

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、分母につけとはならない。

[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) 次の条件によって定められる数列 $\{a_n\}$ がある。

$$a_1 = 6, \quad a_{n+1} = \sqrt{a_n^2 + 8} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

数列 $\{a_n\}$ の一般項は $a_n = \boxed{\text{ア}} \sqrt{\boxed{\text{イ}} n + \boxed{\text{ウ}}}$ と表される。自然数となる a_n のうち 4 番目に小さい自然数は $\boxed{\text{エオ}}$ である。

(2) a を実数の定数とし, x の 3 次方程式 $x^3 + 4x^2 + ax + 100 = 0$ が純虚数を解にもつとする。 $a = \boxed{\text{カキ}}$ であり, この方程式の実数解は $\boxed{\text{クケ}}$ である。

(3) 10 人の試験の得点データがある。各人の得点は 0 点以上 10 点以下の整数である。

(i) 10 人全員の得点が異なっている場合, 10 人の平均点のとりうる値の最大値は $\boxed{\text{コ}} . \boxed{\text{サ}}$ 点であり, 最小値は $\boxed{\text{シ}} . \boxed{\text{ス}}$ 点である。

(ii) 10 人の平均点が 8 点, 分散が 0.2 の場合, 8 点の得点をとった人数は $\boxed{\text{セ}}$ 人である。

(iii) 10 人の平均点が 8 点の場合, 分散のとりうる値の最大値は $\boxed{\text{ソタ}}$ である。

(iv) 10 人の平均点が 8 点, 中央値が 7 点の場合, 8 点の得点をとった人数を M 人とするとき, M のとりうる値の最大値は $\boxed{\text{チ}}$ である。

(計 算 用 紙)

II p, q, r を定数とし, $f(x) = x^3 + px^2 + qx + r$ とする。座標平面において,

曲線 $C : y = f(x)$ は点 $(0, 0), (1, 0), (-1, 0)$ を通る。

(1) $p = \boxed{\text{ア}}, q = \boxed{\text{イウ}}, r = \boxed{\text{エ}}$ である。

(2) 曲線 C の接線のうち, 傾きが 0 となる接線の総数は $\boxed{\text{オ}}$ であり, その

接点の x 座標のうち正であるものの値は $\frac{\sqrt{\boxed{\text{カ}}}}{\boxed{\text{キ}}}$ である。

(3) 曲線 C と $x \geq 0$ の範囲で接する傾き 2 の直線を l とし, その接点を A とする。点 A の座標は $(\boxed{\text{ク}}, \boxed{\text{ケ}})$ であり, l の切片は $\boxed{\text{コサ}}$ である。 l と C の共有点のうち A とは異なる点の y 座標は $\boxed{\text{シス}}$ であり, l と C で

囲まれた部分の面積は $\frac{\boxed{\text{セソ}}}{\boxed{\text{タ}}}$ である。

(4) m, n を定数とし, $g(x) = x^3 + \frac{1}{4}x^2 + mx + n$ とする。

(i) 曲線 $y = g(x)$ が曲線 C と共有点をもつための条件は

$$n \leq m^2 + \boxed{\text{チ}} m + \boxed{\text{ツ}}$$

である。

(ii) 曲線 C と曲線 $y = g(x)$ がただ 1 つの共有点をもつとする。ただし $m \neq -1$ とする。これら 2 つの曲線と y 軸とで囲まれた部分の面積が 18 となる m の値は 2 つあり, 小さい順に $\boxed{\text{テト}}, \boxed{\text{ナ}}$ である。

(計 算 用 紙)

III 平面上に $\triangle OAB$ があり, $OA = \sqrt{5}$, $OB = \sqrt{3}$, $AB = 2$ である。線分 AB の中点 M を中心とする半径 1 の円 C が辺 OA と交わる点を D , 辺 OB と交わる点を E とし, $\triangle OAB$ の垂心を F とする。

(1) \vec{OA} と \vec{OB} の内積は $\vec{OA} \cdot \vec{OB} = \boxed{\text{ア}}$ であり, $|\vec{OM}| = \sqrt{\boxed{\text{イ}}}$ である。また, $\triangle OAB$ の面積は $\frac{\sqrt{\boxed{\text{ウエ}}}}{\boxed{\text{オ}}}$ である。

(2) $\vec{OD} = \frac{\boxed{\text{カ}}}{\boxed{\text{キ}}} \vec{OA}$, $\vec{OE} = \frac{\boxed{\text{ク}}}{\boxed{\text{ケ}}} \vec{OB}$ である。

(3) $\vec{OF} = \frac{\boxed{\text{コ}} \vec{OA} + \boxed{\text{サ}} \vec{OB}}{\boxed{\text{シス}}}$ である。

(4) 直線 OM が円 C と交わる点のうち, $\triangle OAB$ の内部にある点を P とすると,

$$\vec{OP} = \frac{\boxed{\text{セ}} - \sqrt{\boxed{\text{ソ}}}}{\boxed{\text{タ}}} \vec{OM}$$

である。

(5) 直線 OF が円 C と交わる点のうち, $\triangle OAB$ の内部にある点を Q とすると,

$$\vec{OQ} = \frac{\boxed{\text{チツ}} - \sqrt{\boxed{\text{テト}}}}{\boxed{\text{ナ}}} \vec{OF}$$

である。

(計 算 用 紙)

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、分母につけとはならない。

[例] **ウエ** 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) 次の条件によって定められる数列 $\{a_n\}$ がある。

$$a_1 = 6, \quad a_{n+1} = \sqrt{a_n^2 + 8} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

数列 $\{a_n\}$ の一般項は $a_n = \boxed{\text{ア}} \sqrt{\boxed{\text{イ}} n + \boxed{\text{ウ}}}$ と表される。自然数となる a_n のうち 4 番目に小さい自然数は $\boxed{\text{エオ}}$ である。

(2) a を実数の定数とし, x の 3 次方程式 $x^3 + 4x^2 + ax + 100 = 0$ が純虚数を解にもつとする。 $a = \boxed{\text{カキ}}$ であり, この方程式の実数解は $\boxed{\text{クケ}}$ である。

(3) 10 人の試験の得点データがある。各人の得点は 0 点以上 10 点以下の整数である。

(i) 10 人全員の得点が異なっている場合, 10 人の平均点のとりうる値の最大値は $\boxed{\text{コ}} . \boxed{\text{サ}}$ 点であり, 最小値は $\boxed{\text{シ}} . \boxed{\text{ス}}$ 点である。

(ii) 10 人の平均点が 8 点, 分散が 0.2 の場合, 8 点の得点をとった人数は $\boxed{\text{セ}}$ 人である。

(iii) 10 人の平均点が 8 点の場合, 分散のとりうる値の最大値は $\boxed{\text{ソタ}}$ である。

(iv) 10 人の平均点が 8 点, 中央値が 7 点の場合, 8 点の得点をとった人数を M 人とするとき, M のとりうる値の最大値は $\boxed{\text{チ}}$ である。

(計 算 用 紙)

II p, q, r を定数とし, $f(x) = x^3 + px^2 + qx + r$ とする。座標平面において,

曲線 $C : y = f(x)$ は点 $(0, 0), (1, 0), (-1, 0)$ を通る。

(1) $p = \boxed{\text{ア}}, q = \boxed{\text{イウ}}, r = \boxed{\text{エ}}$ である。

(2) 曲線 C の接線のうち, 傾きが 0 となる接線の総数は $\boxed{\text{オ}}$ であり, その

接点の x 座標のうち正であるものの値は $\frac{\sqrt{\boxed{\text{カ}}}}{\boxed{\text{キ}}}$ である。

(3) 曲線 C と $x \geq 0$ の範囲で接する傾き 2 の直線を l とし, その接点を A とする。点 A の座標は $(\boxed{\text{ク}}, \boxed{\text{ケ}})$ であり, l の切片は $\boxed{\text{コサ}}$ である。 l と C の共有点のうち A とは異なる点の y 座標は $\boxed{\text{シス}}$ であり, l と C で

囲まれた部分の面積は $\frac{\boxed{\text{セソ}}}{\boxed{\text{タ}}}$ である。

(4) m, n を定数とし, $g(x) = x^3 + \frac{1}{4}x^2 + mx + n$ とする。

(i) 曲線 $y = g(x)$ が曲線 C と共有点をもつための条件は

$$n \leq m^2 + \boxed{\text{チ}} m + \boxed{\text{ツ}}$$

である。

(ii) 曲線 C と曲線 $y = g(x)$ がただ 1 つの共有点をもつとする。ただし $m \neq -1$ とする。これら 2 つの曲線と y 軸とで囲まれた部分の面積が 18 となる m の値は 2 つあり, 小さい順に $\boxed{\text{テト}}, \boxed{\text{ナ}}$ である。

(計 算 用 紙)

III i を虚数単位とする。複素数 z が極形式 $z = \cos \theta + i \sin \theta$, $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ で表されるとき, 原点を O とする複素数平面上で, z を表す点を A , z^3 を表す点を B , \bar{z} を表す点を C とする。

(1) 線分 OA の中点と線分 BC の中点が一致するとき, $\cos \theta = \frac{\sqrt{\boxed{\text{ア}}}}{\boxed{\text{イ}}}$ である。

