④ 92.5 kJ の吸熱 ⑤ 185 kJ の発熱 ⑥ 185 kJ の吸熱

問6 濃度既知のシュウ酸水溶液を入れたコニカルビーカーに少量の希硫酸を加え、そこに濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下することで、過マンガン酸カリウム水溶液の濃度を決定する。この操作に関する次の(a)～(c)の記述のうち、正しいものをすべて選んだものとして最も適切なものを、下の①～⑦のうちから一つ選びなさい。

6

- (a) 硫酸酸性条件下で過マンガン酸カリウム水溶液を滴下すると、過マンガン酸カリウム中のマンガンの酸化数は +7 から +2 に変化する。
- (b) 滴下した過マンガン酸カリウムの赤紫色が消えず、コニカルビーカー内の水溶液が薄赤色になった時点で滴定を終了させる。
- (c) この反応でシュウ酸と過マンガン酸カリウムは物質質量比 5 : 2 で反応する。

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

問7 He, Ne, Ar の3種類の貴ガスについて、大気中における組成比が大きい順に並べたものとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

7

- ① He>Ne>Ar ② He>Ar>Ne ③ Ne>He>Ar
④ Ne>Ar>He ⑤ Ar>He>Ne ⑥ Ar>Ne>He

問8 分子式が C_nH_{2n} で表される鎖式化合物のうち、不斉炭素原子をもつことができる最小の n の値として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

8

- ① 4 ② 5 ③ 6 ④ 7 ⑤ 8 ⑥ 9

問9 完全に加水分解したときにグルコース以外の単糖が得られるものとして最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 9

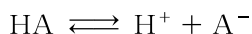
- ① アミロース ② グリコーゲン ③ セルロース
④ セロビオース ⑤ スクロース ⑥ マルトース

問10 アジピン酸 $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$ と ヘキサメチレンジアミン $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$ の縮合重合によって得られる合成高分子Xがあり，Xの平均分子量は 5.65×10^4 であった。このXの1分子中に含まれるアミド結合の数として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 10 個

- ① 2.0×10^2 ② 2.5×10^2 ③ 4.0×10^2
④ 5.0×10^2 ⑤ 6.0×10^2 ⑥ 7.5×10^2

2 次の文章を読み、下の問 1 ～ 6 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 6 〕

中和滴定に用いる指示薬を HA で表すと、水溶液中では次のような電離平衡となる。



この指示薬の電離定数 K_a は次のように表される。ただし、 $[X]$ は X のモル濃度〔mol/L〕を表す。

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

水溶液中の HA と A^- のうち、一方の濃度がもう一方の 10 倍以上になると、水溶液は高濃度側の物質またはイオンの色を示すようになる。つまり、 $\frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]}$ の値が 10 を超えると水溶液は HA の色を示し、0.10 より小さいと水溶液は A^- の色を示す。また、 $0.10 \leq \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} \leq 10$ の範囲では水溶液中に HA と A^- の色が同時に現れる。ここから求められる pH の範囲を指示薬の変色域という。

25℃におけるメチルオレンジの変色域は $3.40 \leq \text{pH} \leq 5.40$ であり、HA は ア 色、 A^- は イ 色を示すことが知られている。メチルオレンジを用いてアンモニア水の濃度を決定するため、次の操作 1～4 を行った。

操作 1 濃度未知のアンモニア水を（ A ）を用いて正確に 10.0 mL はかり取り（ B ）に移し、水を加えて水溶液の体積を正確に 50.0 mL とした。

操作2 操作1で希釈したアンモニア水 10.0 mL を別の (A) を用いてコニカルビーカーにはかり取り、指示薬としてメチルオレンジ水溶液を少量加えた。

操作3 質量パーセント濃度 36.5%，密度 1.20 g/cm^3 の濃塩酸を用い、 1.00 mol/L の希塩酸 100 mL を調製した。

操作4 操作3で調製した 1.00 mol/L 希塩酸を (C) に移し、操作2で準備したコニカルビーカーに滴下したところ、15.0 mL 滴下したところで終点をむかえた。

問1 文中の空欄 ア，イ に入る色の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。1

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

問2 25°C におけるメチルオレンジの電離定数 $K_a [\text{mol/L}]$ の値として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.30$ とする。

2 mol/L

- ① 2.5×10^{-7} ② 2.5×10^{-6} ③ 4.0×10^{-6}
④ 2.5×10^{-5} ⑤ 4.0×10^{-5} ⑥ 4.0×10^{-4}

問3 操作3で必要な濃塩酸の体積〔mL〕の値として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 3 mL

- ① 3.04 ② 3.65 ③ 4.38 ④ 8.33 ⑤ 10.5 ⑥ 12.0

問4 ガラス器具（ A ）～（ C ）のうち、これから使用する溶液で内部を数回洗ってから用いる必要のあるものをすべて選んだものとして最も適切なものを、次の①～⑦のうちから一つ選びなさい。 4

- ① Aのみ ② Bのみ ③ Cのみ ④ AとB
⑤ AとC ⑥ BとC ⑦ AとBとC

問5 希釈前のアンモニア水のモル濃度〔mol/L〕の値として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 5 mol/L

- ① 0.750 ② 1.00 ③ 1.33
④ 7.50 ⑤ 10.0 ⑥ 13.3

問6 この滴定の終点の液性は酸性側である。中和滴定の途中である $\text{pH} = 7.0$ において、水溶液中に残存するアンモニア分子の割合 $\frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_3] + [\text{NH}_4^+]}$ の値として最も適切なものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、アンモニアの電離定数 K_b は次の値を用いなさい。 6

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = 1.8 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

- ① 2.6×10^{-3} ② 3.9×10^{-3} ③ 5.5×10^{-3}
④ 2.6×10^{-2} ⑤ 3.9×10^{-2} ⑥ 5.5×10^{-2}

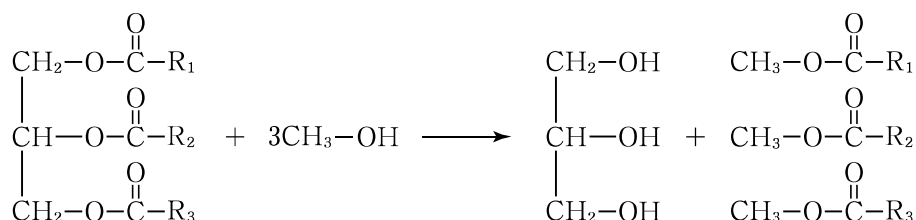
(下 書 き 用 紙)

化学の試験問題は次に続く。

3 次の文章を読み、下の問 1 ～ 6 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 6〕

高級脂肪酸とグリセリンのエステルを油脂という。高級脂肪酸とは炭素数の多いカルボン酸を指し、炭素数が 18 個のものはステアリン酸 ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$)、オレイン酸 ($\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$)、リノール酸 ($\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$) などが知られている。

