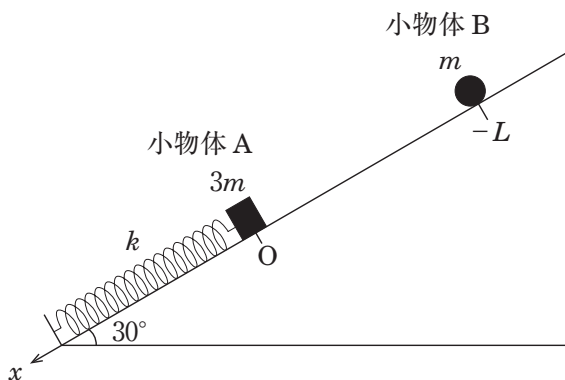


物 理

以下の 1 から 28 にあてはまる最も適切な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、同じ番号をくり返し選んでもよい。数値を選ぶ場合は最も近い値を選ぶものとする。

- I 図のように、水平面と角度 30° をなすなめらかな斜面に沿って、ばね定数 k の軽いばねが一端を固定して置かれている。他端には質量 $3m$ の小物体 A が取り付けられ、つりあいの位置で静止している。このつりあいの位置を原点 O として、斜面に沿って下向きに x 軸をとる。 $x = -L$ ($L > 0$) の位置に質量 m の小物体 B を置き、初速度の大きさ 0 で斜面に沿ってすべらせ、A と 1 回目の衝突をさせた。ここで、空気抵抗や斜面からの摩擦力は無視できるものとし、A と B の運動は全て紙面内に限るものとする。衝突は瞬間的におこり、その際の重力やばねの影響は無視できるものとする。また、ばねはフックの法則が成立する範囲内で伸び縮みする。重力加速度の大きさを g とし、速度は斜面に沿って下向きを正とする。



- (1) A と B が衝突する直前の B の速度 v_0 は, $v_0 = \boxed{1}$ である。A と B の間の反発係数 (はねかえり係数) を e とすると, 衝突直後の A の速度は $v_A = \boxed{2} \times v_0$ であり, B の速度は $v_B = \boxed{3} \times v_0$ である。

$\boxed{1}$ の解答群

- | | | | |
|------------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| ① $\frac{\sqrt{gL}}{2}$ | ② \sqrt{gL} | ③ $\sqrt{2gL}$ | ④ $\frac{\sqrt{3gL}}{2}$ |
| ⑤ $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{L}{g}}$ | ⑥ $\sqrt{\frac{L}{g}}$ | ⑦ $\sqrt{\frac{2L}{g}}$ | ⑧ $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{3L}{g}}$ |

$\boxed{2}$, $\boxed{3}$ の解答群

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

- (2) A と B の衝突が弾性衝突である場合 ($e=1$) について考える。1 回目の衝突後, A は斜面に沿って下向きに, B は斜面に沿って上向きに運動をはじめた。A が 1 回目の衝突の瞬間からはじめて最下点に達するまでの時間は $\boxed{4} \times \sqrt{\frac{m}{k}}$ である。また, その最下点の位置は $x = \boxed{5} \times \sqrt{\frac{m}{k}} v_0$ である。

$\boxed{4}$, $\boxed{5}$ の解答群

- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{\sqrt{3}}{4}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ⑤ 1 ⑥ $\sqrt{3}$
- ⑦ $\frac{1}{4}\pi$ ⑧ $\frac{\sqrt{3}}{4}\pi$ ⑨ $\frac{1}{2}\pi$ ⑩ $\frac{\sqrt{3}}{2}\pi$ a π b $\sqrt{3}\pi$

(大問 I (3)は次ページから始まる)

(3) A と B が衝突した後に一体となって運動をした場合について考える。一体となった物体の衝突直後の速さは、 $\boxed{6} \times v_0$ である。一体となった物体は斜面上で単振動をした。この単振動の中心の位置は、 $x = \boxed{7} \times \frac{mg}{k}$ である。また、一体となった物体が到達する最下点の位置は、 $x = \boxed{8} \times \frac{mg}{k}$ である。

$\boxed{6}$, $\boxed{7}$ の解答群

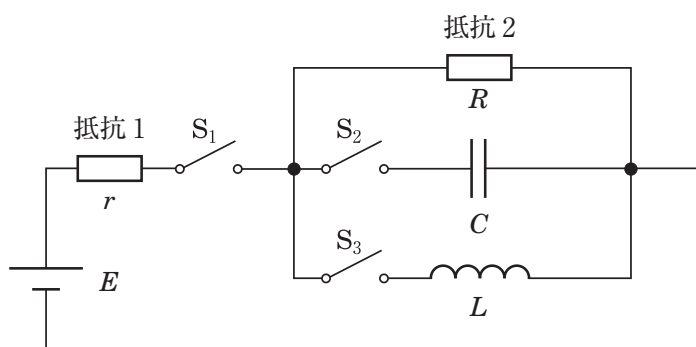
- | | | | | |
|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| ① 1 | ② $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | ③ $\frac{3}{4}$ | ④ $\frac{2}{3}$ | ⑤ $\frac{\sqrt{3}}{3}$ |
| ⑥ $\frac{1}{2}$ | ⑦ $\frac{\sqrt{3}}{4}$ | ⑧ $\frac{1}{3}$ | ⑨ $\frac{1}{4}$ | ⑩ 0 |

$\boxed{8}$ の解答群

- | | | |
|---|--|--|
| ① $\frac{1}{2} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{kL}{mg}} \right)$ | ② $\frac{1}{2} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{kL}{4mg}} \right)$ | ③ $\frac{1}{2} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4kL}{mg}} \right)$ |
| ④ $\left(1 + \sqrt{1 + \frac{kL}{mg}} \right)$ | ⑤ $\left(1 + \sqrt{1 + \frac{kL}{4mg}} \right)$ | ⑥ $\left(1 + \sqrt{1 + \frac{4kL}{mg}} \right)$ |
| ⑦ $2 \left(1 + \sqrt{1 + \frac{kL}{mg}} \right)$ | ⑧ $2 \left(1 + \sqrt{1 + \frac{kL}{4mg}} \right)$ | ⑨ $2 \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4kL}{mg}} \right)$ |

(大問Ⅱは次ページから始まる)

Ⅱ 図のように抵抗値 r $[\Omega]$ の抵抗 1 と R $[\Omega]$ の抵抗 2，電気容量 C $[\text{F}]$ のコンデンサー，自己インダクタンス L $[\text{H}]$ のコイル，スイッチ S_1 ， S_2 および S_3 と，起電力 E $[\text{V}]$ の電池からなる回路がある。はじめ，コンデンサーは充電されておらず，スイッチは全て切れている状態である。また，電池の内部抵抗，導線の抵抗は無視できる。



(1) スイッチ S_2 を入れてからスイッチ S_1 を入れた直後に抵抗 1 に流れる電流は

9

$[\text{A}]$ である。スイッチ S_1 を入れてから十分に時間が経った。抵抗 1 の

両端の電位差は 10 $\times E$ $[\text{V}]$ であり，抵抗 2 で消費されている電力は

11

$\times \frac{E^2}{R}$ $[\text{W}]$ である。このとき，コンデンサーに蓄えられている電気量は

12

$\times CE$ $[\text{C}]$ である。

続いてスイッチ S_2 を入れたままスイッチ S_1 を切った後，十分時間がたったときに，コンデンサーに蓄えられている電気量は 13 $\times CE$ $[\text{C}]$ である。スイッチを切った後から十分時間がたったときまでに抵抗 2 で生じるジュール熱は

14

$\times CE^2$ $[\text{J}]$ である。

9

の解答群

- ① $\frac{E}{r}$ ② $\frac{E}{R}$ ③ $\frac{E}{r+R}$ ④ $\frac{r}{E}$ ⑤ $\frac{R}{E}$ ⑥ $\frac{r+R}{E}$ ⑦ 0