(2) 線分 OA と線分 BC が交点を持ち, その交点が線分 OA を $1:2$ に内分する

とき, $\cos \theta = \frac{\sqrt{\boxed{\text{ウ}}}}{\boxed{\text{エ}}}$ である。

(3) $\triangle ABC$ の重心を表す複素数の虚部を b とする。 b が最大値をとるのは,

$\cos \theta = \frac{\sqrt{\boxed{\text{オ}}}}{\boxed{\text{カ}}}$ のときである。 b が負の値をとるとき, $\cos \theta$ のとりうる値の範囲は

$$0 < \cos \theta < \frac{\boxed{\text{キ}}}{\boxed{\text{ク}}}$$

である。

(4) $AB = 2BC$ となるのは, $\cos \theta = \frac{\boxed{\text{ケ}}}{\boxed{\text{コ}}}$ のときである。

(5) $\triangle ABC$ の面積は $\theta = \frac{\boxed{\text{サ}}}{\boxed{\text{シ}}} \pi$ のとき最大値 $\frac{\boxed{\text{ス}}}{\boxed{\text{ソ}}} \sqrt{\boxed{\text{セ}}}$ をとる。

(計 算 用 紙)

物 理

(解答番号 ~)

以下の から に最もよくあてはまる答えを各解答群から 1 つ選び、解答用紙 (マークシート) にマークせよ。ただし、同じ番号を繰り返して用いてよい。数値を選ぶ場合は最も近い値を選ぶものとする。

- I 図 1 のように、一辺の長さが $4l$ で水平面と角 θ をなす 2 つのなめらかな斜面からなる三角形の台がある。台の上に、長さ $4l$ の軽い糸で結ばれた質量 M の小球 A と質量 m の小球 B を、頂点をまたいで水平面から同じ高さの位置に置く。小球 B の置いてある斜面に沿って、小球 B の位置を原点 O として斜面を降りる向きに x 軸をとる。小球 B のある斜面の下端の $x=2l$ の位置にはストッパー D がついている。重力加速度の大きさを g とする。以下の運動において、小球は常に斜面に接しているものとする。

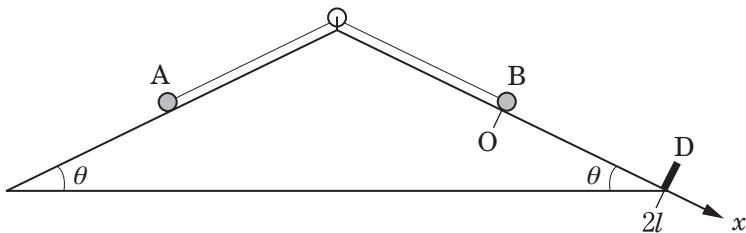


図 1

- (1) 図1の状態で静かに手をはなすと、小球Aは斜面を滑り降り始めた。手をはなした直後的小球Aの加速度の大きさを a とすると、 $a = \boxed{1}$ であり、物体AとBを結ぶ糸の張力の大きさを T とすると、 $T = \boxed{2}$ である。

1 の解答群

- ① $\frac{m}{M+m} g \sin \theta$ ② $\frac{m}{M+m} g \cos \theta$ ③ $\frac{M}{M+m} g \sin \theta$
④ $\frac{M}{M+m} g \cos \theta$ ⑤ $\frac{M-m}{M+m} g \sin \theta$ ⑥ $\frac{M-m}{M+m} g \cos \theta$
⑦ $\frac{M+m}{M-m} g \sin \theta$ ⑧ $\frac{M+m}{M-m} g \cos \theta$

2 の解答群

- ① $\frac{Mm}{M+m} g \sin \theta$ ② $\frac{Mm}{M+m} g \cos \theta$ ③ $\frac{2Mm}{M+m} g \sin \theta$
④ $\frac{2Mm}{M+m} g \cos \theta$ ⑤ $\frac{m(M-m)}{M+m} g \sin \theta$ ⑥ $\frac{m(M-m)}{M+m} g \cos \theta$
⑦ $\frac{M(M+m)}{M-m} g \sin \theta$ ⑧ $\frac{M(M+m)}{M-m} g \cos \theta$

(2) 小球AとBを図1の状態に戻し、小球Bに図2のように長さ l の軽い糸で質量 M の小球Cをつなげた。時刻 $t=0$ に静かに手をはなすと、小球BとCは斜面を滑り降り始め、小球Aは斜面を登り始めた。手をはなした直後の小球A, B, およびCの加速度の大きさを a_1 、小球AとBをつなぐ糸にはたらく張力の大きさを T_1 、小球BとCをつなぐ糸にはたらく張力の大きさを T_2 とすると、それぞれ $a_1 = \boxed{3}$ 、
 $T_1 = \boxed{4}$ 、 $T_2 = \boxed{5}$ である。

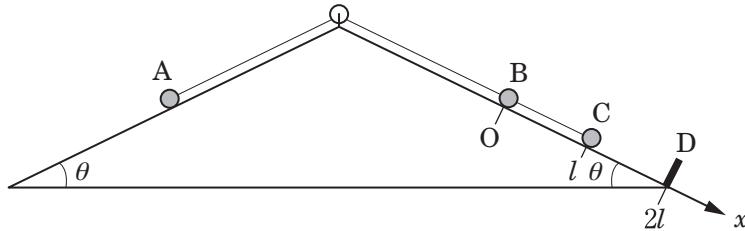


図2

3 の解答群

- | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| ① $\frac{m}{2M} g \sin \theta$ | ② $\frac{m}{2M} g \cos \theta$ | ③ $\frac{2M}{m} g \sin \theta$ |
| ④ $\frac{2M}{m} g \cos \theta$ | ⑤ $\frac{m}{2M+m} g \sin \theta$ | ⑥ $\frac{m}{2M+m} g \cos \theta$ |
| ⑦ $\frac{M}{2M+m} g \sin \theta$ | ⑧ $\frac{M}{2M+m} g \cos \theta$ | |

4 と 5 の解答群

- | | | |
|--|--|--|
| ① $\frac{m^2}{2M} g \sin \theta$ | ② $\frac{m^2}{2M} g \cos \theta$ | ③ $\frac{2M^2}{m} g \sin \theta$ |
| ④ $\frac{2M^2}{m} g \cos \theta$ | ⑤ $\frac{2m(M+m)}{2M+m} g \sin \theta$ | ⑥ $\frac{2m(M+m)}{2M+m} g \cos \theta$ |
| ⑦ $\frac{2M(M+m)}{2M+m} g \sin \theta$ | ⑧ $\frac{2M(M+m)}{2M+m} g \cos \theta$ | ⑨ $\frac{2M^2}{2M+m} g \sin \theta$ |
| ⑩ $\frac{2M^2}{2M+m} g \cos \theta$ | ⑪ $\frac{Mm}{2M+m} g \sin \theta$ | ⑫ $\frac{Mm}{2M+m} g \cos \theta$ |

その後、小球 C はストッパー D と完全非弾性衝突をして時刻 t_1 で止まった。この時刻 t_1 は 6 である。また、小球 C がストッパー D と衝突する直前の速さ v_1 は 7 である。

一方、小球 B はしばらく下降し、時刻 t_2 で一瞬静止し、その後斜面を登り始めた。時刻 t_2 を、 t_1 , a_1 , および(1)で求めた a を用いて表すと、 $t_2 = \boxed{8} \times t_1$ である。ただし、小球 B の時刻 t_1 直後の速さは v_1 であった。

小球 B が斜面を登り、再び $x=l$ の位置に到達した時刻を t_3 とする。時刻 $t=0$ から $t=t_3$ までの小球 B の速度の様子を表すグラフは 9、加速度の様子を表すグラフは 10 である。ただし、速度と加速度の正の向きは、 x 軸正の向きとする。また、解答群のグラフの縦軸は速度または加速度を表すものとする。

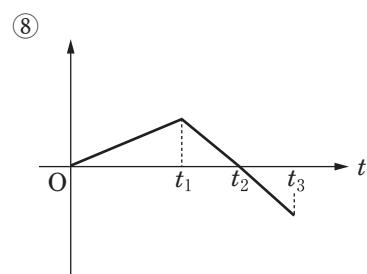
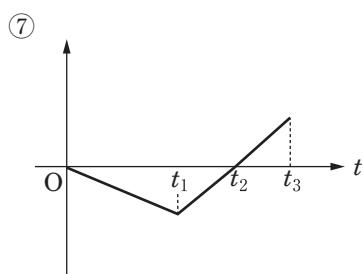
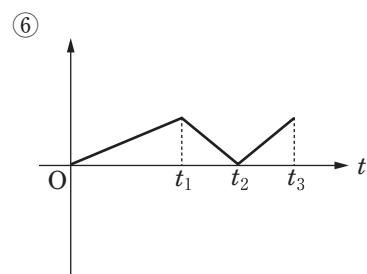
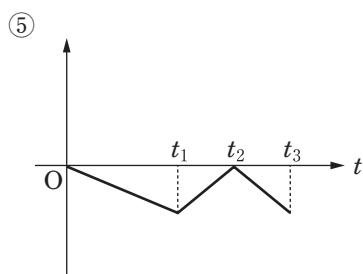
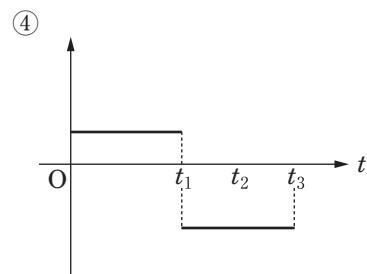
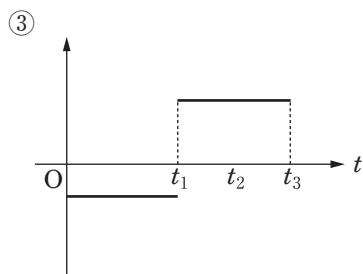
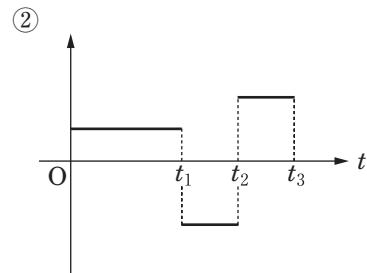
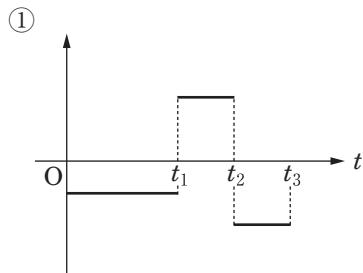
6 と 7 の解答群