食用油などの油脂を、エステル交換反応とよばれる反応によってメチルエステルに変換し、そのメチルエステルを取り出したものをバイオディーゼル燃料という。エステル交換反応とは、次に示すように、適切な触媒の存在下で、エステルをアルコールと反応させ、アルコール由来の部位を交換する反応である。



単一の組成からなる油脂 A を完全に加水分解するとステアリン酸、オレイン酸、リノール酸が物質質量比 1 : 1 : 1 で生じた。

問 1 油脂 A として考えられる異性体の総数として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、鏡像異性体は別のものとして数え、脂肪酸部分の二重結合の位置やシス-トランス異性体は考えないものとする。

1 種類

- ① 3 ② 4 ③ 5 ④ 6 ⑤ 7 ⑥ 8

問2 油脂 A を酵素により加水分解する場合、用いるべき酵素として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 2

- ① ペプシン ② インベルターゼ ③ カタラーゼ
④ ペプチダーゼ ⑤ リパーゼ

問3 油脂 A 442 mg を完全にけん化するのに必要な水酸化ナトリウム NaOH の質量 [mg] と、油脂 A の炭素間二重結合 $C=C$ に完全に付加させるのに必要な水素 H_2 の $0^{\circ}C$ 、 $1.013 \times 10^5 Pa$ における体積 [mL] の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 3

	NaOH の質量 [mg]	H_2 の体積 [mL]
①	20	11.2
②	20	22.4
③	20	33.6
④	60	11.2
⑤	60	22.4
⑥	60	33.6

問4 加水分解で得られたステアリン酸，オレイン酸，リノール酸の融点を高い順に並べたものとして最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

4

- ① ステアリン酸＞オレイン酸＞リノール酸
- ② ステアリン酸＞リノール酸＞オレイン酸
- ③ オレイン酸＞ステアリン酸＞リノール酸
- ④ オレイン酸＞リノール酸＞ステアリン酸
- ⑤ リノール酸＞オレイン酸＞ステアリン酸
- ⑥ リノール酸＞ステアリン酸＞オレイン酸

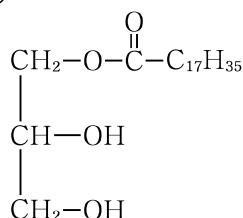
問5 油脂 A の 88.4 g に十分量のメタノールを作用させてエステル交換反応を完全に進行させると，理論上，最大何 g のバイオディーゼル燃料が得られるか。最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 5 g

- ① 86.2 ② 87.6 ③ 88.8 ④ 89.8 ⑤ 90.2 ⑥ 91.0

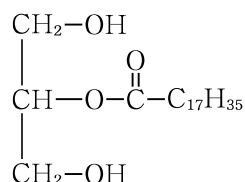
問6 油脂のエステル交換反応では段階的に反応が進むため、反応の中間体として、高級脂肪酸のメチルエステルと、油脂のエステル結合の1つがヒドロキシ基に置換された油脂、もしくは2つが置換された油脂が生じる。油脂Aにエステル交換反応を行って得られた混合物中に化合物Bが含まれていた。化合物Bは分子量が400以下であり、不斉炭素原子をもっていなかった。また、化合物Bを完全燃焼させたところ、二酸化炭素と水が物質質量比1:1で得られた。化合物Bの構造式として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

6

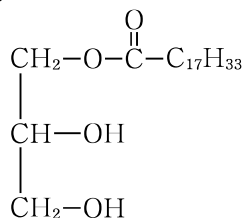
①



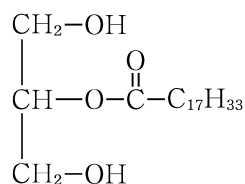
②



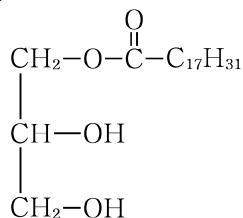
③



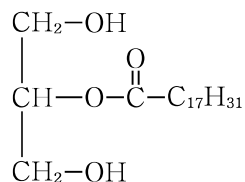
④



⑤



⑥



4 次の文章を読み、下の問 1 ～ 4 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 6〕

アンモニアは特有の刺激臭をもつ無色の気体で、水によく溶け、その水溶液は塩基性を示す。アンモニア分子は非共有電子対をもち、^(a)種々の金属イオンと錯イオンを生成するため、金属イオンの分離試薬として用いられる。

アンモニアの合成方法として、^(b)実験室では、混合した塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを加熱して発生させ、ア置換で捕集する。また、工業的には、イを主成分とした触媒を用いて窒素と水素から合成される。この反応は次の反応式(i)で表される。



この方法をウ法という。(i)の反応は可逆反応であり、アンモニアが生成する際に発熱することが知られている。

問 1 文中の空欄ア～ウに入る語句や化学式の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。1

	ア	イ	ウ
①	上方	V_2O_5	ハーバー・ボッシュ
②	上方	V_2O_5	オストワルト
③	上方	Fe_3O_4	ハーバー・ボッシュ
④	上方	Fe_3O_4	オストワルト
⑤	下方	V_2O_5	ハーバー・ボッシュ
⑥	下方	V_2O_5	オストワルト
⑦	下方	Fe_3O_4	ハーバー・ボッシュ
⑧	下方	Fe_3O_4	オストワルト

問2 下線部(a)について、試薬としてアンモニア水のみを用いて、水溶液中の2種類の金属イオンを分離できるものとして最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 2

- ① Ag^+ と Cu^{2+} ② Ca^{2+} と Na^+ ③ Al^{3+} と Fe^{3+}
④ Ba^{2+} と K^+ ⑤ Pb^{2+} と Zn^{2+}

問3 下線部(b)について、53.5 g の塩化アンモニウムと 74.0 g の水酸化カルシウムの混合物を加熱して得られるアンモニアの質量 [g] の最大値として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 3 g

- ① 4.25 ② 8.50 ③ 17.0 ④ 25.5 ⑤ 34.0

問4 反応式(i)に関する次の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) この反応を一定体積のもとで行わせた。次の各結果をもたらす温度、圧力の条件として最も適切なものを、下の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を選んでもよい。

- ・ 反応開始直後でのアンモニア生成速度が最も大きくなる条件 4
- ・ 十分に時間が経過したのちにアンモニアの生成量が最も大きくなる条件

5

- ① 200℃, 1.0×10^7 Pa ② 200℃, 4.0×10^7 Pa
③ 200℃, 6.0×10^7 Pa ④ 500℃, 1.0×10^7 Pa
⑤ 500℃, 4.0×10^7 Pa ⑥ 500℃, 6.0×10^7 Pa

(2) この反応が平衡状態にあるところに、ある量のアンモニアを加えたのち、温度一定のもとで体積を半分にしたところ、新たな平衡状態となったが、容器内の窒素の物質量はアンモニアを加える前と変わっていなかった。この操作で加えたアンモニアの物質量は、アンモニアを加える前の平衡時のアンモニアの物質量の何倍か。最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

6

 倍

- ① 0.50 ② 1.0 ③ 2.0 ④ 3.0 ⑤ 4.0

(下 書 き 用 紙)