10

～

14

の解答群

- ① $\frac{r}{2(r+R)}$ ② $\frac{R}{2(r+R)}$ ③ $\frac{1}{2} \left(\frac{r}{r+R} \right)^2$ ④ $\frac{1}{2} \left(\frac{R}{r+R} \right)^2$
 ⑤ $\frac{r}{r+R}$ ⑥ $\frac{R}{r+R}$ ⑦ $\left(\frac{r}{r+R} \right)^2$ ⑧ $\left(\frac{R}{r+R} \right)^2$
 ⑨ $\frac{2r}{r+R}$ ⑩ $\frac{2R}{r+R}$ ㉑ $2 \left(\frac{r}{r+R} \right)^2$ ㉒ $2 \left(\frac{R}{r+R} \right)^2$
 ㉓ 0

- (2) 回路をはじめの状態に戻した。スイッチ S_3 を入れてから、 S_1 を入れた直後に抵抗 1 を流れる電流は 15 [A] である。その後、十分時間がたったときにコイルに蓄えられるエネルギーは $L \times$ 16 [J] である。

15 の解答群

- | | | |
|------------------|------------------|----------------------|
| ① $\frac{E}{2r}$ | ② $\frac{E}{2R}$ | ③ $\frac{E}{2(r+R)}$ |
| ④ $\frac{E}{r}$ | ⑤ $\frac{E}{R}$ | ⑥ $\frac{E}{r+R}$ |
| ⑦ $\frac{2E}{r}$ | ⑧ $\frac{2E}{R}$ | ⑨ $\frac{2E}{r+R}$ |
| | | ⑩ 0 |

16 の解答群

- | | | |
|--|--|--|
| ① $\frac{1}{2} \left(\frac{E}{r} \right)^2$ | ② $\frac{1}{2} \left(\frac{E}{R} \right)^2$ | ③ $\frac{1}{2} \left(\frac{E}{r+R} \right)^2$ |
| ④ $\left(\frac{E}{r} \right)^2$ | ⑤ $\left(\frac{E}{R} \right)^2$ | ⑥ $\left(\frac{E}{r+R} \right)^2$ |
| ⑦ $2 \left(\frac{E}{r} \right)^2$ | ⑧ $2 \left(\frac{E}{R} \right)^2$ | ⑨ $2 \left(\frac{E}{r+R} \right)^2$ |
| | | ⑩ 0 |

- (3) 回路をはじめの状態に戻した。スイッチ S_2 と S_3 を入れてから、 S_1 を入れた直後に抵抗 1 を流れる電流は 17 [A] である。その後、十分時間がたったときにコイルに蓄えられるエネルギーは $L \times$ 18 [J] である。

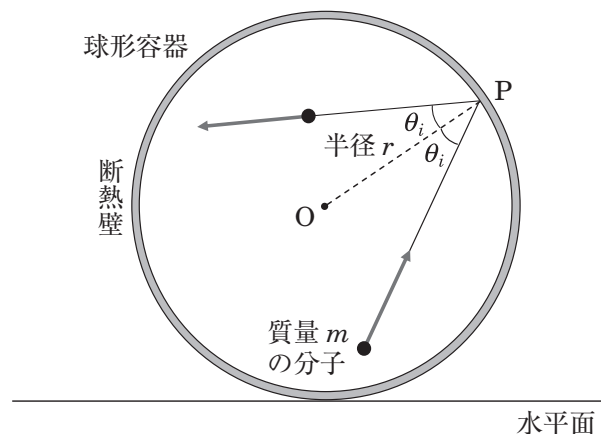
17 の解答群

- | | | |
|------------------|------------------|----------------------|
| ① $\frac{E}{2r}$ | ② $\frac{E}{2R}$ | ③ $\frac{E}{2(r+R)}$ |
| ④ $\frac{E}{r}$ | ⑤ $\frac{E}{R}$ | ⑥ $\frac{E}{r+R}$ |
| ⑦ $\frac{2E}{r}$ | ⑧ $\frac{2E}{R}$ | ⑨ $\frac{2E}{r+R}$ |
| | | ⑩ 0 |

18 の解答群

- | | | |
|--|--|--|
| ① $\frac{1}{2} \left(\frac{E}{r} \right)^2$ | ② $\frac{1}{2} \left(\frac{E}{R} \right)^2$ | ③ $\frac{1}{2} \left(\frac{E}{r+R} \right)^2$ |
| ④ $\left(\frac{E}{r} \right)^2$ | ⑤ $\left(\frac{E}{R} \right)^2$ | ⑥ $\left(\frac{E}{r+R} \right)^2$ |
| ⑦ $2 \left(\frac{E}{r} \right)^2$ | ⑧ $2 \left(\frac{E}{R} \right)^2$ | ⑨ $2 \left(\frac{E}{r+R} \right)^2$ |
| | | ⑩ 0 |

Ⅲ 図に示すように、半径 r [m] の球形容器が水平面上に静止していて、その中に 1 種類の単原子分子からなる理想気体が入っている。その単原子分子 1 つの質量を m [kg]、気体分子の個数を N 個、気体の温度を T [K] とする。容器は硬い断熱材によってできていて、中の気体は熱平衡にあるとする。ボルツマン定数を k [J/K]、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。



容器内を飛び回っている気体分子を考える。分子に加わる重力をいったん無視する。気体分子は互いに衝突せず、内壁のみと弾性衝突を繰り返すとする。気体分子のうちある一つを i 番目 ($1 \leq i \leq N$) の分子と呼び、この i 番目の分子の速さを v_i [m/s] とする。この分子は球の中心 O と衝突点 P を結ぶ線分と θ_i [rad] の角をなして衝突した。この分子がもつ運動量の大きさは [kg·m/s] である。また、この分子が、内壁に 1 回衝突したとき、内壁に与える力積の大きさは [N·s] である。一度内壁に衝突してから次に衝突するまでに、この分子は距離 [m] だけ移動しなくてはならないので、 t 秒間に $\times t$ 回内壁に衝突することになる。したがって、 t 秒間に大きさ \times $\times t$ [N·s] の力積を内壁に与える。この分子が壁面に加える力の大きさの時間平均を f_i [N] とすると、 t 秒間に分子が壁面に加える力積は $f_i t$ [N·s] である。したがって、 $f_i =$ \times [N] と表せる。この気体の圧力 p [Pa] はすべての気体分子が内壁 1 m² あたりに加える力の大きさと等しいので、速さの 2 乗の平均値 $\overline{v^2}$ [m²/s²] を用いて $p =$ $\times mN\overline{v^2}$ [Pa] と表すことができる。ここで、速さの 2 乗の平均値は

$$\overline{v^2} = \frac{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \cdots + v_N^2}{N}$$

という形で与えられる。したがって、温度 T [K] におけるこの気体分子一つあたりの平均の運動エネルギーは 24 $\times kT$ [J] である。

上の議論では分子に加わる重力を無視した。人間が実験のために用意できる大きさ (典型的には 0.1 m ~ 10 m 程度) の容器を用いて室温と同じくらいの温度で実験する場合に、重力を無視してもよいことを理解するために、次のような設定を思考実験として考えてみよう。分子に加わる重力を無視できなくなる状況というのは、気体分子の重力による位置エネルギーが運動エネルギーと同じくらいの大きさかそれよりも大きい場合である。容器の中で最も高い位置と最も低い位置の間における分子一つあたりの位置エネルギーの差は $2mgr$ [J] である。この差と分子一つあたりの平均運動エネルギー

24 $\times kT$ [J] を比較することにより、容器の半径 r を一定として温度 T が十分に 25 ときに重力を無視できなくなることがわかる。また、温度 T を一定として、

容器が十分に 26 場合には重力を無視できなくなることがわかる。上記の位置エネルギー差と平均運動エネルギーが等しくなる容器半径を \tilde{r} [m] とおくと、
 $\tilde{r} = \text{27} \times \frac{kT}{mg}$ [m] と表され、重力の効果を無視できなくなる容器半径の目安を与える。単原子分子の種類が質量数 40 のアルゴン ($^{40}_{18}\text{Ar}$) であり、 $T = 3.0 \times 10^2$ K, $k = 1.4 \times 10^{-23}$ J/K, $g = 9.8$ m/s², アボガドロ定数を 6.0×10^{23} /mol として \tilde{r} の数値を求めると、 $\tilde{r} = \text{28}$ m である。