- | | | | |
|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ① $\sqrt{\frac{l}{2a_1}}$ | ② $\sqrt{\frac{l}{a_1}}$ | ③ $\sqrt{\frac{2l}{a_1}}$ | ④ $\sqrt{\frac{a_1}{2l}}$ |
| ⑤ $\sqrt{\frac{2a_1}{l}}$ | ⑥ $\frac{1}{2}\sqrt{la_1}$ | ⑦ $\sqrt{\frac{la_1}{2}}$ | ⑧ $\sqrt{la_1}$ |
| ⑨ $\sqrt{2la_1}$ | | | |

8 の解答群

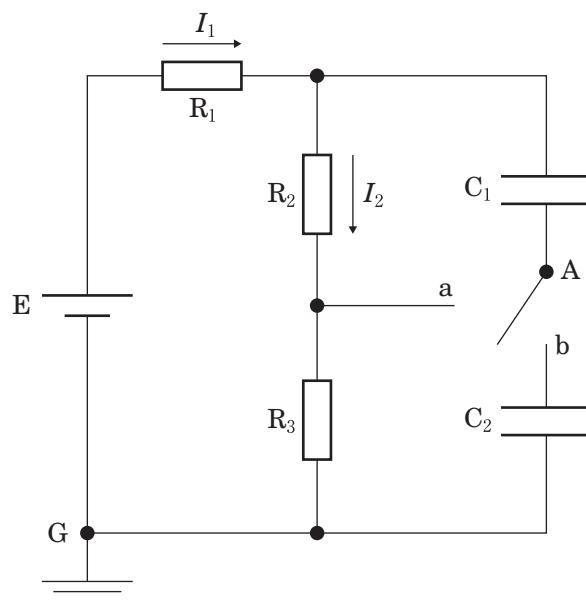
- | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ① $\frac{a_1}{2a}$ | ② $\frac{a_1}{a}$ | ③ $\frac{2a_1}{a}$ | ④ $\frac{a}{2a_1}$ |
| ⑤ $\frac{a}{a_1}$ | ⑥ $\frac{2a}{a_1}$ | ⑦ $\left(1 + \frac{a_1}{2a}\right)$ | ⑧ $\left(1 + \frac{a_1}{a}\right)$ |
| ⑨ $\left(1 + \frac{2a_1}{a}\right)$ | ⑩ $\left(1 + \frac{a}{2a_1}\right)$ | ⑪ $\left(1 + \frac{a}{a_1}\right)$ | ⑫ $\left(1 + \frac{2a}{a_1}\right)$ |

9 と 10 の解答群



(大問Ⅱは次ページから始まる)

II 電池 E , 抵抗 R_1 , R_2 , R_3 , コンデンサー C_1 , C_2 および切り替えスイッチを図のように接続した回路がある。電池の起電力は V_0 [V] で内部抵抗は無視できるものとする。抵抗 R_1 , R_2 , R_3 の抵抗値はどれも R [Ω] とし, コンデンサー C_1 , C_2 の電気容量はどちらも C [F] とする。はじめの状態では, 切り替えスイッチはどこにも接続されておらず, いずれのコンデンサーにも電荷は蓄えられていなかった。また, 接地点 G の電位は 0 とする。以下, 抵抗 R_1 と R_2 を流れる電流の大きさをそれぞれ I_1 [A], I_2 [A] と記す。



まず, 切り替えスイッチを a 側に接続する。その直後に抵抗 R_1 と R_2 を流れる電流の大きさはそれぞれ

$$I_1 = \boxed{11} \times \frac{V_0}{R}, \quad I_2 = \boxed{12} \times \frac{V_0}{R}$$

である。十分時間がたったとき, コンデンサー C_1 に蓄えられている電気量は $\boxed{13} \times CV_0$ [C] である。

次に, 切り替えスイッチを b 側に接続する。十分時間がたったとき, コンデンサー C_1 に蓄えられている電気量は $\boxed{14} \times CV_0$ [C], コンデンサー C_2 に蓄えられている電気量は $\boxed{15} \times CV_0$ [C] である。

その後、切り替えスイッチをふたたび a 側に接続する。その直後に抵抗 R_1 と R_2 を流れる電流の大きさはそれぞれ

$$I_1 = \boxed{16} \times \frac{V_0}{R}, \quad I_2 = \boxed{17} \times \frac{V_0}{R}$$

である。十分時間がたったとき、コンデンサー C_1 に蓄えられている電気量は $\boxed{18} \times CV_0$ [C] である。

次に、切り替えスイッチをふたたび b 側に接続する。十分時間がたったとき、コンデンサー C_1 に蓄えられている電気量は $\boxed{19} \times CV_0$ [C]、コンデンサー C_2 に蓄えられている電気量は $\boxed{20} \times CV_0$ [C] である。

このように、切り替えスイッチを a 側、b 側の順で交互に接続する。スイッチの切り替えは、十分に時間がたった後におこなうものとする。交互の接続を繰り返したとき、コンデンサー C_1 と C_2 に蓄えられている電気量はそれぞれ一定値に近づいた。このとき、点 A の電位は $\boxed{21} \times V_0$ [V] に近づく。この電位は、各コンデンサーに電荷がないはじめの状態から、切り替えスイッチを b 側に接続して十分時間がたったときの点 A の電位に等しい。

$\boxed{11} \sim \boxed{21}$ の解答群

- | | | | | |
|------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| ① 0 | ② $\frac{1}{12}$ | ③ $\frac{1}{6}$ | ④ $\frac{1}{4}$ | ⑤ $\frac{1}{3}$ |
| ⑥ $\frac{5}{12}$ | ⑦ $\frac{1}{2}$ | ⑧ $\frac{7}{12}$ | ⑨ $\frac{2}{3}$ | ⑩ $\frac{3}{4}$ |
| ⑪ $\frac{5}{6}$ | ⑫ $\frac{11}{12}$ | ⑬ 1 | | |

III　図1のように、2枚の凸レンズ L_1 と L_2 を同一光軸上に配置し、光軸に垂直に高さ h [m] の物体 PQ とスクリーン S_1 を置いたところ、スクリーン S_1 上に物体 PQ の拡大された鮮明な像が結ばれた。以下では、レンズの厚さは無視できるものとする。

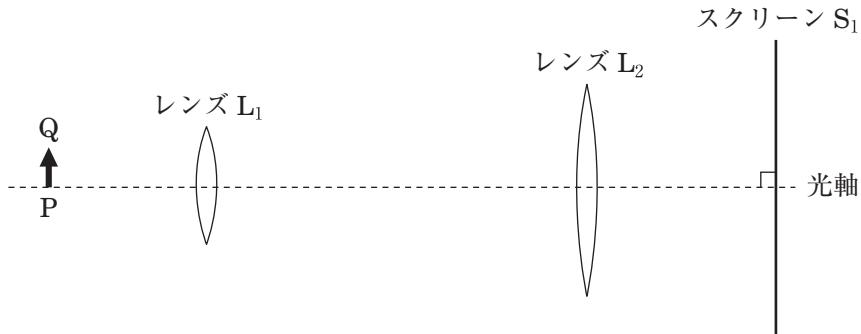


図1

(1) 2枚の凸レンズによって像が拡大される仕組みを考えるために、まず物体に近いレンズ L_1 による像を見ることを試みた。このために、図2のように、レンズ L_1 と L_2 の間にスクリーン S_2 を置いて調節したところ、レンズ L_1 から距離 l [m] 離れた位置でスクリーン S_2 上に物体 PQ の鮮明な像が映った。物体 PQ とレンズ L_1 の距離は a [m]、レンズ L_1 の焦点距離は f_1 [m]、ただし、 $f_1 < a < l$ である。そのとき、スクリーン S_2 に映る物体 PQ の像は 22 であり、その高さは 23 $\times h$ [m] である。また、 l を f_1 と a を用いて表すと、 $l = \boxed{24}$ [m] となる。