生 物

1 生物の進化に関する次の文（A～C）を読み、下の問1～8に答えなさい。

〔解答番号 1 ～ 8 〕

A 約46億年前の誕生した直後の地球は、酸素をほとんど含まない原始大気でおおわれていたと考えられている。生命誕生以前の地球で、さまざまな有機物がつくられていった過程は化学進化と呼ばれる。生命の痕跡で最も古いものは、約 ア 年前の地層から見つかっている。図1は、大気中の酸素と二酸化炭素の濃度の変遷を示している。生命が誕生した頃の大気に酸素はわずかしかなかったが、その後急激に増加した。変化する環境の中で生物は進化を遂げ、現在地球上には、名前のつけられているものだけで約 イ 種の生物が存在している。

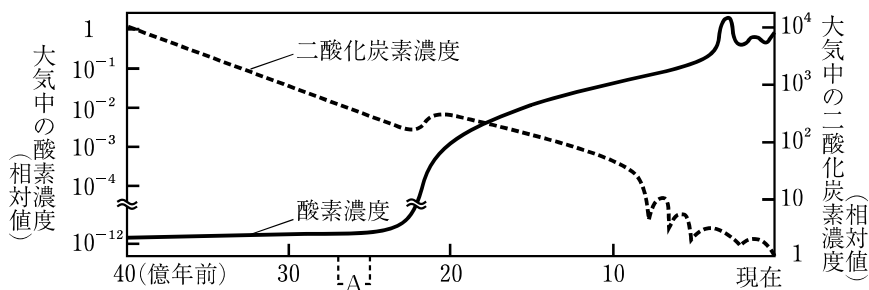


図1

問1 文中の ア ・ イ にあてはまる数値の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1

	ア	イ
①	30 億	19 万
②	30 億	190 万
③	30 億	1900 万
④	40 億	19 万
⑤	40 億	190 万
⑥	40 億	1900 万

問2 図1のAの時期に繁栄し、大気中の酸素の増加をもたらした生物として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2

- | | | |
|----------|----------|------------|
| ① 化学合成細菌 | ② 光合成細菌 | ③ シアノバクテリア |
| ④ メタン菌 | ⑤ 緑色硫黄細菌 | ⑥ 緑藻類 |

問3 生物の起源や進化に関する次の記述 A～C の正誤の組合せとして最も適切なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 3

- A ミラーらはアンモニア、酸素などを含む溶液を用いて、化学進化を検証した。
- B 初期の生命において、RNA の遺伝情報が DNA に写し取られ、DNA の情報をもとにタンパク質が合成されていたという考えを RNA ワールド仮説という。
- C ミトコンドリアと葉緑体は細胞内共生を起源とする細胞小器官であり、ミトコンドリアの起源となる細胞が葉緑体の起源となる細胞よりも先に宿主細胞に取りこまれたと考えられている。

	A	B	C
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

B 図2は、現在地球上に生息するおもな動物の分類群を中心として、類縁関係を示した系統樹である。

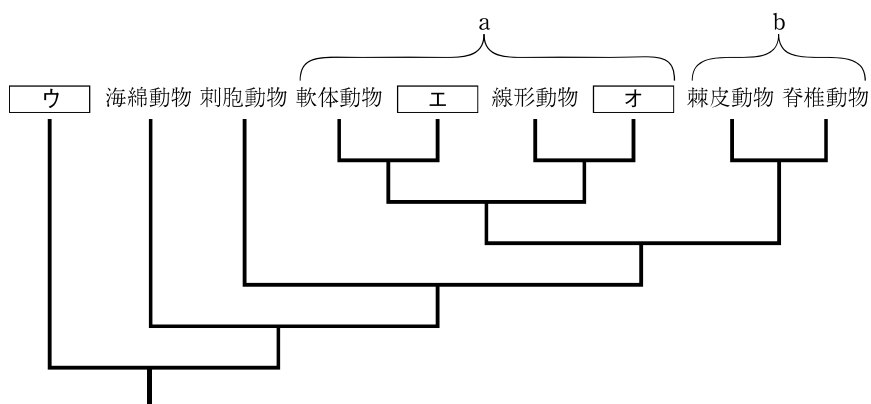


図2

問4 図2中の **ウ** は、原生生物の中で最も動物に近縁だと考えられている生物である。**ウ** にあてはまる生物として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **4**

- | | | |
|---------|----------|-----------|
| ① アメーバ類 | ② えり鞭毛虫類 | ③ 繊毛虫類 |
| ④ 変形菌類 | ⑤ 放散虫類 | ⑥ ユーグレナ藻類 |

問5 図2中の エ ・ オ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 5

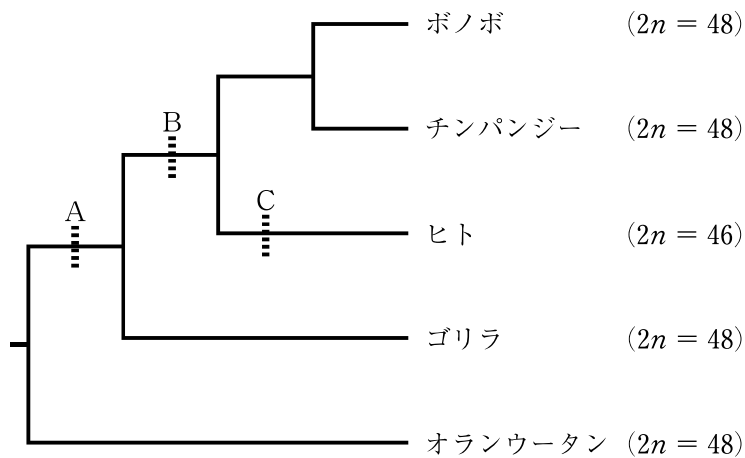
	エ	オ
①	環形動物	節足動物
②	環形動物	輪形動物
③	原索動物	節足動物
④	原索動物	輪形動物
⑤	節足動物	環形動物
⑥	節足動物	原索動物
⑦	扁形動物	環形動物
⑧	扁形動物	原索動物

問6 図2中の動物の分類群に関する次の記述 A～C の正誤の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 6

- A 海綿動物は、単細胞生物からなる分類群である。
 B 図2中の a は発生過程で胚の原口が口になる動物である。
 C 図2中の b は脊索をもつ動物である。

	A	B	C
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

C 哺乳類は、新生代に入って急速に多様化した。霊長類もその一例で、眼が顔の前面につく、指の爪が平爪になる、親指が他の指から離れて拇指対向性をもつなどの進化を遂げた。図3はヒトとその近縁の大型類人猿の系統樹である。最初期の人類は約 **カ** 年前にアフリカで誕生し、その後いくつかの系統に分岐しながら現生人類であるヒト（ホモ・サピエンス）が誕生したと考えられている。たとえば **キ** は、170 万～180 万年前に誕生し、はじめてアフリカの外へと分布を広げた人類と考えられている。



※() 内は染色体数を示している

図3

問7 文中の **カ** ・ **キ** にあてはまる数値と語句の組合せとして最も適切なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **7**