19

20

の解答群

① mv_i

② $mv_i \sin \theta_i$

③ $mv_i \cos \theta_i$

④ $2mv_i$

⑤ $2mv_i \sin \theta_i$

⑥ $2mv_i \cos \theta_i$

⑦ $\frac{1}{2} mv_i^2$

⑧ $\frac{1}{2} mv_i^2 \sin^2 \theta_i$

⑨ $\frac{1}{2} mv_i^2 \cos^2 \theta_i$

⑩ mv_i^2

① $mv_i^2 \sin^2 \theta_i$

② $mv_i^2 \cos^2 \theta_i$

21

の解答群

① $\frac{1}{2} r$

② $\frac{1}{2} r \sin \theta_i$

③ $\frac{1}{2} r \cos \theta_i$

④ r

⑤ $r \sin \theta_i$

⑥ $r \cos \theta_i$

⑦ $2r$

⑧ $2r \sin \theta_i$

⑨ $2r \cos \theta_i$

22

の解答群

① $\frac{v_i}{2r}$

② $\frac{v_i}{2r \cos \theta_i}$

③ $\frac{v_i}{2r \sin \theta_i}$

④ $\frac{v_i}{r}$

⑤ $\frac{v_i}{r \cos \theta_i}$

⑥ $\frac{v_i}{r \sin \theta_i}$

⑦ $\frac{2v_i}{r}$

⑧ $\frac{2v_i}{r \cos \theta_i}$

⑨ $\frac{2v_i}{r \sin \theta_i}$

23

の解答群

① $\frac{1}{4\pi r}$

② $\frac{1}{2\pi r}$

③ $\frac{3}{4\pi r}$

④ $\frac{1}{\pi r}$

⑤ $\frac{1}{4\pi r^2}$

⑥ $\frac{1}{2\pi r^2}$

⑦ $\frac{3}{4\pi r^2}$

⑧ $\frac{1}{\pi r^2}$

⑨ $\frac{1}{4\pi r^3}$

⑩ $\frac{1}{2\pi r^3}$

① $\frac{3}{4\pi r^3}$

② $\frac{1}{\pi r^3}$

24 , 27 の解答群

- ① $\frac{1}{2N}$ ② $\frac{3}{4N}$ ③ $\frac{1}{N}$ ④ $\frac{5}{4N}$ ⑤ $\frac{3}{2N}$
⑥ $\frac{1}{2}$ ⑦ $\frac{3}{4}$ ⑧ 1 ⑨ $\frac{5}{4}$ ⑩ $\frac{3}{2}$

25 の解答群

- ① 低い ② 高い

26 の解答群

- ① 小さい ② 大きい

28 の解答群

- ① 8.0×10^{-27} ② 8.0×10^{-26} ③ 8.0×10^{-25} ④ 8.0×10^{-24}
⑤ 4.8×10^2 ⑥ 4.8×10^3 ⑦ 4.8×10^4 ⑧ 4.8×10^5

化 学

(解答番号 ~)

I 以下の文章を読み、空欄 ~ にあてはまる最も適切なものを、それぞれの解答群から一つ選び、解答欄にマークせよ。同じものを繰り返し選んでもよい。気体は理想気体として考えよ。必要があれば、次の値を用いよ。気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ ，原子量：H=1，He=4，C=12

アルカンは、分子内の炭素原子の数を n として、分子式が で表される鎖式飽和炭化水素の一群である。 $n=6$ のアルカンには、 種類の構造異性体があり、枝分かれのない直鎖状のものをヘキサンとよぶ。 25°C ， $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ におけるヘキサン（液体）の生成エンタルピーは -199 kJ/mol （生成熱は 199 kJ/mol ）である。また、二酸化炭素 CO_2 （気体）と水 H_2O （液体）の生成エンタルピーはそれぞれ、 -394 kJ/mol と -286 kJ/mol （生成熱はそれぞれ、 394 kJ/mol と 286 kJ/mol ）である。これより、ヘキサンの燃焼エンタルピーは kJ/mol （燃焼熱は符号を逆にしたもの）となる。

炭素数が $n=7$ の直鎖状のアルカンは とよばれ、ヘキサンより沸点が 。これは、 では、分子間に ためである。分子量がヘキサンに近いアルコールの1-ペンタノールは、ヘキサンより沸点が 。これは、1-ペンタノールでは、分子間に ためである。

ヘキサンの蒸気圧曲線を図に示す。有効数字2桁で、最も近い数値を答えよ。ヘキサン 8.6 g が入った体積 8.3 L の密閉容器の温度を 87°C に保つと、容器内の圧力は Pa になる。容器の体積を変えずに温度を下げると、 35°C で液体が発生し、さらに 27°C まで温度を下げると、圧力は Pa ，液体の質量は g になる。続いて、温度を 27°C に保ちながら、容器の体積を徐々に大きくすると、体積が L で、すべての液体が気体になる。ここで、容器の体積を 8.3 L に戻してか

ら、容器に 0.20 g のヘリウムを追加し、温度を 27℃ に保ちながら、再度、容器の体積を徐々に大きくすると、体積が 13 L で、すべての液体が気体になる。

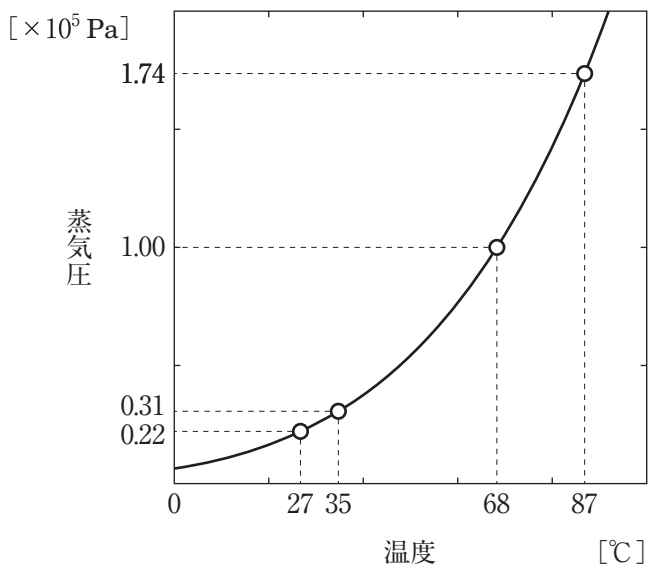


図 ヘキサンの蒸気圧曲線.

1 の解答群

- ① C_nH_{2n-2} ② C_nH_{2n-1} ③ C_nH_{2n} ④ C_nH_{2n+1} ⑤ C_nH_{2n+2}

2 の解答群

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

3 の解答群

- ① -199 ② -481 ③ -979 ④ -1194
 ⑤ -2985 ⑥ -4167 ⑦ -4586 ⑧ -6169

4 の解答群

- ① オクタン ② メタン ③ ペンタン ④ ヘプタン
⑤ デカン ⑥ プロパン ⑦ ドデカン ⑧ ブタン

5 , **7** の解答群

- ① 高 い ② 低 い

6 , **8** の解答群

- ① はたらくファンデルワールス力が大きい
② はたらくファンデルワールス力が小さい
③ 共有結合が生じる
④ 水素結合が生じる
⑤ イオン結合が生じる
⑥ 配位結合が生じる

9 , **10** の解答群

- ① 8.0×10^3 ② 1.9×10^4 ③ 2.2×10^4 ④ 3.0×10^4 ⑤ 3.6×10^4
⑥ 3.8×10^4 ⑦ 6.0×10^4 ⑧ 7.3×10^4 ⑨ 1.0×10^5 ⑩ 1.7×10^5