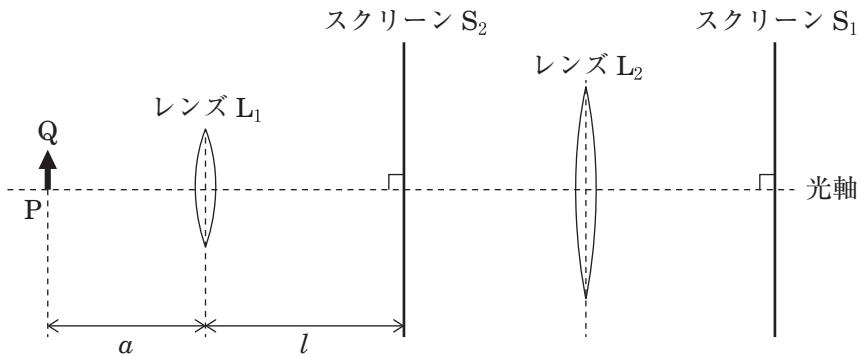


図 2

22 の解答群

- ① 正立実像 ② 正立虚像 ③ 倒立実像 ④ 倒立虚像

23 の解答群

- ① $\frac{a}{l}$ ② $\frac{l}{a}$ ③ $\frac{f_1}{a}$ ④ $\frac{a}{f_1}$ ⑤ $\frac{l}{f_1}$ ⑥ $\frac{f_1}{l}$

24 の解答群

- ① $a + f_1$ ② $a - f_1$ ③ $\sqrt{af_1}$ ④ $\frac{af_1}{a + f_1}$ ⑤ $\frac{af_1}{a - f_1}$

(2) 次に、図3のように、スクリーン S_2 を取り去り元に戻すと、スクリーン S_1 上の像は、高さが 23 $\times h$ [m] の N 倍 ($N > 1$) であった。これは、(1)で見られたレンズ L_1 による像が、レンズ L_2 によってスクリーン S_1 上に拡大されたものである。このとき、レンズ L_1 とレンズ L_2 の距離を測ると d [m] であったとすると、レンズ L_2 とスクリーン S_1 の間の距離 w は 25 [m]、レンズ L_2 の焦点距離 f_2 は 26 [m] と表される。また、この状態でレンズ L_1 の上半分を黒い紙で隠すと、スクリーン S_1 上の物体 PQ の像は 27。

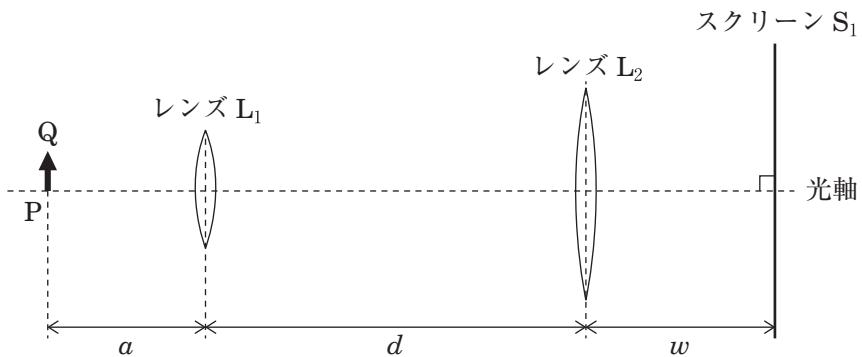


図3

25 と 26 の解答群

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① $N(d-l)$ | ② $(N+1)(d-l)$ | ③ $(N-1)(d-l)$ |
| ④ $N(l-a)$ | ⑤ $(N+1)(l-a)$ | ⑥ $(N-1)(l-a)$ |
| ⑦ $\frac{N}{N+1}(d-l)$ | ⑧ $\frac{N+1}{N}(d-l)$ | ⑨ $\frac{N}{N-1}(d-l)$ |
| ⑩ $\frac{N}{N+1}(l-a)$ | ⑪ $\frac{N+1}{N}(l-a)$ | ⑫ $\frac{N}{N-1}(l-a)$ |

27 の解答群

- | | |
|------------------|------------------|
| ① P 側半分が見えなくなる | ② Q 側半分が見えなくなる |
| ③ 明るくなる | ④ 暗くなる |

化 学

(解答番号 1 ~ 39)

I 以下の文章を読み、空欄 1 ~ 13 にあてはまる最も適切なものを、それぞれの解答群から一つ選び、解答欄にマークせよ。

ある原子の原子核に含まれる 1 の数と 2 の数の和を、その原子の質量数という。同じ元素の原子でも、2 の数が異なる場合があり、質量数の異なるこれらの原子を、互いにその元素の 3 という。たとえば、水素という元素には、質量数が 1 の水素のほかに、質量数が 2 の 4 や、放射性をもつ質量数が 3 の 5 がある。

天然の元素には、3 が複数あるものが多い。地球上では 3 の存在比は元素ごとにはほぼ一定である。存在比を考慮した 6 の平均値を、その元素の原子量という。塩素には、6 が 35.0 の ^{35}Cl と 37.0 の ^{37}Cl があり、塩素の原子量は 35.5 である。これより、 ^{37}Cl の存在比は 7 % である。

ハロゲン化水素 HX ($\text{X}=\text{F, Cl, Br, I}$) は、水によく溶けて酸の性質を示す。ハロゲン化水素の水溶液は、8 の水溶液を除き、すべて強酸である。8 の水溶液は 9 を溶かす性質をもち、半導体表面の洗浄に利用される。

市販の濃塩酸の質量パーセント濃度は 35.0 %、密度は 1.18 g/mL である。また、 HCl のモル質量は 36.5 g/mol である。次の設問(1)~(4)に答えよ。

- (1) 濃塩酸 100 g の体積は、10 mL である。
- (2) 濃塩酸 100 g に含まれる HCl の物質量は、11 mol である。
- (3) 濃塩酸のモル濃度は、12 mol/L である。
- (4) モル濃度が 3.00 mol/L の塩酸 1.00 L を調製するには、濃塩酸を 13 mL はかりとり、水を加えて全量を 1.00 L とすればよい。

1 , **2** の解答群

- ① 電子 ② 陽子 ③ 中性子

3 , **4** , **5** , **6** の解答群

- ① 異性体 ② 同位体 ③ 同素体 ④ 重水素
⑤ ヘリウム ⑥ リチウム ⑦ トリチウム ⑧ プロトン
⑨ 物質量 ⑩ 相対質量 ⑪ モル質量 ⑫ 式量

7 の解答群

- ① 12.5 ② 25.0 ③ 37.5 ④ 50.0
⑤ 60.5 ⑥ 75.0 ⑦ 84.0 ⑧ 96.0

8 の解答群

- ① 塩化水素 ② 臭化水素 ③ フッ化水素 ④ ヨウ化水素

9 の解答群

- ① 石英 ② ケイ素 ③ 金 ④ ポリエチレン

10 の解答群

- ① 78.7 ② 80.7 ③ 82.7 ④ 84.7
⑤ 86.7 ⑥ 88.7 ⑦ 90.7 ⑧ 92.7

11 の解答群

- ① 0.78 ② 0.87 ③ 0.96 ④ 1.05
⑤ 1.14 ⑥ 1.23 ⑦ 1.32 ⑧ 1.41

12 の解答群

- ① 7.8 ② 8.3 ③ 8.8 ④ 9.3
⑤ 9.8 ⑥ 10.3 ⑦ 10.8 ⑧ 11.3

13

の解答群

① 235

② 240

③ 245

④ 250

⑤ 255

⑥ 260

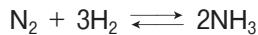
⑦ 265

⑧ 270

(第Ⅱ問は次ページから始まる)

II 以下の文章を読み、空欄 14 ~ 23 にあてはまる最も適切なものを、それぞれの解答群から一つ選び、解答欄にマークせよ。気体は理想気体として扱い、液化や副反応は起こらないとして考えよ。

窒素と水素からなる混合気体を、物質量の比が $N_2 : H_2 = 1 : 3$ となるように調製し、これを原料ガスとした。体積が一定の容器に原料ガスを閉じ込めて、以下の反応により、アンモニアを合成した。



この反応では、アンモニアの生成にともなって分子の総数は 14。そのため、温度が一定の条件では、反応の進行にともなって全圧は 15。

容器 A に 8.0 mol の原料ガスを入れて温度を一定に保ったところ、反応が平衡に達し、0.80 mol のアンモニアが生成した。このとき、容器内に存在する全物質の物質量に対するアンモニアの物質量の百分率は 16 % である。

容器内の窒素、水素、アンモニアの分圧をそれぞれ p_{N_2} 、 p_{H_2} 、 p_{NH_3} として、圧平衡定数 K_p を次のように定義する。

$$\text{圧平衡定数} \quad K_p = \frac{p_{NH_3}^2}{p_{N_2} p_{H_2}^3}$$

容器 B に原料ガスを入れて温度を一定に保ったところ、全圧が $1.0 \times 10^7 \text{ Pa}$ 、アンモニアの物質量の百分率が 20 % となり、平衡に達した。このとき、圧平衡定数 K_p は 17 Pa^{-2} である。

図の実線は、圧力一定のもとで平衡に達したときのアンモニアの物質量の百分率が、温度によって変化する様子を示したものである。温度上昇とともに、アンモニアの物質量が減少していることから、この反応が 18 反応であることがわかる。同じ体積