- | | カ | キ |
|---|-------|--------------------|
| ① | 400 万 | アウストラロピテクス・アファレンシス |
| ② | 400 万 | ホモ・エレクトス |
| ③ | 400 万 | ホモ・ネアンデルターレンシス |
| ④ | 700 万 | アウストラロピテクス・アファレンシス |
| ⑤ | 700 万 | ホモ・エレクトス |
| ⑥ | 700 万 | ホモ・ネアンデルターレンシス |

問8 図3に関して、ヒトは近縁の大型類人猿と比較して染色体数が少ない。また、これらの大型類人猿は、ヒトの2番染色体に対応する大きさ・遺伝子構成の染色体をもたないことが知られている。この理由について考察した次の文中の **ク** ・ **ケ** にあてはまる記号と語句の組合せとして最も適切なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **8**

ヒトの染色体数が少ないのは、ヒトへと至る進化の過程で、図3の **ク** の時期に **ケ** ためと考えられる。

- | | ク | ケ |
|---|---|---------------------------|
| ① | A | 1組の相同染色体が重複して2組の相同染色体となった |
| ② | A | 2組の相同染色体が融合して1組の相同染色体となった |
| ③ | B | 1組の相同染色体が重複して2組の相同染色体となった |
| ④ | B | 2組の相同染色体が融合して1組の相同染色体となった |
| ⑤ | C | 1組の相同染色体が重複して2組の相同染色体となった |
| ⑥ | C | 2組の相同染色体が融合して1組の相同染色体となった |

(下 書 き 用 紙)

生物の試験問題は次に続く。

- 2 遺伝情報の発現とバイオテクノロジーに関する次の文(A・B)を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 7〕

A _a DNA はヌクレオチドが多数つながった鎖が、2本結合して二重らせん構造をとっている。DNA は細胞分裂の前に複製され、細胞分裂時に娘細胞に分配される。細胞における DNA の複製と分配のサイクルを細胞周期という。

DNA は複製される際に、まず ア と呼ばれる酵素のはたらきで特定部分の塩基間の イ 結合が切れて開裂し、部分的に1本ずつのヌクレオチド鎖になる。次にプライマーゼという酵素によってプライマーが合成される。このプライマーは短い ウ 鎖である。新生鎖の伸長は、DNA ポリメラーゼによってプライマーの エ 末端にヌクレオチドが付加されることではじまる。新たに合成される2本のヌクレオチド鎖のうち、一方は開裂の進行と同じ方向に連続的に合成されるが、他方は逆方向に不連続的に合成される。連続的に合成されるヌクレオチド鎖を オ と呼ぶ。不連続的に合成されるヌクレオチド鎖どうしは カ によって連結される。

- 問1 文中の ア ～ ウ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 1

	ア	イ	ウ
①	DNA ヘリカーゼ	水素	DNA
②	DNA ヘリカーゼ	水素	RNA
③	DNA ヘリカーゼ	ペプチド	DNA
④	DNA ヘリカーゼ	ペプチド	RNA
⑤	制限酵素	水素	DNA
⑥	制限酵素	水素	RNA
⑦	制限酵素	ペプチド	DNA
⑧	制限酵素	ペプチド	RNA

問2 文中の **エ** ～ **カ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 **2**

	エ	オ	カ
①	3′	ラギング鎖	オペレーター
②	3′	ラギング鎖	DNA リガーゼ
③	3′	リーディング鎖	オペレーター
④	3′	リーディング鎖	DNA リガーゼ
⑤	5′	ラギング鎖	オペレーター
⑥	5′	ラギング鎖	DNA リガーゼ
⑦	5′	リーディング鎖	オペレーター
⑧	5′	リーディング鎖	DNA リガーゼ

問3 下線部 a に関して、DNA のヌクレオチドの塩基にはアデニン (A)、チミン (T)、グアニン (G)、シトシン (C) があり、A と G はプリン塩基、C と T はピリミジン塩基と呼ばれる。ある 2 本鎖 DNA 全体のプリン塩基に占める A の割合は 54% であった。2 本鎖 DNA のうちの一方のヌクレオチド鎖 (鎖 1) ではプリン塩基に占める A の割合は 50%、他方 (鎖 2) ではプリン塩基に占める A の割合は 58% であった。鎖 1 における A と C の割合 (%) として最も適当な数値はどれか。次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。

アデニン **3** % シトシン **4** %

- ① 21 ② 23 ③ 25 ④ 27 ⑤ 29 ⑥ 32

B PCR 法は特定の塩基配列を効率良く増幅する方法である。一般的な PCR 法の過程は 3 つの段階からなり、これらを 1 サイクルとして何回も繰り返すことで、目的の塩基配列からなる 2 本鎖 DNA 断片を多量に増幅できる。

問 4 PCR 法の 3 つの段階では、反応溶液を異なる温度で処理する。温度とその操作を行う目的の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 5

温度	操作の目的
① 60℃	耐熱性 DNA ポリメラーゼによりヌクレオチド鎖が合成される。
② 60℃	2 本鎖 DNA を 1 本鎖に解離させる。
③ 72℃	耐熱性 DNA ポリメラーゼによりヌクレオチド鎖が合成される。
④ 72℃	2 本鎖 DNA を 1 本鎖に解離させる。
⑤ 95℃	耐熱性 DNA ポリメラーゼによりヌクレオチド鎖が合成される。
⑥ 95℃	プライマーをヌクレオチド鎖に結合させる。

問 5 PCR 法では、1 回目のサイクル以降、新たにサイクルを終了するごとに 3 種類の分子 A, B, C がつくられる (図 1)。図 1 に関して、下の(1)・(2)の問いに答えなさい。

分子 A 元の鋳型 DNA の一方とプライマーから始まる DNA が結合したもの
 分子 B プライマーから始まる DNA と目的の塩基配列からなる DNA が結合したもの
 分子 C 目的の塩基配列だけからなる 2 本鎖 DNA

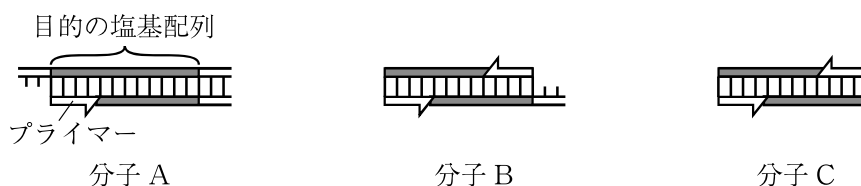


図 1

- (1) 1 分子の 2 本鎖 DNA から PCR 法を開始し, n 回目のサイクル終了時の分子 A, B, C の総数の理論値を表す式として最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 6

- | | | | |
|---------|-------------|-------------|------------|
| ① $2n$ | ② n^2 | ③ n^2+1 | ④ n^2-1 |
| ⑤ 2^n | ⑥ 2^{n+1} | ⑦ 2^{n-1} | ⑧ $2n^2-1$ |