11 の解答群

- ① 0.027 ② 0.073 ③ 0.10 ④ 0.27 ⑤ 0.73
⑥ 1.0 ⑦ 2.3 ⑧ 4.3 ⑨ 6.3 ⑩ 8.6

12 , **13** の解答群

- ① 8.3 ② 10 ③ 11 ④ 14 ⑤ 16
⑥ 19 ⑦ 20 ⑧ 23 ⑨ 28 ⑩ 32

(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 ～ 24 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。同じものを繰り返し選んでもよい。必要があれば、次の値を用いよ。原子量：C=12, O=16, Fe=56

鉄は、鉱山から採掘された鉄鉱石を、高炉（溶鉱炉）の中でコークスと石灰石とともに熱してつくられる。鉄鉱石から鉄を精錬する過程を、コークスに含まれる炭素 C（黒鉛）による酸化鉄 Fe_2O_3 （赤鉄鉱）の 14 として整理すると、次の反応式のようなになる。



この反応式をもとに鉄の精錬を考えると、17 kg の鉄を得るために、18 kg の二酸化炭素が排出されることがわかる。鉄鉱石に含まれる成分の一部は、石灰石の熱分解で生成した CaO と反応して、19 は CaSiO_3 となり、20 は $\text{Ca}(\text{AlO}_2)_2$ となる。これらはスラグとよばれる物質となって、溶けた銑鉄の上に浮かぶ。高炉から取り出された銑鉄は、転炉に移して鋼に変えられる。

鉄は空気中で酸化され、さびやすい。鉄に 15% 程度の 21 とニッケルを添加したステンレス鋼は、表面に 22 とよばれる緻密な酸化被膜が形成され、さびにくい。また、鉄の表面にめっきを施して、鉄を保護する方法がある。トタンは、イオン化傾向が鉄より 23 をめっきしたものである。ブリキは、イオン化傾向が鉄より 24 をめっきしたものであるが、めっきに傷がつくと、内部の鉄はさびやすくなる。

14 の解答群

- ① 酸化 ② 還元 ③ 中和 ④ 蒸留 ⑤ 再結晶

15 , 16 , 17 の解答群

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

18 の解答群

- | | | | |
|--------|-------|-------|-------|
| ① 0.50 | ② 1.0 | ③ 2.0 | ④ 5.0 |
| ⑤ 10 | ⑥ 12 | ⑦ 15 | ⑧ 20 |

19 , 20 の解答群

- | | | | |
|--------|--------|---------|-------|
| ① アルミナ | ② ベンガラ | ③ セッコウ | ④ 石 英 |
| ⑤ 大理石 | ⑥ 重 曹 | ⑦ ソーダ石灰 | ⑧ 緑 青 |

21 の解答群

- | | | | |
|--------|---------|-------|--------|
| ① チタン | ② バナジウム | ③ クロム | ④ マンガン |
| ⑤ コバルト | ⑥ 銅 | ⑦ 銀 | ⑧ 水 銀 |

22 の解答群

- | | | |
|-------|-------|---------|
| ① 半導体 | ② 不動態 | ③ アマルガム |
| ④ 半透膜 | ⑤ 重合体 | ⑥ アルマイト |

23 , 24 の解答群

- | | | | |
|--------|---------|---------|--------|
| ① 大きい銅 | ② 大きい亜鉛 | ③ 大きいスズ | ④ 大きい鉛 |
| ⑤ 小さい銅 | ⑥ 小さい亜鉛 | ⑦ 小さいスズ | ⑧ 小さい鉛 |

Ⅲ 以下の文章を読み、空欄 25 ～ 41 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。空欄 33 には、解答群の中から正しくないものを一つ選んでマークせよ。必要があれば、次の値を用いよ。

原子量：H=1，C=12，N=14，O=16

3種類の有機化合物 **A**、**B**、**C** があり、構造式は、25，26，27 の解答群に示す6種類のうちのいずれかであることがわかっている。**A**、**B**、**C** の構造式を決定するために、次の実験(i)～(iv)を行った。

- (i) 圧力 1.0×10^5 Pa、温度 300 K のもとで、**A** は液体、**B** と **C** は固体であった。温度を 350 K にすると、**B** は液体になったが、**C** は固体のままであった。
- (ii) 化合物 **A**、**B**、**C** の元素分析を行ったところ、それぞれの化合物 100 mg 中に含まれる炭素 C と水素 H の質量は、次の表に示す通りであった。

表 化合物 **A**、**B**、**C** 各 100 mg 中に含まれる C と H の質量 (mg)。

化合物	A	B	C
炭素 C	38.7	62.1	57.8
水素 H	9.7	13.8	3.6

- (iii) 「**A** のみ」，「**B** のみ」，「**C** のみ」，および，「**A** と **B**」，「**A** と **C**」，「**B** と **C**」の組み合わせ、全6種類をそれぞれ別の試験管に入れ、380 K まで加熱したところ、「**A** と **C**」および「**B** と **C**」の混合物からは重合体が生成したが、それ以外では新たな生成物は認められなかった。
- (iv) 3本の試験管に化合物 **A**、**B**、**C** をそれぞれ 1.0 g ずつはかりとり、ソーダ石灰を 1.0 g ずつ加えてガスバーナーで熱した。濃塩酸が付いたガラス棒を試験管の口に近づけたところ、**A** と **C** の試験管では変化がなかったが、**B** の試験管では白煙の発生

が確認された。

以上の結果から、化合物 **A** の構造式は , **B** の構造式は , **C** の構造式は である。また、「**A** と **C**」から生成した重合体は , 「**B** と **C**」から生成した重合体は である。 分子の をともなうこれらの反応は、 重合とよばれる。重合体 と の説明として、正しいものではないものは である。

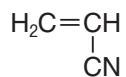
一般に、アルケンと総称される 化合物は、 反応を起こしやすい。一方、ベンゼン環が特徴である 化合物は、 反応を起こしやすい。重合体 の一種であり、防弾チョッキや消防服の素材につかわれる 繊維は、 化合物をモノマーに用いて合成される。モノマーの環状構造を保持したまま重合する 繊維は、強靱な性質をもつ。

高分子には、繊維や樹脂のほかにさまざまな用途がある。カーボンブラックとよばれる無定形炭素の黒色粒子を、 の水溶液に分散させたコロイドは、安価な墨汁に用いられる。 は、ポリ酢酸ビニルを してつくられる高分子化合物であり、ビニロンの原料になる。墨汁における の役割に関する次の説明(a)～(d)のうち、正しいものの組み合わせは である。

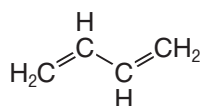
- (a) カーボンブラック粒子は疎水コロイドなので、 はその塩析を防ぐ
- (b) はカーボンブラック粒子に吸着し、保護コロイドを形成する
- (c) 電解質が加えられたとき、 はカーボンブラック粒子の凝析を防ぐ
- (d) はカーボンブラック粒子と反応し、会合コロイドを形成する

25 , 26 , 27 の解答群

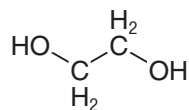
①



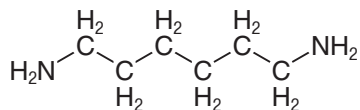
②



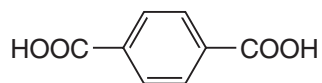
③



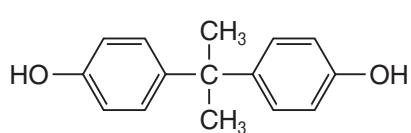
④



⑤



⑥



28 , 29 , 39 の解答群

① ポリエチレン

② ポリプロピレン

③ ポリアミド

④ ポリエステル

⑤ ポリアクリロニトリル

⑥ エポキシ樹脂

⑦ フェノール樹脂

⑧ ポリビニルアルコール

30 の解答群

① H_2O

② H_2

③ CO_2

④ CH_4

⑤ NH_3

⑥ N_2

31 , 32 , 35 , 37 の解答群

① 付 加

② 置 換

③ 脱 離

④ 開 環

⑤ 縮 合

⑥ 架 橋

33 の解答群：次の①～④のうち、正しくないものを一つ選んでマークせよ。

- ① 28 の繊維は、しわになりにくく、衣服の材料となる
- ② 28 は吸湿性が高く、肌触りのよい衣服の材料となる
- ③ 29 は耐摩耗性や弾力性に優れており、衣服や機械部品の材料となる
- ④ 29 は分子内や分子間で水素結合が形成され、強度の高い繊維になる