の容器に原料ガスを追加して実験を行うと、平衡に達したときのアンモニアの物質量は、

19 にしたがって、20。

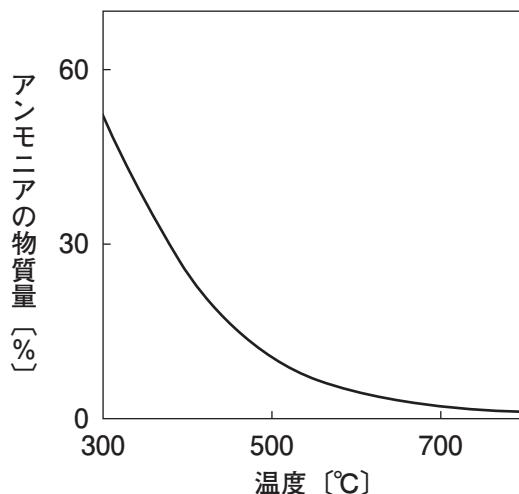


図 アンモニアの物質量（百分率）の温度による変化。

工業的なアンモニアの合成には、鉄などの触媒が用いられる。触媒を用いると、

21。また、平衡に達するまでの時間は、触媒を用いない場合と比べて、

22。触媒を用いると、図の実線は、23。

14 の解答群

- ① 増加する ② 減少する ③ 変化しない

15 の解答群

- ① 上がる ② 下がる ③ 変化しない

16 の解答群

- ① 4 ② 7 ③ 11 ④ 15 ⑤ 19
⑥ 23 ⑦ 27 ⑧ 31 ⑨ 35

17 の解答群

- ① 3×10^{-5} ② 6×10^{-5} ③ 9×10^{-5} ④ 3×10^{-10}
⑤ 6×10^{-10} ⑥ 9×10^{-10} ⑦ 3×10^{-15} ⑧ 6×10^{-15}
⑨ 9×10^{-15}

18 の解答群

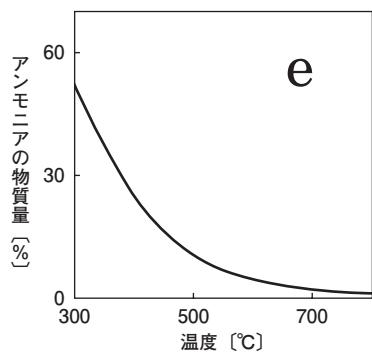
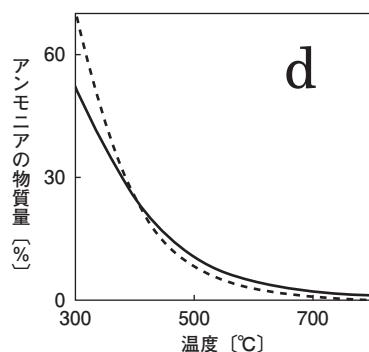
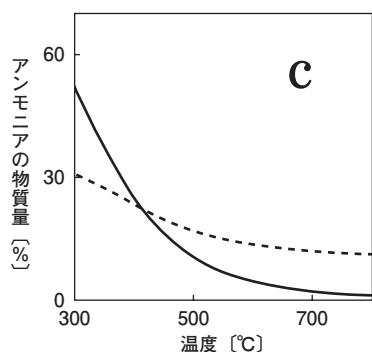
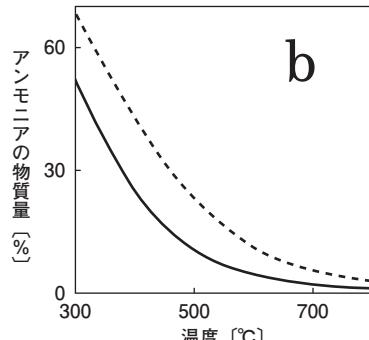
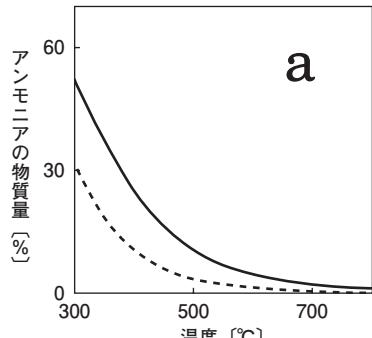
- ① 発熱 ② 吸熱 ③ 発熱や吸熱をともなわない

19 の解答群

- ① アボガドロの法則 ② シャルルの法則 ③ ファントホッフの法則
④ ヘスの法則 ⑤ ヘンリーの法則 ⑥ ポイルの法則
⑦ ラウールの法則 ⑧ ルシャトリエの原理

20 , 23 の解答群

- ① 図 a の点線のように変化する
③ 図 c の点線のように変化する
⑤ 図 e のように、実線のまま変化しない
- ② 図 b の点線のように変化する
④ 図 d の点線のように変化する



21 の解答群

- ① 反応エンタルピーの大きさ（反応熱の大きさ）は、大きくなる
- ② 反応エンタルピーの大きさ（反応熱の大きさ）は、小さくなる
- ③ 反応の活性化エネルギーは、大きくなる
- ④ 反応の活性化エネルギーは、小さくなる
- ⑤ 分子の平均運動エネルギーは、大きくなる
- ⑥ 分子の平均運動エネルギーは、小さくなる

22 の解答群

- ① 長くなる
- ② 短くなる
- ③ 変わらない

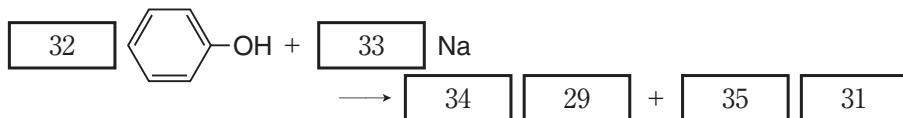
(第Ⅲ問は次ページから始まる)

III 以下の文章〔1〕～〔3〕を読み、空欄 24 ～ 39 にあてはまる最も適切な語句、数値、化学式、または、構造式を、それぞれの解答群から一つ選び、解答欄にマークせよ。同じものを繰り返し選んでもよい。

〔1〕 フェノールは、ベンゼンを原料としてつくられる。クメン法ではまず、ベンゼンと 24 から、クメンを生成する。原料となる 24 は、2-プロパノールと濃硫酸による 25 反応から得られる。次に、クメンに酸素を吹き込んで 26 に変化させる。これに希硫酸を加えるとフェノールが得られる。同時に生成する 27 は、有機化合物をよく溶かし、除光液に利用される。

フェノールは、別 の方法で合成することができる。ベンゼンに濃硫酸を反応させると 28 が生じる。 28 のナトリウム塩に固体の水酸化ナトリウムを加えて高温で反応させると 29 が得られる。その水溶液に二酸化炭素を通じると、フェノールが遊離する。ほかに、クロロベンゼンからフェノールを合成する方法もある。クメン法は、原料からフェノールに至る一連の反応において、30 を必要とせず、フェノールの工業的合成に用いられる。

〔2〕 29 は、フェノールと金属ナトリウムの反応により、31 の発生をともなって生成する。この反応の反応式は、次の通りである。



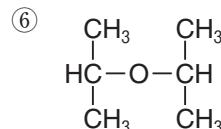
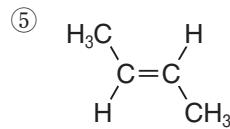
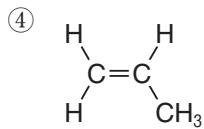
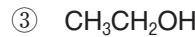
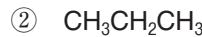
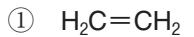
〔3〕 フェノール、安息香酸、ニトロベンゼン、アニリンの4種類の有機化合物が、ジエチルエーテルに溶けている。分液漏斗を用いてこれらの分離を行った。

まず、希塩酸を加えてよく振り混ぜ、静置したところ2層に分離した。水層を別の容器に移して中和することにより、36 を分離した。次に、残ったエーテル層に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて振り混ぜ、静置した後に水層を別の容器に移して中和し、37 を分離した。さらに、残ったエーテル層に水酸化ナトリウム水溶液を加えて振り混ぜ、静置した後に水層を別の容器に移して中和し、38 を

分離した。最後に、残ったエーテル層からジエチルエーテルを蒸発させて
を得た。

39

24 の解答群



25 の解答群

① 中和

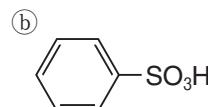
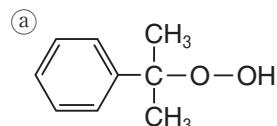
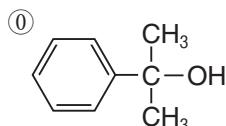
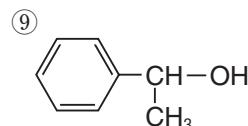
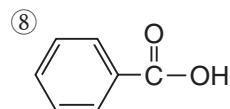
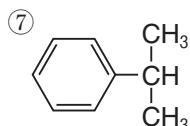
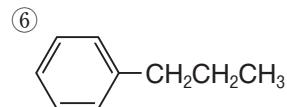
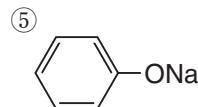
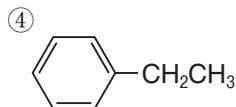
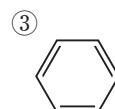
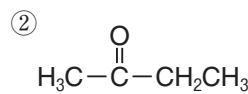
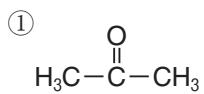
② 脱水

③ 縮合

④ 付加

⑤ 置換

26, 27, 28, 29 の解答群



30 の解答群

31 の解答群

- ① H_2O_2 ② H_2O ③ O_2 ④ H_2 ⑤ NaOH

32 , 33 , 34 , 35 の解答群：最も簡単な整数比を答えよ。係数が 1 の場合は、①をマークせよ。

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 |
| ⑤ 5 | ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 |

36, 37, 38, 39 の解答群

- | | |
|-----------|--------|
| ① フェノール | ② 安息香酸 |
| ③ ニトロベンゼン | ④ アニリン |

生 物

(解答番号 1 ~ 42)

I 顕微鏡と細胞に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。答えは各問いの下の解答群から最も適当なものを選び、解答欄にマークせよ。