- (2) 1 分子の 2 本鎖 DNA から PCR 法を開始し, n 回目のサイクル終了時の分子 C の数の理論値を表す式として最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 7

- | | | | |
|---------------|-----------|-----------|------------------|
| ① $2n$ | ② n^2 | ③ n^2+1 | ④ $2^{n+1}-2n-2$ |
| ⑤ $2^{n-1}-1$ | ⑥ 2^n+n | ⑦ 2^n-2 | ⑧ 2^n-2n |

3 免疫に関する次の文（A・B）を読み、下の問1～7に答えなさい。

〔解答番号 ～ 〕

A ヒトの免疫系には自然免疫と適応免疫（獲得免疫）がある。適応免疫の1つに、抗原が体内に侵入すると、それに特異的に反応する抗体が産生される体液性免疫がある。体液性免疫で産生される抗体は a 免疫グロブリン と呼ばれ、 本の L 鎖と 本の H 鎖からなる。L 鎖と H 鎖はポリペプチド鎖である。抗体は抗原と特異的に結合して b 抗原抗体複合体 をつくり、マクロファージの食作用などで処理される。

この抗体を利用して近年、がん細胞を排除する研究も進められている。マウスに、がん細胞に特異的なタンパク質を抗原として注射する。このマウスのひ臓から取り出した c 抗体産生にかかわるある細胞 を、無限に増殖する d 特殊な細胞 と融合させると、融合細胞ができる。この融合細胞の中から、がん細胞に特有のタンパク質に対する抗体を産生するものを選び、培養することでがん細胞に特異的に結合する抗体を大量に産生できるようになる。

問1 下線部 a について、L 鎖と H 鎖を繋ぐ結合として最も適当なものはどれか。

次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- | | | |
|----------|----------|------------|
| ① ギャップ結合 | ② 固定結合 | ③ ジスルフィド結合 |
| ④ 水素結合 | ⑤ ペプチド結合 | ⑥ 密着結合 |

問2 文中の **ア** ・ **イ** にあてはまる数の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑨のうちから一つ選べ。 **2**

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

問3 下線部 **b** について次のような実験を行った。無処理の抗体（図1）、酵素 X で切断した抗体（図2）、酵素 Y で切断した抗体（図3）を別々の容器に入れ、そこに抗体と特異的に結合する抗原とマクロファージを加えた。その後、抗原抗体複合体の有無とマクロファージによる食作用の強さを調べた。その結果を示したものが表1である。

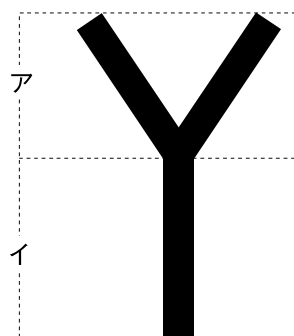


図1

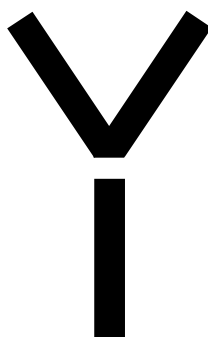


図2

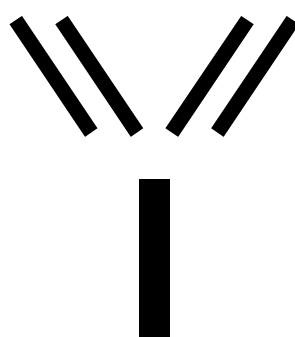


図3

表 1

処理	抗原抗体複合体の有無	マクロファージの食作用の強さ
無処理	有	++
酵素 X で処理	有	+
酵素 Y で処理	無	—

※食作用の強さは、抗原抗体複合体を取り込んだマクロファージの数で判定した。表中の「+」は食作用が見られたことを表し、「+」よりも「++」の方が抗原抗体複合体を取り込んだマクロファージの数が多い。また「—」はマクロファージの食作用がみられなかったことを示す。

次の記述 A～E のうち、この実験結果から導かれる考察として正しいものを過不足なく含むものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 3

- A 抗原と結合する部位は図 1 のアの部分である。
- B 抗原と結合する部位は図 1 のイの部分である。
- C マクロファージは、図 1 のアの部分で抗原抗体複合体に含まれているとき、食作用が抑制される。
- D マクロファージは、図 1 のイの部分で抗原抗体複合体に含まれているとき、食作用が最も促進される。
- E マクロファージは、抗原に完全な形の抗体が結合しているときのみ、食作用によって異物を排除する。

- ① A, C ② A, D ③ B, C ④ B, D
- ⑤ A, C, E ⑥ A, D, E ⑦ B, C, E ⑧ B, D, E

問4 下線部 c と d の示す細胞の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べなさい。 4

	下線部 c	下線部 d
①	T 細胞	好中球
②	T 細胞	がん細胞
③	T 細胞	NK 細胞
④	B 細胞	好中球
⑤	B 細胞	がん細胞
⑥	B 細胞	NK 細胞

問5 ヘルパー T 細胞の表面にあり，樹状細胞が提示した抗原を認識するタンパク質として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べなさい。

5

- | | | |
|--------|-------|-------|
| ① cAMP | ② GAP | ③ GTP |
| ④ MHC | ⑤ TCR | ⑥ TLR |

B A と B の 2 つのマウスの系統を用いて皮膚の移植実験を行った。系統 B のマウス (B マウス) の皮膚を系統 A のマウス (A マウス) へ移植したところ、移植片は 10 日ほどで e 脱落した。3 週間後、同じ A マウスに再度 B マウスの皮膚を移植すると、移植片は 5 日ほどで脱落した。なお、同系統のマウス間での移植では、免疫反応は生じないものとする。

問 6 B マウスの皮膚を A マウス (A マウス 1) に移植し、3 週間後に A マウス 1 のリンパ球を別の A マウス (A マウス 2) に注射した。A マウス 2 に B マウスの移植片を移植した場合、移植片はどうなるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。 6

- ① 移植片は 5 日ほどで脱落する。
- ② 移植片は 10 日ほどで脱落する。
- ③ 移植片は 20 日ほどで脱落する。
- ④ 移植片は脱落せずに定着する。

問 7 下線部 e のように、移植した組織が定着せずに脱落する反応を拒絶反応と呼ぶ。拒絶反応には細胞表面に存在するある抗原がかかわっている。この抗原の名称として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

7

- | | | |
|--------|-------|-------|
| ① cAMP | ② GAP | ③ GTP |
| ④ MHC | ⑤ TCR | ⑥ TLR |

(下 書 き 用 紙)

生物の試験問題は次に続く。

4 ヒトの眼と神経系に関する次の文（A～C）を読み、下の問1～7に答えなさい。

〔解答番号 1 ～ 11 〕

A ヒトの眼は直径 25 mm ほどの球形の器官である。眼に入った光は ア と イ で屈折し、 ウ を通って エ 上に像を結ぶ。 イ の前方には虹彩がある。虹彩は瞳孔と呼ばれる穴の空いた構造で、虹彩が伸縮することで穴の大きさが変化し眼に入る光の量を調節している。明るいときは オ が収縮することで瞳孔が収縮し、暗いときは カ が収縮することで瞳孔が拡大する。網膜には錐体細胞と桿体細胞と呼ばれる 2 種類の視細胞があり、これらが光を受容すると興奮が生じ、興奮は視神経を介して キ へと伝えられ、そこで視覚が生じる。