34 , 36 の解答群

- ① 鎖 式 ② 環 状 ③ 脂肪族
- ④ 芳香族 ⑤ 飽 和 ⑥ 不飽和

38 の解答群

- ① アクリル ② 炭 素 ③ ポリエステル
- ④ アラミド ⑤ アセテート ⑥ 再 生

40 の解答群

- ① 硬 化 ② 転 化 ③ けん化
- ④ ゲル化 ⑤ 乳 化 ⑥ 炭 化

41 の解答群

- ① (a) ② (b) ③ (c) ④ (d)
- ⑤ (a)と(b) ⑥ (a)と(c) ⑦ (a)と(d) ⑧ (b)と(c)
- ⑨ (b)と(d) ⑩ (c)と(d) ⑪ (a)と(b)と(c) ⑫ (a)と(b)と(d)
- ⑬ (a)と(c)と(d) ⑭ (b)と(c)と(d) ⑮ (a)～(d)のすべて

生 物

(解答番号 ～)

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

- 1) 生物の集団における遺伝子頻度と遺伝子型頻度の関係には規則性があることから、次世代の遺伝子頻度や遺伝子型頻度について考えることができる。ここで、ある生物の集団において、対立遺伝子 X と x が存在し、 X の遺伝子頻度が p 、 x の遺伝子頻度が q であるとする。ハーディ・ワインベルグの法則が成り立つとき、次世代における遺伝子型 XX の頻度は p^2 、次世代における Xx の頻度は 、次世代における xx の頻度は q^2 となる。

ここで、遺伝子 x の遺伝子頻度が 0.10 であるとき、対立遺伝子 X の頻度は となる。そして、次世代における遺伝子型 XX の頻度は 、次世代における遺伝子型 Xx の頻度は となる。

に対する解答群

- ① pq ② p^2q^2 ③ $2pq$ ④ p^2q ⑤ pq^2 ⑥ $3pq$

に対する解答群

- ① 0 ② 0.10 ③ 0.20 ④ 0.30 ⑤ 0.40 ⑥ 0.50
⑦ 0.60 ⑧ 0.70 ⑨ 0.80 ⑩ 0.90 ㉐ 1.00

および に対する解答群

- ① 0.01 ② 0.02 ③ 0.04 ④ 0.09 ⑤ 0.10 ⑥ 0.18
⑦ 0.27 ⑧ 0.64 ⑨ 0.81 ⑩ 0.90 ㉐ 1.00

ハーディ・ワインベルグの法則が成立する集団の条件に関する以下の記述 a～dのうち、正しいものは 5 である。

- a 外部との個体の出入りがある。
- b 突然変異が起こらない。
- c 形質により交配相手が決まり有性生殖をする。
- d 自然選択がはたらいている。

5 に対する解答群

- | | | |
|-------------|-------------|--------------|
| ① aのみ | ② bのみ | ③ cのみ |
| ④ dのみ | ⑤ a, bのみ | ⑥ a, cのみ |
| ⑦ a, dのみ | ⑧ b, cのみ | ⑨ b, dのみ |
| ⑩ c, dのみ | Ⓐ a, b, cのみ | Ⓑ a, b, dのみ |
| Ⓒ a, c, dのみ | Ⓓ b, c, dのみ | Ⓔ a, b, c, d |

2) 塩基配列における突然変異は、その大部分が、個体の生存に有利でも不利でもなく、自然選択の影響がおよばないことが多い。たとえば、コドンの（ア）番目の塩基に生じる突然変異には（イ）が多く含まれており、このような（イ）ではアミノ酸配列が変わらず、タンパク質の機能も変わらない。一方、アミノ酸配列が変化しても、そのタンパク質の機能に影響しないこともある。このように、個体の生存に有利でも不利でもない突然変異を中立な突然変異という。突然変異の多くは中立であると考える中立説が 6 によって提唱された。中立な突然変異でも、偶然により世代を経て遺伝子頻度変動する。このような遺伝子頻度の変化を 7 とよぶ。ここで、（ア）と（イ）の正しい組み合わせは 8 である。

6 に対する解答群

- ① 木村資生 ② ジェームズ・ワトソン ③ キャリー・マリス
④ 下村脩 ⑤ 岡崎令治 ⑥ チャールズ・ダーウィン

7 に対する解答群

- ① 遺伝子組換え ② 遺伝的浮動 ③ 包括適応度
④ 共進化 ⑤ 地理的隔離

8 に対する解答群

	(ア)	(イ)
①	1	同義置換
②	1	ミスセンス突然変異
③	1	ナンセンス突然変異
④	2	同義置換
⑤	2	ミスセンス突然変異
⑥	2	ナンセンス突然変異
⑦	3	同義置換
⑧	3	ミスセンス突然変異
⑨	3	ナンセンス突然変異

3) 生物のもつ DNA の塩基配列やアミノ酸配列は、突然変異によって変化する。系統的に遠い関係にある生物間ほど、近い関係にある生物間より塩基配列やアミノ酸配列が異なる。このような配列に生じた変化の蓄積は 9 とよばれる。

様々な生物間で、DNA の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列が、時間の経過とともに、ほぼ一定の速度で変化することを 10 とよぶ。これを用いて、2 種の生物が共通祖先から分岐した年代を推定することができる。たとえば、ヒトとウシのヘモグロビン α 鎖のアミノ酸配列には17個の違いがある。これはヒトとウシの共通祖先がもつアミノ酸配列が、分岐した後にそれぞれ置換した結果、現在17個の違いが生じたということである。化石などの別の証拠から、ヒトとウシが共通祖先から分岐したのは約8000万年前だということがわかっている。これらのことから、平均すると約 11 万年に1個の頻度でアミノ酸の置換が起きたことがわかる。

12 は、DNA の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の種間の比較に基づいてつくられ、進化の過程で派生した生物について、枝分かれした線で表した図である。

9 に対する解答群

- | | | |
|----------|----------|--------|
| ① 同所的種分化 | ② 異所的種分化 | ③ 環境変異 |
| ④ 分子進化 | ⑤ 隔世遺伝 | ⑥ 化学進化 |

10 に対する解答群

- | | | |
|--------|--------|-----------|
| ① 生物時計 | ② 反応速度 | ③ 分子時計 |
| ④ 適応放散 | ⑤ 伝導速度 | ⑥ ペースメーカー |

11 に対する解答群

- | | | | | | |
|------|------|------|-------|-------|-------|
| ① 24 | ② 47 | ③ 94 | ④ 235 | ⑤ 471 | ⑥ 941 |
|------|------|------|-------|-------|-------|

12 に対する解答群

- | | | |
|---------|---------|--------|
| ① 生産構造図 | ② 原基分布図 | ③ 検定交雑 |
| ④ 分子系統樹 | ⑤ 血縁度 | |

(第Ⅱ問は次ページから始まる)

Ⅱ ヒトの獲得免疫に関する以下の文章中の [13] ～ [24] に最も適切なものを解答群から選び、その番号を解答欄にマークせよ。ただし、異なる番号の [] に同じものを繰り返し選んでもよい。