顕微鏡は、16世紀末ごろに発明された。このときの顕微鏡は、筒の両端に2枚のレンズがついただけの単純な構造であったが、17世紀後半になると顕微鏡の性能が上がり、肉眼ではよく見えない微細な構造も拡大して観察できるようになった。1665年、イギリスの 1 は、顕微鏡でコルク片を観察し、コルク片が多数の小孔からできていることを発見し、この小孔を細胞と名付けた。その後もレンズや反射鏡などに改良が施され、19世紀末には現在使われている光学顕微鏡と同じ分解能をもつものがつくられるようになった。

20世紀に入り、光と電子が共通の性質をもつことが明らかになると、電子線を利用して、可視光線を利用して観察する光学顕微鏡よりも高い分解能が得られる可能性が示された。この考えをもとに、1932年にドイツの 2 は、可視光線のかわりに電子線を用いる透過型電子顕微鏡を発明した。

イネなどの植物の葉肉細胞を電子顕微鏡で観察したところ、1個の核が観察された。核以外の部分は 3 と呼ばれ、3 の最外層には細胞膜が観察された。細胞内部の観察を進めると、一重の膜からなる小胞体と呼ばれる膜構造が観察された。小胞体を詳しく観察すると、表面に 4 が付着した 5 小胞体と、付着していない 6 小胞体が観察された。小胞体は核の最外層である 7 とつながっていた。さらに、^(B)ミトコンドリアや葉緑体も観察された。葉緑体は、光合成を行う細菌である 8 が共生して生じたと考えられており、これを細胞内共生説という。

問1 文中の に当てはまるものをそれぞれ1つ選べ。ただし、同じ番号は同じものを示す。

1 , 2 に対する解答群

- | | | |
|---------|--------|----------|
| ① フック | ② ルスカ | ③ エンゲルマン |
| ④ ダーウィン | ⑤ カルビン | ⑥ クリック |
| ⑦ マリス | ⑧ サンガー | ⑨ コーンバーグ |

3 ~ 7 に対する解答群

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ① 細胞質 | ② リソソーム | ③ 細胞小器官 |
| ④ リボソーム | ⑤ 粗面 | ⑥ 滑面 |
| ⑦ 核膜 | ⑧ 核小体 | ⑨ クロマチン |
| ⑩ 液胞 | ⑩ ゴルジ体 | |

8 に対する解答群

- | | | |
|-----------|------------|----------|
| ① アゾトバクター | ② クロレラ | ③ ゾウリムシ |
| ④ アカパンカビ | ⑤ シアノバクテリア | ⑥ アサクサノリ |

問2 下線部（A）について、光学顕微鏡を直射日光の当たらない明るい水平な机の上に置いた。その後の観察準備の操作手順として正しいものはどれか。1つ選べ。

9

- ア. 接眼レンズをのぞきながら調節ねじを回し、対物レンズとプレパラートの間隔を広げるようにしてピントを合わせる。
- イ. 接眼レンズをのぞきながら、視野が明るくなるように反射鏡を調節する。
- ウ. ステージにプレパラートを置き、観察しようとする部分が視野の中央にくるようする。
- エ. 接眼レンズをはめ、続いて、対物レンズを取り付ける。対物レンズをもっとも低倍率のものにしておく。
- オ. 顕微鏡の横から対物レンズの先を見ながら調節ねじを回し、対物レンズの先端をプレパラートに近づける。

9

に対する解答群

- ① エ→イ→ア→ウ→オ
- ② エ→イ→ア→オ→ウ
- ③ エ→イ→ウ→ア→オ
- ④ エ→イ→ウ→オ→ア
- ⑤ エ→イ→オ→ウ→ア
- ⑥ エ→イ→オ→ア→ウ
- ⑦ エ→ウ→ア→イ→オ
- ⑧ エ→ウ→ア→オ→イ
- ⑨ エ→ウ→イ→ア→オ
- ⑩ エ→ウ→イ→オ→ア
- Ⓐ エ→ウ→オ→ア→イ
- Ⓑ エ→ウ→オ→イ→ア

問3 下線部（B）に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。正しい記述をすべて含む組みあわせを1つ選べ。 10

- ア. 葉緑体の内部の膜構造をアーキアと呼ぶ。
- イ. 葉緑体の内膜で囲まれた膜構造以外の部分をグラナと呼ぶ。
- ウ. ミトコンドリアの内膜がひだ状に折りたたまれ、内部に向かって突出した部分をクリステと呼ぶ。
- エ. ミトコンドリアの内部の膜構造以外の部分をストロマと呼ぶ。

10 に対する解答群

- ① アのみ
- ② イのみ
- ③ ウのみ
- ④ エのみ
- ⑤ アとイ
- ⑥ アとウ
- ⑦ アとエ
- ⑧ イとウ
- ⑨ イとエ
- ⑩ ウとエ
- ⑪ アとイとウ
- ⑫ アとイとエ
- ⑬ アとウとエ
- ⑭ イとウとエ
- ⑮ アとイとウとエ

II 遺伝的多様性に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。答えは各問いの下の解答群から最も適当なものを選び、解答欄にマークせよ。

生物は同じ種であっても、それぞれの個体のもつゲノムの塩基配列がすべて同じというわけではない。塩基配列の多様性が、同じ種の個体間での形質の差異を生み出している。このような同じ種内の遺伝子の多様性を遺伝的多様性という。遺伝的多様性が低い個体群は、環境の変化に対応できず、個体数が減少してしまう可能性が高い。遺伝的多様性が高くなる要因には、有性生殖と突然変異がある。

有性生殖を行う生物では、減数分裂によって染色体の組みあわせの異なる配偶子が多數つくられ、これらが受精することによって、子の遺伝的多様性が高くなる。また、減数分裂の際に相同染色体間で乗換えが生じ、その結果、遺伝子の 11 が起こると、配偶子に含まれる遺伝子の組みあわせがさらに多様になり、このような配偶子の受精によって生じる子の遺伝的多様性は非常に高くなる。

DNA の塩基配列や、染色体の構造・数が変化することを、突然変異という。塩基配列の突然変異は、放射線やある種の化学物質による損傷や、複製時の誤りがDNAに生じることで起こる。有性生殖を行う生物では、突然変異が 12 に生じると子に受け継がれ、さらに次世代に受け継がれると種内での遺伝的多様性は高くなる。

問1 文中の に当てはまるものをそれぞれ1つ選べ。

11 に対する解答群

- | | | |
|-------|------|-------|
| ① 転写 | ② 分化 | ③ 等割 |
| ④ 分極 | ⑤ 複製 | ⑥ 相変異 |
| ⑦ 組換え | ⑧ 翻訳 | ⑨ 変性 |

12 に対する解答群

- | | |
|-------|--------|
| ① 体細胞 | ② 生殖細胞 |
|-------|--------|

問2 下線部（A）に関する次の文章を読み、文中の [] に当てはまるものをそれぞれ1つ選べ。ただし、同じ番号は同じものを示す。

有性生殖を行う生物の個体群内に維持される生存に不利な遺伝子は、 [13] 遺伝子（以下、有害な [13] 遺伝子とする）であることが多い。個体数の少ない個体群では、血縁の近い個体どうしの交配が起きやすく、有害な [13] 遺伝子を [14] でもつ個体が出現しやすくなる。その結果、個体群内で、適応度の低い個体が増加する。これを [15] という。

[13] ~ [15] に対する解答群

- | | | |
|----------|----------|---------|
| ① 中立 | ② 潜性（劣性） | ③ 遺伝的浮動 |
| ④ 顯性（優性） | ⑤ ホモ | ⑥ 傾性 |
| ⑦ 近交弱勢 | ⑧ アリー効果 | ⑨ ヘテロ |

問3 下線部（B）に関して、以下の a, b の各問い合わせに答えよ。

a. テッポウユリの花粉母細胞の減数分裂における細胞1個あたりのDNA量の変化を表す次の図のうち、正しいものはどれか。1つ選べ。ただし、いずれの図においても減数分裂は左から右へ進行するものとし、G₁期の母細胞に含まれるDNA量を相対値で2とする。

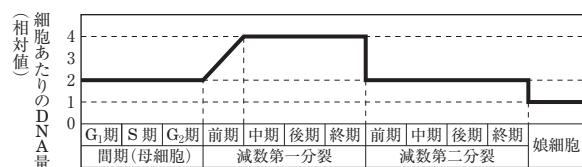
16

16 に対する解答群

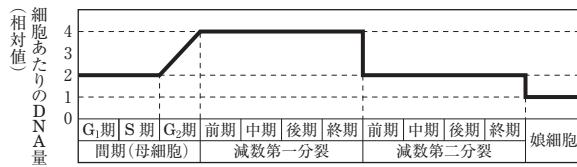
①



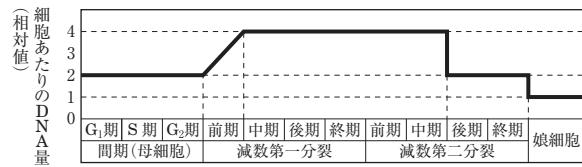
②



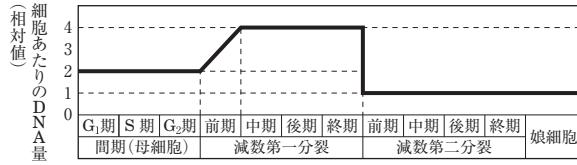
③



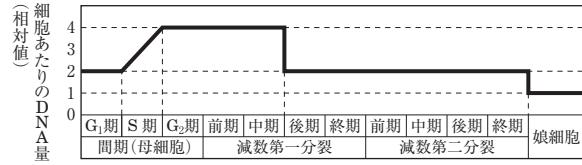
④



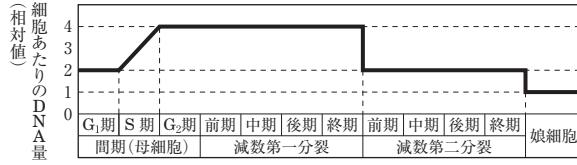
⑤



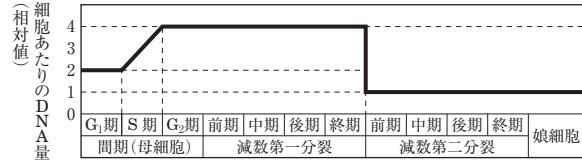
⑥



⑦



⑧



b. 体細胞に24本の染色体 ($2n=24$) を有するイネの場合、配偶子における染色体の組みあわせは何通りか。1つ選べ。ただし、染色体の乗換えや不均等な分配は生じないものとする。 17 通り