問1 文中の ア ～ エ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 1

	ア	イ	ウ	エ
①	角膜	ガラス体	水晶体	脈絡膜
②	角膜	ガラス体	水晶体	網膜
③	角膜	水晶体	ガラス体	脈絡膜
④	角膜	水晶体	ガラス体	網膜
⑤	強膜	ガラス体	水晶体	脈絡膜
⑥	強膜	ガラス体	水晶体	網膜
⑦	強膜	水晶体	ガラス体	脈絡膜
⑧	強膜	水晶体	ガラス体	網膜

問2 文中の **オ** ～ **キ** にあてはまる語句の組合せとして最も適切なものは
どれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 **2**

	オ	カ	キ
①	瞳孔括約筋	瞳孔散大筋	大脳
②	瞳孔括約筋	瞳孔散大筋	間脳
③	瞳孔括約筋	瞳孔散大筋	中脳
④	瞳孔括約筋	瞳孔散大筋	小脳
⑤	毛様筋	チン小帯	大脳
⑥	毛様筋	チン小帯	間脳
⑦	毛様筋	チン小帯	中脳
⑧	毛様筋	チン小帯	小脳

問3 図1はヒトの網膜における視細胞の分布を表したものである。実線と点線は2種類の視細胞（桿体細胞と錐体細胞）の分布を示す。また、ア・イのうちどちらかは黄斑の位置を示しており、A・Bのうちのどちらかの方向に鼻がある。錐体細胞を示すグラフ、黄斑の位置、鼻のある方向の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

3

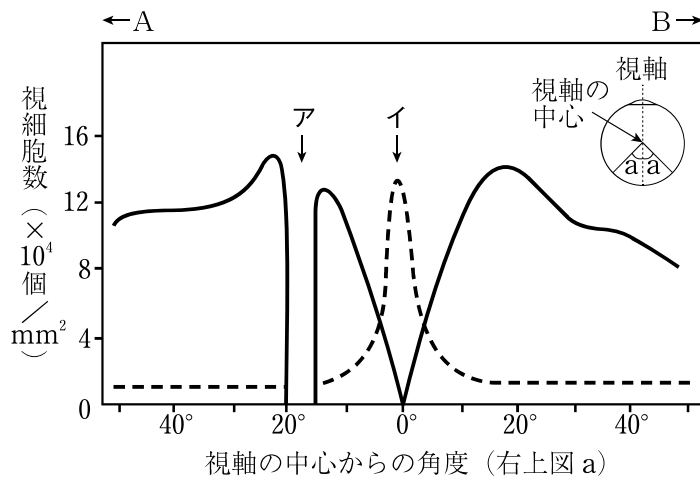


図1

	錐体細胞	黄斑の位置	鼻のある方向
①	実線のグラフ	ア	A
②	実線のグラフ	ア	B
③	実線のグラフ	イ	A
④	実線のグラフ	イ	B
⑤	点線のグラフ	ア	A
⑥	点線のグラフ	ア	B
⑦	点線のグラフ	イ	A
⑧	点線のグラフ	イ	B

B ヒトの中枢神経は a 脳と脊髄からなる。脳は大脳・小脳・脳幹の3つに大別でき、脳幹は間脳・中脳・橋・延髄からなる。ヒトは成長過程で中枢神経のそれぞれの発達状態に見合った時期に、適切な刺激を外部から与えられることによってシナプスの数が増える。これにより複雑な反応ができるようになる。外部からの刺激によって神経細胞に生じた興奮は、長く伸びた軸索によって隣接する神経細胞に伝えられる。b 1つの細胞内で興奮が伝わることを興奮の伝導、隣接する神経細胞へ興奮が伝わることを興奮の伝達と呼ぶ。

問4 下線部 a に関して、次の記述 A～C は、脳の部位ごとののはたらきについての記述である。記述 A～C ののはたらきに当てはまる脳の部位として最も適当なものはどれか。図2中の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。

A からだの平衡を制御し、筋肉運動の調節を行う中枢 4

B 眼球の運動や瞳孔の大きさを調節する中枢 5

C 体温、血糖値、摂食、睡眠などの調節にかかわる中枢 6

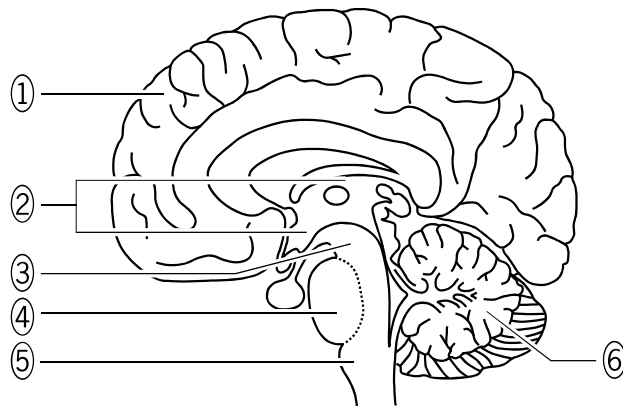


図2

問5 下線部 b について、興奮の伝導と伝達に関する次の記述 A～C の正誤の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選べなさい。

7

- A 興奮の伝導時に活動電流は、細胞内では静止部から興奮部へ、細胞外では興奮部から静止部へと細胞内外を逆向きに流れる。
- B 有髄神経では、ランビエ絞輪の位置でナトリウムイオンの細胞内への流入が起こることで興奮が伝導する。
- C 軸索末端から放出される神経伝達物質は、電位依存性チャネルを通してシナプス間隙に出る。

	A	B	C
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問6 神経に関する次の記述 A～C の正誤の組合せとして最も適当なものはどれか。

下の①～⑧のうちから一つ選べなさい。

8

A 興奮の伝導速度は有髄神経繊維の方が、同じ太さの無髄神経繊維よりも大きい。

B 興奮の伝導速度は神経繊維が太いほど大きい。

C 無脊椎動物の神経はすべて無髄神経である。

	A	B	C
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

C 神経細胞の興奮の伝達を調べる目的で次の実験1～3を行った。興奮性の神経細胞 A および抑制性の神経細胞 B の2つの神経細胞とシナプスを形成している神経細胞 X を適切な培養液（細胞外液）に浸し、図3のように基準電極を培養液に設置し記録電極を細胞内に差し込んだ。神経細胞 A および B に電気刺激を与えて神経細胞 X に生じる細胞内の電位変化を測定したところ、以下の結果が得られた。なお、神経細胞 A, B, X とも中枢神経から得られた細胞である。また、神経細胞 A, B からはそれぞれ神経伝達物質が放出され、シナプスでの興奮の伝達は神経伝達物質を介してのみ行われるものとする。