1) 体液性免疫ではたらし、抗原と特異的に結合する [13] とよばれるタンパク質を抗体という。病原体が体内に侵入したとき、病原体由来の抗原タンパク質に対する抗体が、以下 a ～ h の順序で産生され、病原体の増殖を防ぐ。

a 食細胞のひとつである [14] が病原体を認識し、これを取り込み活性化し、病原体の侵入部位から [15] に移動する。

b [14] は、[15] に存在する [16] に対して、抗原情報を提示する。

c このとき、[14] は、抗原タンパク質断片を、膜タンパク質である [17] を介して [16] に提示する。一方、[16] は、提示された抗原情報を、膜タンパク質である [18] で認識すると活性化し、増殖する。

d 一方、獲得免疫で働く [19] も、抗原を特異的に認識することができる。
[19] は、抗原の構造を認識する受容体タンパク質を細胞表面にもち、細胞内に取りこまれた病原体由来の抗原タンパク質を分解し、細胞の表面に提示する。

e 増殖した [16] は、[19] からの抗原の提示を受ける。このとき [16] は、提示された抗原情報が自分の認識できる抗原情報と一致すると、[19] を活性化する。

f 活性化した [19] は増殖し、抗体を分泌する [20] に分化する。

g [20] から分泌された抗体は、体液によって病原体の侵入部位に運ばれ、病原体上の抗原タンパク質に結合する。

h 抗体が結合した病原体は、食細胞に取り込まれ消化される。

13 に対する解答群

- | | | |
|-----------|----------|---------|
| ① 免疫グロブリン | ② アルブミン | ③ 補 体 |
| ④ ミオグロビン | ⑤ ヘモグロビン | ⑥ ユビキチン |
| ⑦ 血液凝固因子 | ⑧ サイトカイン | |

14 , 16 , 19 および 20 に対する解答群

- | | | |
|---------|------------|-------------|
| ① 赤血球 | ② キラー T 細胞 | ③ ヘルパー T 細胞 |
| ④ B 細胞 | ⑤ NK 細胞 | ⑥ 好中球 |
| ⑦ マスト細胞 | ⑧ 形質細胞 | ⑨ 樹状細胞 |

15 に対する解答群

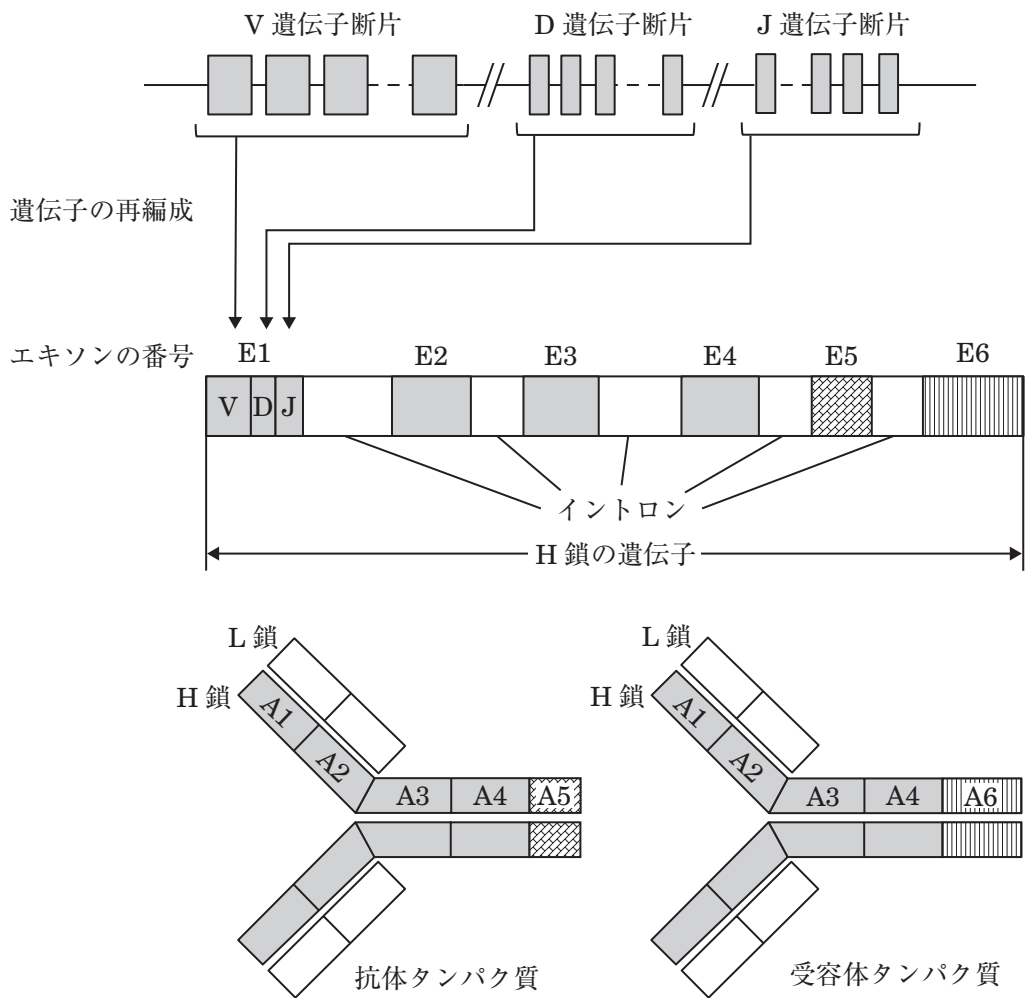
- | | | |
|-------|--------|-------|
| ① 肝 臓 | ② リンパ節 | ③ すい臓 |
| ④ 胸 腺 | ⑤ 骨 髄 | |

17 および 18 に対する解答群

- | | | |
|-----------------|----------|-------------|
| ① シャペロン | ② MHC 分子 | ③ ダイニン |
| ④ キネシン | ⑤ トル様受容体 | ⑥ サイトカイン受容体 |
| ⑦ G タンパク質共役型受容体 | | ⑧ T 細胞受容体 |

下線部は、抗体と同一の H 鎖遺伝子から作られるタンパク質であることがわかっている。抗体産生細胞では、H 鎖遺伝子が転写されたあと、エキソンのつながりが変わることにより、受容体タンパク質の H 鎖、あるいは抗体タンパク質の H 鎖のいずれかに翻訳される mRNA が生じる。図 II は、H 鎖遺伝子と、そこから翻訳される受容体タンパク質および抗体タンパク質の構造を模式的に示したものである。エキソン E1 は、19 が成熟する間に、V, D, J 遺伝子のそれぞれの領域から 1 つの遺伝子断片が選ばれて再編成されたものであり、エキソン E1～E6 は、受容体タンパク質と抗体タンパク質の A1～A6 に対応するアミノ酸配列にそれぞれ翻訳される。

エキソン E1 から E4 のうち、抗体タンパク質の可変部に翻訳されるエキソンは 21 であり、抗体タンパク質の定常部に翻訳されるエキソンは 22 である。エキソン E5 は、抗体タンパク質に翻訳される mRNA には含まれるが、受容体タンパク質に翻訳される mRNA には存在しない。一方、エキソン E6 は、受容体タンパク質に翻訳される mRNA には含まれるが、抗体タンパク質に翻訳される mRNA には存在しない。



図Ⅱ

21 および 22 に対する解答群

- | | | |
|-----------------|------------------|-------------|
| ① E1 のみ | ② E2 のみ | ③ E3 のみ |
| ④ E4 のみ | ⑤ E1, E2 のみ | ⑥ E2, E3 のみ |
| ⑦ E3, E4 のみ | ⑧ E1, E2, E3 のみ | |
| ⑨ E2, E3, E4 のみ | ⑩ E1, E2, E3, E4 | |

受容体タンパク質の A6 部分の役割に関する以下の記述 i ～ l のうち、正しいものは 23 である。

- i 受容体タンパク質の、抗原に対して特異的に結合する部分の多様性を増加させる。
- j 受容体タンパク質の、抗原に対して特異的に結合する部分の多様性を減少させる。
- k 受容体タンパク質を細胞表面に配置する。
- l 受容体タンパク質を核内に配置する。

23 に対する解答群

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① i のみ | ② j のみ | ③ k のみ | ④ l のみ |
| ⑤ i, k | ⑥ i, l | ⑦ j, k | ⑧ j, l |