17 に対する解答群

- | | | | |
|-------|---------|---------|---------|
| ① 24 | ② 48 | ③ 128 | ④ 144 |
| ⑤ 576 | ⑥ 1,152 | ⑦ 4,096 | ⑧ 8,192 |

問4 下線部（C）に関して、塩基配列の突然変異には、塩基が別の塩基に置き換わる置換、新しい塩基が入り込む挿入、塩基が失われる欠失の3種類がある。DNAから転写されたmRNAは、表のとおり、塩基3つの組（コドン）で1つのアミノ酸と対応している。図のような、ある遺伝子のセンス鎖の塩基配列の一部と、そこからつくられるアミノ酸配列があったとする。もとの遺伝子の塩基配列に突然変異が生じて変化したアミノ酸配列1～3では、もとの遺伝子の配列にどのような突然変異が生じたか。それぞれ1つ選べ。ただし、18と19は同じものをくり返し選んでもよい。また、アミノ酸配列3では、もとの遺伝子の塩基配列に異なる2か所で突然変異が生じているものとする。

変化したアミノ酸配列1では、もとの塩基配列に1塩基の18が生じた。

変化したアミノ酸配列2では、もとの塩基配列に1塩基の19が生じた。

変化したアミノ酸配列3では、もとの塩基配列の5'末端側から順に20が生じた。

18, 19に対する解答群

- ① 欠失 ② 挿入 ③ 置換

20に対する解答群

(掲載しておりません)

表 遺伝暗号表

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



もとの遺伝子の塩基配列からつくられる
アミノ酸配列



もとの遺伝子の塩基配列に突然変異が
生じて変化したアミノ酸配列

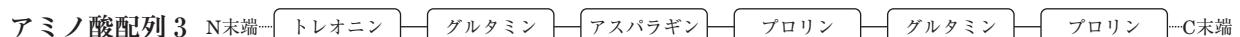
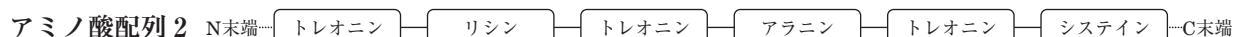
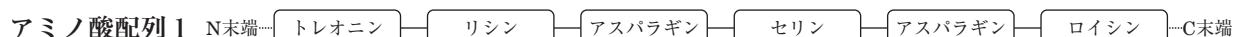


図 もとの遺伝子の塩基配列とそこからつくられるアミノ酸配列

III 被子植物の配偶子形成と受精に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。答えは各問いの下の解答群から最も適当なものを選び、解答欄にマークせよ。

若いおしへの薬の中では、花粉母細胞が減数分裂し、花粉四分子という4個の細胞の塊をつくる。花粉四分子のそれぞれは 21 と 22 に細胞分裂した後、
21 が 22 に取り込まれて、成熟した花粉となる。一方で、若いめしへの胚珠の中では、胚のう母細胞が減数分裂し、胚のう細胞と 23 個の小さな細胞ができる。その後、胚のう細胞は核分裂をおこなって、24 個の核をもつ胚のうに (A) なる。

(B) 被子植物の基本的な花の構成は、短い茎である花柄、がく片、花弁、おしへとめしへである。成熟した花粉がめしへの柱頭につくと、花粉が発芽して花粉管を生じ、花粉管が伸長を始める。花粉管は花柱の中を伸長し、珠孔を通って胚のうに達する。花粉管の中の精細胞の核の一方が 25 の核と融合し、受精卵となる。もう一方の精細胞の核は 26 の2個の極核と融合し、胚乳核となる。胚乳核は分裂し、その後、胚乳 (C) を形成する。このように、被子植物ではほぼ同時期に2箇所で核が融合する。これを 27 という。その後、種子はある程度発達したところで休眠に入る。

(D)

問1 文中の に当てはまるものをそれぞれ1つ選べ。ただし、同じ番号は同じものを示す。

21 , 22 , 25 , 26 に対する解答群

- | | | | |
|----------|----------|--------|-------|
| ① 花粉管細胞 | ② 中央細胞 | ③ 卵細胞 | ④ 胚 球 |
| ⑤ 二次卵母細胞 | ⑥ 胚 軸 | ⑦ 雄原細胞 | ⑧ 胚 胚 |
| ⑨ 原腸胚 | ⑩ うずまき細胞 | ⑪ 未受精卵 | ⑫ 珠 皮 |

23 , 24 に対する解答群

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 |
| ⑤ 5 | ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 |

27 に対する解答群

- | | | | |
|--------|--------|-------|-------|
| ① 重複受精 | ② 先体反応 | ③ 共 生 | ④ 分 化 |
|--------|--------|-------|-------|

問2 下線部（A）に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。正しい記述をすべて含む組みあわせを1つ選べ。 28

- ア. 被子植物の胚のうには、3個の反足細胞がある。
イ. トレニアの胚のうの助細胞から、花粉管を誘引する物質が放出される。
ウ. アブラナ科植物の胚のうにあるタンパク質が、自家不和合性に関与する。
エ. 被子植物の胚のう細胞では、核分裂が4回連続しておこり、胚のうとなる。

28 に対する解答群

- | | | | |
|---------|---------|-----------|---------|
| ① アのみ | ② イのみ | ③ ウのみ | ④ エのみ |
| ⑤ アとイ | ⑥ アとウ | ⑦ アとエ | ⑧ イとウ |
| ⑨ イとエ | ⑩ ウとエ | ⑪ アとイとウ | ⑫ アとイとエ |
| ⑬ アとウとエ | ⑭ イとウとエ | ⑮ アとイとウとエ | |

問3 下線部（B）に関して、以下の文章を読み、問い合わせに答えよ。

シロイスナズナの突然変異体の研究などから、花の形には3種類の調節遺伝子（A・B・C クラス遺伝子）がはたらいていることが明らかとなった。これらの遺伝子は、それぞれ異なる調節タンパク質をつくることによって、花の形成に必要な遺伝子群のはたらきを調節している。この仕組みは、ABC モデルと呼ばれている。シロイスナズナの調節遺伝子に関する以下の記述のうち、正しいものはどれか。正しい記述をすべて含む組みあわせを1つ選べ。

29

- ア. A クラス遺伝子と B クラス遺伝子は互いのはたらきを抑制しあっている。
- イ. A・B・C クラス遺伝子を全て欠損したシロイスナズナでは、がく片、花弁、おしべ、めしべがすべて葉になった花状の構造が形成される。
- ウ. B クラス遺伝子は、分裂組織で新たに細胞がつくられることを抑制するはたらきをもっている。
- エ. A・B・C クラス遺伝子のいずれかを欠損したシロイスナズナの中で、花弁ができるのは C クラス遺伝子を欠損した変異体である。

29 に対する解答群

- | | | | |
|---------|---------|-----------|---------|
| ① アのみ | ② イのみ | ③ ウのみ | ④ エのみ |
| ⑤ アとイ | ⑥ アとウ | ⑦ アとエ | ⑧ イとウ |
| ⑨ イとエ | ⑩ ウとエ | ⑨ アとイとウ | ⑩ アとイとエ |
| ⑪ アとウとエ | ⑫ イとウとエ | ⑪ アとイとウとエ | |

問4 下線部（C）に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。正しい記述をすべて含む組みあわせを1つ選べ。 30

- ア. カキの胚乳の核相は $3n$ である。
- イ. カキとイネは、発達した胚乳をもつ有胚乳種子を作る。
- ウ. エンドウは、栄養分を胚乳の代わりに子葉に蓄える。
- エ. 発生過程が進むと、シロイヌナズナの胚乳は子葉になる。

30 に対する解答群

- ① アのみ
- ② イのみ
- ③ ウのみ
- ④ エのみ
- ⑤ アとイ
- ⑥ アとウ
- ⑦ アとエ
- ⑧ イとウ
- ⑨ イとエ
- ⑩ ウとエ
- ⑪ アとイとウ
- ⑫ アとイとエ
- ⑬ アとウとエ
- ⑭ イとウとエ
- ⑮ アとイとウとエ

問5 下線部（D）に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。正しい記述をすべて含む組みあわせを1つ選べ。 31