実験1 神経細胞 A の軸索に1回だけ電気刺激を与えると、神経細胞 X に活動電位は発生しなかった。

実験2 神経細胞 A の軸索に連続して2回の電気刺激を与えると、神経細胞 X に活動電位が発生した。

実験3 神経細胞 B の軸索に1回の電気刺激を与えた直後に、神経細胞 A の軸索に実験2と同じ電気刺激を与えると、神経細胞 X に活動電位は発生しなかった。

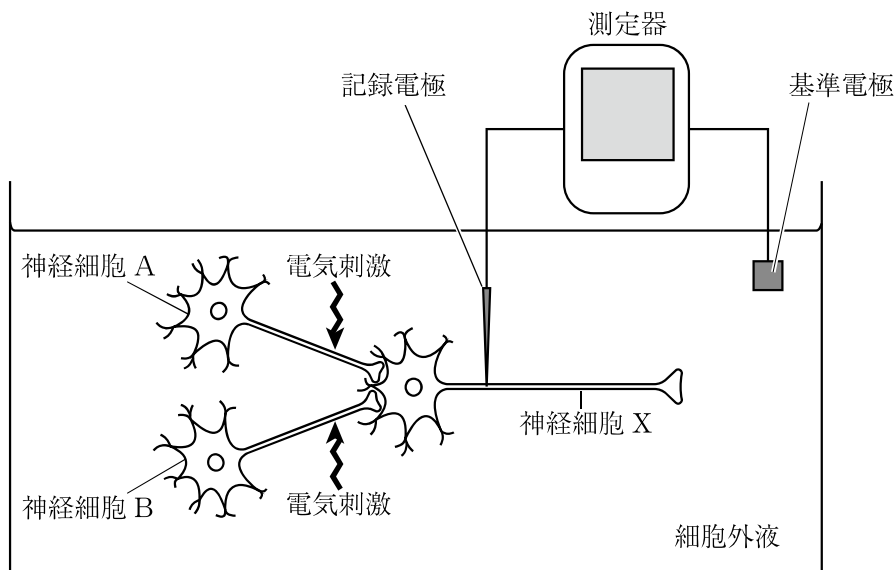


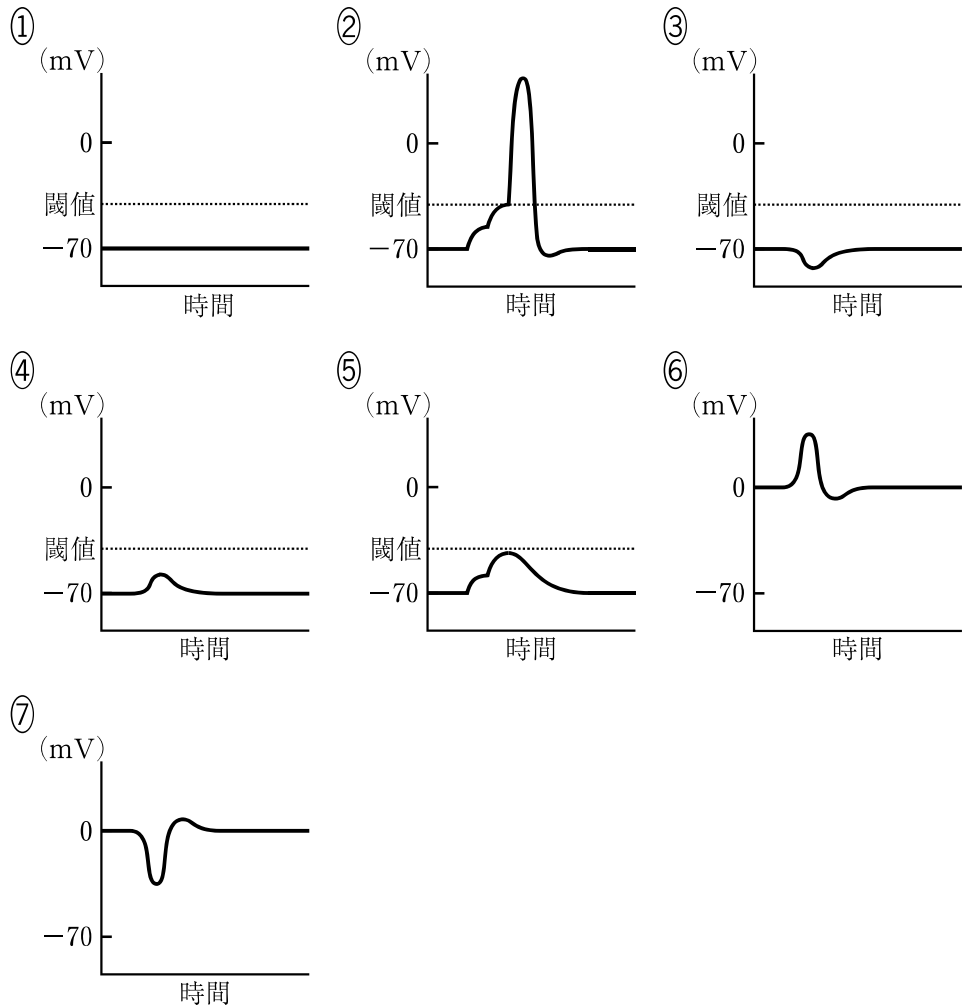
図 3

問7 実験1～3の一部の条件を変えて次の実験A～Cを行った。それぞれの実験結果について得られるグラフとして最も適当なものはどれか。下の①～⑦のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。なお、同じ選択肢を複数回選んでもよい。

実験A カルシウムイオンを含まない培養液で、実験2と同じ刺激を同じ軸索に与えた。 9

実験B 塩化物イオンを含まない培養液で、実験3と同じ刺激を同じ軸索に与えた。 10

実験C グルタミン酸受容体のはたらきを阻害する薬剤を添加した培養液で、実験3と同じ刺激を同じ軸索に与えた。 11



- 5 被子植物の発芽と花芽形成に関する次の文（A・B）を読み、下の問1～6に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 7〕

A 多くの種子では成熟後に休眠と呼ばれる状態に入り、生育に適当な時期を待つ。

休眠の解除は、吸水に加えて、光が当たったり、一定期間低温にさらされたりすることなどが刺激となって起こる。オオムギの種子の場合、休眠が解除されると、

ア で合成されたジベレリンにより糊粉層の細胞から イ が分泌される。

イ により種子が蓄えていたデンプンが ウ に分解され、次いでグルコースへと分解されて栄養分となる。

光によって発芽が促進される光発芽種子では、フィトクロムによって光環境が感知される。フィトクロムには不活性型の Pr と活性型の Pfr の2種類があり、Pr 型は赤色光を吸収すると Pfr 型に、Pfr 型は遠赤色光を吸収すると Pr 型に変換される。活性化したフィトクロムは、発芽を促進する植物ホルモンであるジベレリンの合成を促進する。