食細胞に関する以下の記述 m ～ o のうち、正しいものは 24 である。

- m 食細胞は、ほ乳類のみに存在する。
- n 食細胞は、病原体に共通する構造を認識し、食作用を行う。
- o マクロファージが病原体を認識して活性化すると、サイトカインを分泌する。

24 に対する解答群

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ① m のみ | ② n のみ | ③ o のみ | ④ m, n のみ |
| ⑤ m, o のみ | ⑥ n, o のみ | ⑦ m, n, o | |

Ⅲ 動物の発生に関する以下の文章中の 25 ～ 37 に最も適切なものを解答群から選び、その番号または記号を解答欄にマークせよ。ただし、異なる番号の に同じものを繰り返し選んでもよい。

- 1) ショウジョウバエの卵は、卵黄が中央に分布する（ア）であり、卵割の様式は、卵の表面だけで卵割が起こる（イ）である。ショウジョウバエの初期発生では、まず核の分裂だけが起こり、分裂した核は卵の表層に移動し、核の周囲が細胞膜に区切られて 25 となる。その後、原腸が形成されはじめると、胚が区画化され、26 という前後軸に沿った繰り返し構造が形成される。ここで、（ア）と（イ）の正しい組み合わせは 27 である。

25 に対する解答群

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 多核体 | ② 胞 胚 | ③ 幼 虫 | ④ 神経胚 |
| ⑤ 尾芽胚 | ⑥ 桑実胚 | ⑦ 合胞体 | |

26 に対する解答群

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 神経溝 | ② 脊 索 | ③ 腸 管 | ④ 側 板 |
| ⑤ 体 節 | ⑥ 胚 帯 | | |

	(ア)	(イ)
①	等黄卵	全 割
②	等黄卵	盤 割
③	等黄卵	表 割
④	端黄卵	全 割
⑤	端黄卵	盤 割
⑥	端黄卵	表 割
⑦	心黄卵	全 割
⑧	心黄卵	盤 割
⑨	心黄卵	表 割

2) ショウジョウバエの卵は、母性効果遺伝子由来の mRNA を蓄えている。

28 mRNA の濃度は未受精卵の前端で最も高く、**29** mRNA の濃度は未受精卵の後端で最も高い。受精後に、これらの mRNA が翻訳されると、受精卵の前後軸に沿ってこれらのタンパク質の濃度勾配が生じる。この濃度勾配に応じて分節遺伝子が **30** の順序で連動し、段階的にはたらく。

28 および **29** に対する解答群

- | | | | |
|--------|---------|----------|---------|
| ① ビコイド | ② コーダル | ③ ハンチバック | ④ ナノス |
| ⑤ ノギン | ⑥ コーディン | ⑦ ロドプシン | ⑧ カスパーゼ |

30 に対する解答群

- ① ギャップ遺伝子群 → ペアルール遺伝子群 → セグメントポラリティ遺伝子群
- ② ペアルール遺伝子群 → ギャップ遺伝子群 → セグメントポラリティ遺伝子群
- ③ セグメントポラリティ遺伝子群 → ペアルール遺伝子群 → ギャップ遺伝子群
- ④ ギャップ遺伝子群 → セグメントポラリティ遺伝子群 → ペアルール遺伝子群
- ⑤ ペアルール遺伝子群 → セグメントポラリティ遺伝子群 → ギャップ遺伝子群
- ⑥ セグメントポラリティ遺伝子群 → ギャップ遺伝子群 → ペアルール遺伝子群

3) ショウジョウバエのからだは、頭部、胸部、腹部からなる。ホメオティック遺伝子の突然変異が起きると、からだのある構造が本来形成されるべき位置に形成されず、別の構造に置き換わる。このような変異を起こしたものを、ホメオティック突然変異体といい、触角のかわりに脚が頭部の位置に生じる（ウ）突然変異体や、前胸、中胸、後胸からなる胸部の、後胸が中胸に変換されることで2対の翅が生じる（エ）突然変異体が報告されている。ここで、（ウ）と（エ）の正しい組み合わせは

31

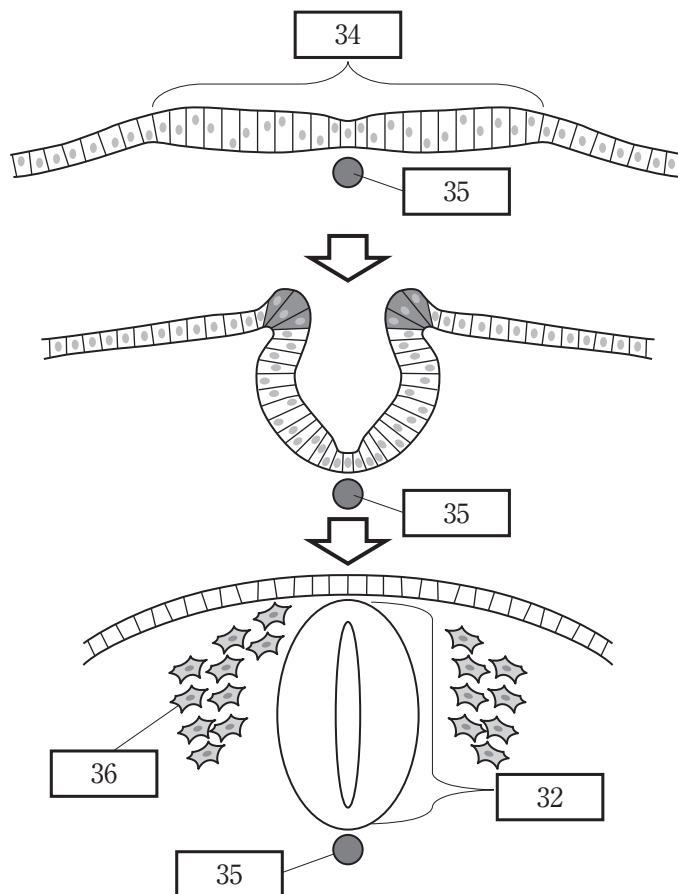
 である。

31

 に対する解答群

	(ウ)	(エ)
①	ディシェベルド	アンテナペディア
②	ディシェベルド	バイソラックス
③	ディシェベルド	フルートレス
④	アンテナペディア	ディシェベルド
⑤	アンテナペディア	バイソラックス
⑥	アンテナペディア	フルートレス
⑦	バイソラックス	ディシェベルド
⑧	バイソラックス	アンテナペディア
⑨	バイソラックス	フルートレス
⑩	フルートレス	ディシェベルド
a	フルートレス	アンテナペディア
b	フルートレス	バイソラックス

4) 脊椎動物の神経胚の発生の過程では、細胞接着にかかわる分子による細胞層のつながりが起こる。図Ⅲは 32 の形成の過程を模式的に示したものである。細胞接着にかかわる分子のひとつである 33 は、カルシウムイオン存在下ではたつき、同じタイプの 33 を細胞表面に持つ細胞どうしの接着にかかわる。神経胚背側の外胚葉には特定の 33 が発現するが、34 の形成まで発生が進むと、神経胚背側とは異なる 33 が発現しはじめる。ここで、同じタイプの 33 を発現する細胞どうしの接着が起こり、表皮から分離した 32 の形成が促される。このとき、中胚葉から分化して形成された 35 も外胚葉の分化に関与する。一方、36 は、32 が形成されるときに、32 の背側と表皮の間に生じる。36 は、外胚葉由来の遊走する細胞群であり、どちらの 33 も発現していない。



図Ⅲ

32 , **34** および **35** に対する解答群

- | | | |
|-------|----------|-------|
| ① 神経板 | ② 灰色三日月環 | ③ 側板 |
| ④ 眼胞 | ⑤ 眼杯 | ⑥ 体節 |
| ⑦ 腎節 | ⑧ 脊索 | ⑨ 神経管 |

33 に対する解答群

- | | | | |
|---------|---------|--------|----------|
| ① カドヘリン | ② BMP | ③ オプシン | ④ インテグリン |
| ⑤ FGF | ⑥ Hox10 | ⑦ SHH | ⑧ Pax6 |