- ア. アサガオの種子は、成熟過程で脱水が誘導されて、休眠に入る。
- イ. オオムギの種子では、アブシシン酸は休眠を促し、発芽を抑制する。
- ウ. タバコの種子を暗所で吸水させ、遠赤色光を照射すると、休眠が解除される。
- エ. 休眠が解除されたオオムギの種子では、胚に蓄えられたデンプンがアミラーゼによって分解される。

31 に対する解答群

- ① アのみ
- ② イのみ
- ③ ウのみ
- ④ エのみ
- ⑤ アとイ
- ⑥ アとウ
- ⑦ アとエ
- ⑧ イとウ
- ⑨ イとエ
- ⑩ ウとエ
- ⑪ アとイとウ
- ⑫ アとイとエ
- ⑬ アとウとエ
- ⑭ イとウとエ
- ⑮ アとイとウとエ

IV 生物多様性や生態系のバランスとその保全に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。答えは各問いの下の解答群から最も適当なものを選び、解答欄にマークせよ。

主要な環境問題のひとつに生物多様性の減少や生態系の劣化が挙げられる。地球上に
(A)
は、未知のものを含め、実に数千万種もの多様な生物が生息・生育していると推定され
ている。各生物の集まりである生物群集は、それぞれ特有の生態系のもとで成立してい
(B)
る。自然界の生態系は、生物的、また非生物的要因により、常に変動しながらも一定の
範囲内でバランスが保たれている。しかし、近年、人間によるさまざまな活動が生物・
(C)
生態系のバランスを乱している。そのため、各国・各地域で、生物多様性や生態系の保
全に向けた取り組みが行われている。
(D)

問1 下線部（A）に関して、以下のa～cの各問いに答えよ。

a. 生物多様性に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。正しい記述をすべて含む組みあわせを1つ選べ。 32

- ア. 現在、記録されている生物のうち最も種数の多い分類群は菌類である。
- イ. 低緯度地方ほど種数は多く、高緯度地方に向かうにつれて徐々に減少する傾向は、植物に特有のものである。
- ウ. 種数が低下するほど食物網は単純化していく。
- エ. 生物多様性は、種、遺伝子、生態系の3つの階層でとらえることができる。

32 に対する解答群

- | | | | |
|---------|---------|-----------|---------|
| ① アのみ | ② イのみ | ③ ウのみ | ④ エのみ |
| ⑤ アとイ | ⑥ アとウ | ⑦ アとエ | ⑧ イとウ |
| ⑨ イとエ | ⑩ ウとエ | ⑪ アとイとウ | ⑫ アとイとエ |
| ⑬ アとウとエ | ⑭ イとウとエ | ⑮ アとイとウとエ | |

b. 生物多様性ホットスポットに関する次の文章のうち, ア ~ ウ に当てはまる組みあわせとして正しいものはどれか。1つ選べ。 33

生物多様性ホットスポットは、イギリスの生態学者ノーマン・メイヤーによって提唱されたものである。これは、地球規模でみると生物多様性が高いにもかかわらず、破壊の危機に瀕している地域を指し、優先的に保護・保全すべき地域を特定するための基本的な考え方である。具体的には、ある地域に分布する維管束植物のうち ア 種以上がその地域に固有なものであり、かつ原生的な植生の イ %以上が失われている地域を指す。なお、その中に日本は ウ。

33 に対する解答群

| | ア | イ | ウ |
|---|---|---|---|
| ① | 1,500 | 60 | 含まれる |
| ② | 1,500 | 60 | 含まれない |
| ③ | 2,500 | 60 | 含まれる |
| ④ | 2,500 | 60 | 含まれない |
| ⑤ | 3,500 | 60 | 含まれる |
| ⑥ | 3,500 | 60 | 含まれない |
| ⑦ | 1,500 | 70 | 含まれる |
| ⑧ | 1,500 | 70 | 含まれない |
| ⑨ | 2,500 | 70 | 含まれる |
| ⑩ | 2,500 | 70 | 含まれない |
| Ⓐ | 3,500 | 70 | 含まれる |
| Ⓑ | 3,500 | 70 | 含まれない |

c. 土壌動物は分解者として、生態系の物質循環に多大な貢献を果たす。これら動物の多様性がもたらす生態学的意義の解明の第一歩は、形態的な違いに基づく正しい分類と各生物種が有する生態的な機能の理解である。次に示す土壌動物の検索図のうち、脚が3対、4対、および7対のグループに該当するものとして正しいものはどれか。それぞれ2種ずつ選べ。 34 ~ 39
 なお、34 と 35、36 と 37、および 38 と 39 の解答順序は問わない。

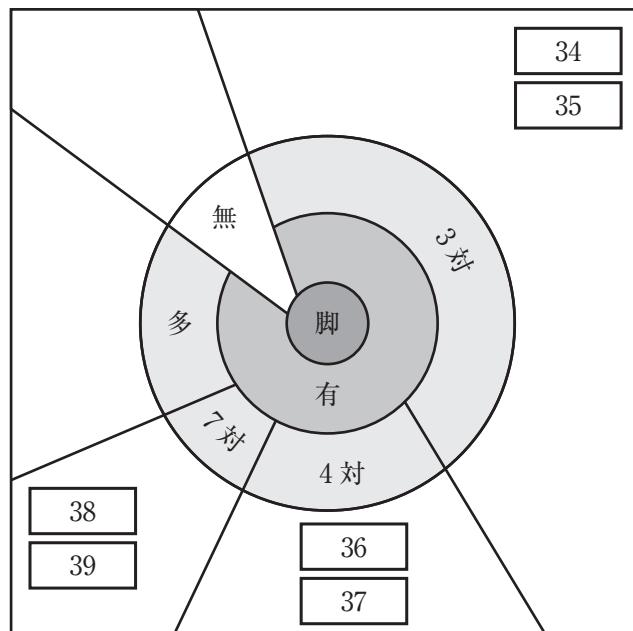


図 土壌動物の検索図

- 34 ~ 39 に対する解答群
- | | | | |
|---------|---------|--------|---------|
| ① ヒメミミズ | ② シロアリ | ③ ダニ | ④ ヒル |
| ⑤ ザトウムシ | ⑥ コムカデ | ⑦ トビムシ | ⑧ ワラジムシ |
| ⑨ ヨコエビ | ⑩ ハエの幼虫 | ⑪ ヤスデ | |

問2 下線部（B）に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。正しい記述をすべて含む組みあわせを1つ選べ。 40

- ア. 热水噴出孔周辺でみられる深海の生態系において、化学合成細菌は生産者の役割を果たす。
- イ. 土壤や水といった非生物的環境が生物に影響をおよぼすことを環境形成作用という。
- ウ. 陸上・水域の生態系を問わず、食物網の上位にあってほかの生物の生活に大きな影響を与える生物種をキーストーン種と呼ぶ。
- エ. 陸上生態系のうち純生産量が最も低い生態系は、農耕地（耕作地）である。

40 に対する解答群

- ① アのみ
- ② イのみ
- ③ ウのみ
- ④ エのみ
- ⑤ アとイ
- ⑥ アとウ
- ⑦ アとエ
- ⑧ イとウ
- ⑨ イとエ
- ⑩ ウとエ
- ⑪ アとイとウ
- ⑫ アとイとエ
- ⑬ アとウとエ
- ⑭ イとウとエ
- ⑮ アとイとウとエ

問3 下線部（C）に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。正しい記述をすべて含む組みあわせを1つ選べ。 41

- ア. 産業排水や生活排水等による水質汚濁をはかる指標のひとつに化学的酸素要求量があるが、その値は高いほど有機物の量が多く、水の汚れが著しいと判断される。
- イ. 陸地面積の50%を占める森林は、過度な伐採や農地への転用などにより、2000年からの10年間の推移をみると、国や地域を問わず世界中で減少の一途をたどる。
- ウ. 農薬として用いられる DDT や、絶縁体として使用された PCB は、食物連鎖の過程で生物濃縮されていく。
- エ. フロンやメタンは温室効果をもたらす気体（温室効果ガス）である。

41 に対する解答群

- | | | | |
|---------|---------|-----------|---------|
| ① アのみ | ② イのみ | ③ ウのみ | ④ エのみ |
| ⑤ アとイ | ⑥ アとウ | ⑦ アとエ | ⑧ イとウ |
| ⑨ イとエ | ⑩ ウとエ | ⑪ アとイとウ | ⑫ アとイとエ |
| ⑬ アとウとエ | ⑭ イとウとエ | ⑮ アとイとウとエ | |

問4 下線部（D）に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。正しい記述をすべて含む組みあわせを1つ選べ。 42

- ア. 日本における絶滅危惧種のリストであるレッドリストは、農林水産省によって作成されている。
- イ. 外来生物のうち、特に侵略性の高さ、あるいはその可能性から特定外来生物に指定された生物の飼育や栽培は、例外なく禁じられている。
- ウ. 保全活動や対策を講じる際、事前に環境アセスメントを実施する必要がある。
- エ. 2010年に愛知県で、生物多様性条約の第10回締約国会議が開催された。

42 に対する解答群

- | | | | |
|---------|---------|-----------|---------|
| ① アのみ | ② イのみ | ③ ウのみ | ④ エのみ |
| ⑤ アとイ | ⑥ アとウ | ⑦ アとエ | ⑧ イとウ |
| ⑨ イとエ | ⑩ ウとエ | ⑨ アとイとウ | ⑩ アとイとエ |
| ⑪ アとウとエ | ⑫ イとウとエ | ⑪ アとイとウとエ | |