- 問1 文中の ア ～ ウ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 1

	ア	イ	ウ
①	胚	アミラーゼ	スクロース
②	胚	アミラーゼ	マルトース
③	胚	マルターゼ	スクロース
④	胚	マルターゼ	マルトース
⑤	胚乳	アミラーゼ	スクロース
⑥	胚乳	アミラーゼ	マルトース
⑦	胚乳	マルターゼ	スクロース
⑧	胚乳	マルターゼ	マルトース

問2 光発芽種子とフィトクロムに関する次の記述 A～C の正誤の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

2

- A 遠赤色光は発芽を抑制する。
B 遠赤色光による発芽への効果は、赤色光によって打ち消される。
C Pr 型はジベレリン合成を抑制する遺伝子の転写を抑制する。

	A	B	C
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問3 光の波長とフィトクロムの吸光度との関係を図1に、植物の葉における光の波長と光の透過率および吸収率との関係を図2に示す。図1、図2をもとに光発芽種子について考察した次の文中の **工** ～ **力** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

3

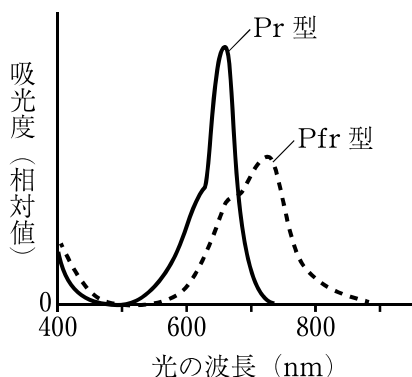


図1

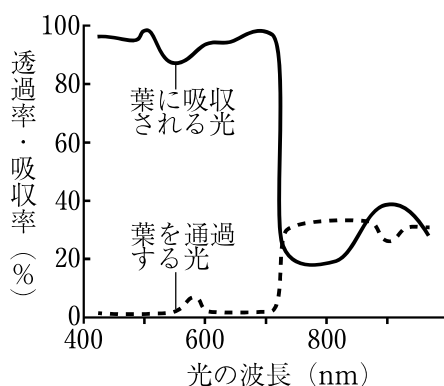


図2

クロロフィルは **工** をよく吸収するため、赤色光と比べて遠赤色光の割合が高い光が当たるということは、他の植物によって光がさえぎられて **オ** ことを意味する。光発芽種子は、貯蔵している栄養分が暗発芽種子と比べて **力** ため、赤色光と遠赤色光の割合を感知することで生育に適さない光環境では発芽しないようになっている。

- | | 工 | オ | 力 |
|---|------|-----|-----|
| ① | 遠赤色光 | いない | 多い |
| ② | 遠赤色光 | いない | 少ない |
| ③ | 遠赤色光 | いる | 多い |
| ④ | 遠赤色光 | いる | 少ない |
| ⑤ | 赤色光 | いない | 多い |
| ⑥ | 赤色光 | いない | 少ない |
| ⑦ | 赤色光 | いる | 多い |
| ⑧ | 赤色光 | いる | 少ない |

B 季節に応じて花をつける植物は、日長を感知して花芽を形成する。日長が一定以上になると花芽を形成する植物を長日植物、一定以下になると花芽を形成する植物を短日植物という。実際にはこれらの植物の花芽形成に重要なのは、明るい時間（明期）の長短ではなく、連続した暗い時間（暗期）の長さである。花芽形成の有無の境目となる連続暗期の長さを限界暗期という。

日長は、おもに **キ** において、光受容体である **ク** によって感知され、その情報が茎頂分裂組織に伝わり花芽形成が起こる。花芽形成の情報伝達物質はフロリゲンと呼ばれ、2000 年ごろまではその実体は不明であったが、近年では **ケ** であることが明らかになっている。

問4 文中の **キ** ～ **ケ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 **4**

	キ	ク	ケ
①	茎	フィトクロム	タンパク質
②	茎	フィトクロム	低分子の有機化合物
③	茎	フォトリロピン	タンパク質
④	茎	フォトリロピン	低分子の有機化合物
⑤	葉	フィトクロム	タンパク質
⑥	葉	フィトクロム	低分子の有機化合物
⑦	葉	フォトリロピン	タンパク質
⑧	葉	フォトリロピン	低分子の有機化合物

問5 限界暗期が11時間の長日植物A、および限界暗期が11時間の短日植物Bを用いて、図3のようにさまざまな一日の明暗サイクルA～Fの下で育てた場合、花芽が形成される明暗条件の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑥の中からそれぞれ一つずつ選べなさい。

長日植物A 短日植物B

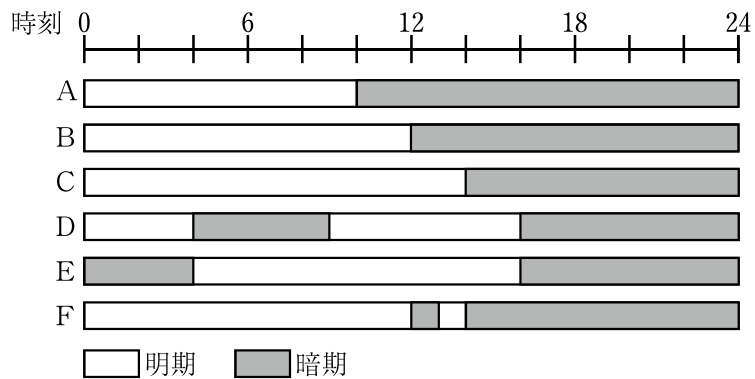


図3

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| ① A, B, E | ② A, B, F | ③ A, D, F |
| ④ B, C, E | ⑤ C, D, F | ⑥ C, E, F |

問6 ある植物 X と植物 Y について、1 日の明期時間と開花までの日数の関係調べたところ、図 4 のようになった。植物 X と植物 Y に関する記述として最も適当なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 7

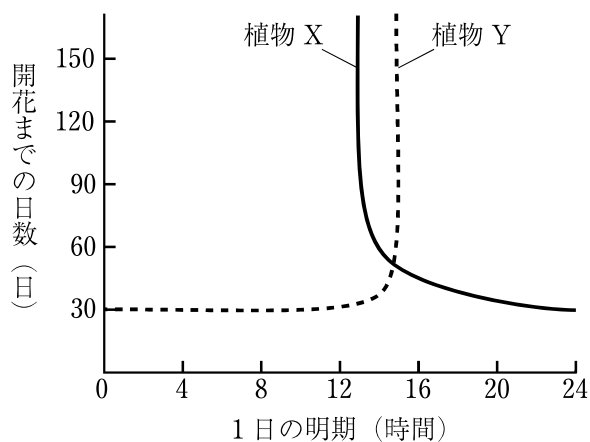


図 4

- ① 植物 X は短日植物で、限界暗期は 11 時間である。
- ② 植物 X は短日植物で、限界暗期は 13 時間である。
- ③ 植物 X は長日植物で、限界暗期は 13 時間である。
- ④ 植物 Y は短日植物で、限界暗期は 9 時間である。
- ⑤ 植物 Y は長日植物で、限界暗期は 9 時間である。
- ⑥ 植物 Y は長日植物で、限界暗期は 15 時間である。