36 に対する解答群

- | | | |
|-----------|----------|--------------|
| ① 神経細胞 | ② シュワン細胞 | ③ オリゴデンドロサイト |
| ④ マクロファージ | ⑤ 線維芽細胞 | ⑥ 神経堤細胞 |

下線部のように、カルシウムイオンが関与する生体内の反応やその変化に関する以下の記述 a ～ c のうち、正しいものは **37** である。

- a 神経軸索から神経終末に興奮が伝導すると、カルシウムイオンが細胞外に流出する。
- b パラトルモンが作用すると、血中のカルシウムイオン濃度が下がる。
- c 血液凝固におけるプロトロンビンのトロンビンへの変換に、血しょう中のカルシウムイオンが関与する。

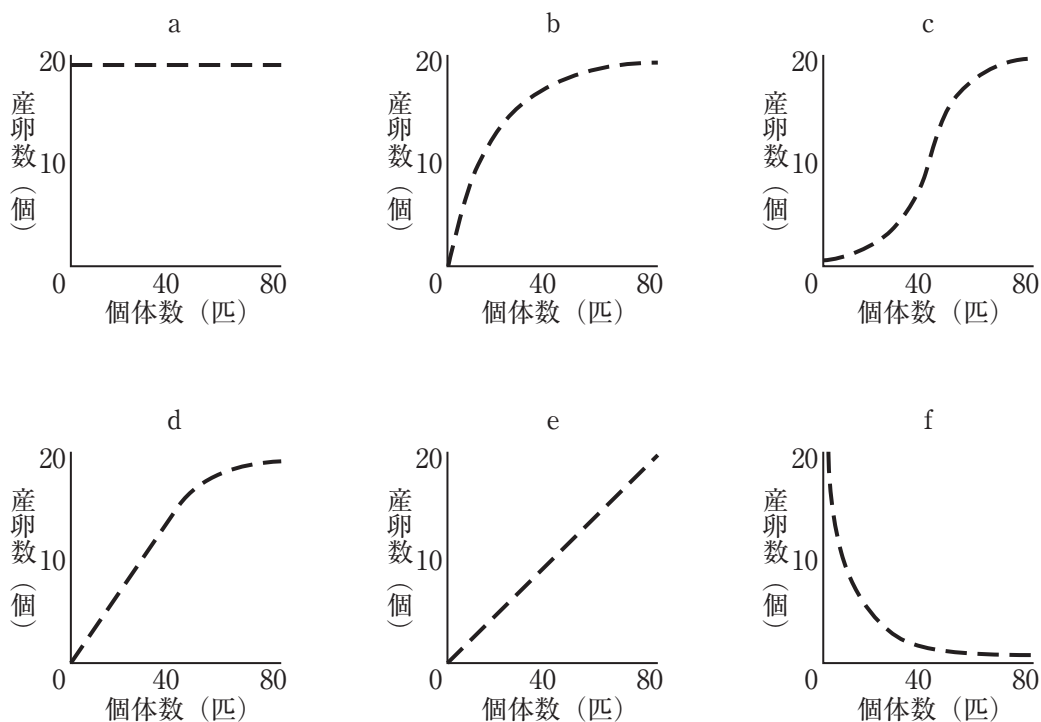
37 に対する解答群

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

(第Ⅳ問は次ページから始まる)

Ⅳ 生物の個体群に関する以下の文章中の 38 ～ 49 に最も適切なものを解答群から選び、その番号または記号を解答欄にマークせよ。ただし、異なる番号の に同じものを繰り返し選んでもよい。

- 1) 一定の大きさの飼育びんの中に十分な餌を入れ、ショウジョウバエを飼育した。このとき、飼育する雌雄一対の数を飼育びんごとに換え、次の世代が羽化するまで飼育を継続し、雌1個体の1日あたりの産卵数を計測した。その結果、それぞれの飼育びんごとの雌1個体あたりの産卵数と、親世代の成虫の個体数をグラフにまとめたとき、産卵数と個体数の関係に密度効果が認められた。ここで、図Ⅳ－1のa～fのグラフのうち、計測された産卵数と個体数の関係をあらわすグラフは 38 である。



図Ⅳ－1

38 に対する解答群

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ e ⑥ f

トノサマバッタは個体群密度の違いで、孤独相や群生相へ相変異する。孤独相と群生相のトノサマバッタを比較すると、孤独相では、体色は（ア）であり、後脚は（イ）、体長に対して前翅が（ウ）成虫になる。これに対して、群生相では、体色は（エ）であり、後脚は（オ）、体長に対して前翅が（カ）成虫になる。長距離の移動に適しているのは（キ）の成虫である。また、雌1匹あたりの産卵数を比較すると、孤独相では（ク）、群生相では（ケ）。ここで、（ア）～（カ）の正しい組み合わせは 39 であり、（キ）～（ケ）の正しい組み合わせは 40 である。

39 に対する解答群

	（ア）	（イ）	（ウ）	（エ）	（オ）	（カ）
①	黒褐色	長 く	長 い	緑褐色	短 く	短 い
②	黒褐色	長 く	短 い	緑褐色	短 く	長 い
③	黒褐色	短 く	長 い	緑褐色	長 く	短 い
④	黒褐色	短 く	短 い	緑褐色	長 く	長 い
⑤	緑褐色	長 く	長 い	黒褐色	短 く	短 い
⑥	緑褐色	長 く	短 い	黒褐色	短 く	長 い
⑦	緑褐色	短 く	長 い	黒褐色	長 く	短 い
⑧	緑褐色	短 く	短 い	黒褐色	長 く	長 い

40 に対する解答群

	（キ）	（ク）	（ケ）
①	孤独相	多 く	少ない
②	孤独相	少なく	多 い
③	群生相	多 く	少ない
④	群生相	少なく	多 い

2) ある草原（面積 $10.0 \times 10^3 \text{ m}^2$ ）に生育している植物 P の個体数（本）を，区画法を用いて推定した。植物 P は集中分布する傾向があり，この草原には，個体群密度の高い領域 Y（面積 $3.0 \times 10^3 \text{ m}^2$ ）と低い領域 Z（面積 $7.0 \times 10^3 \text{ m}^2$ ）が存在していた。1 区画を 1.0 m^2 とし，1 区画に生育している植物 P の個体数を，領域 Y と領域 Z でそれぞれ 5 区画ずつ計測し，その結果を表Ⅳ－1 にまとめた。この結果より，この草原の領域 Y における植物 P の個体群密度は 41 本/ m^2 ，領域 Z における個体群密度は 42 本/ m^2 と推定できる。また，この草原全体に生育している植物 P の総個体数は 43 本と推定できる。

このような区画法を用いて一定の地域の総個体数を推定できる動物は，クサガメ，シオカラトンボ，フジツボ，タモロコ，モンシロチョウのうち，44 である。

表Ⅳ－1

	区画 1	区画 2	区画 3	区画 4	区画 5
領域 Y	15本	20本	18本	12本	14本
領域 Z	2 本	4 本	2 本	3 本	1 本

41 および 42 に対する解答群

- ① 1.2 ② 2.4 ③ 4.8 ④ 9.6 ⑤ 12.0
 ⑥ 13.7 ⑦ 15.8 ⑧ 18.9 ⑨ 21.3 ⑩ 24.0
 ① a 37.4 ② b 56.2 ③ c 79.0 ④ d 95.1

43 に対する解答群

- ① 5.1×10^3 ② 6.4×10^3 ③ 8.3×10^3 ④ 1.2×10^4
 ⑤ 3.2×10^4 ⑥ 5.1×10^4 ⑦ 6.4×10^4 ⑧ 8.3×10^4
 ⑨ 1.2×10^5 ⑩ 3.2×10^5

44 に対する解答群

- ① クサガメ ② シオカラトンボ ③ フジツボ
 ④ タモロコ ⑤ モンシロチョウ

- 3) 動物では、個体どうしが集まって行動することがある。このような集団は群れとよばれる。群れを形成する利益に関する以下の記述 g～i のうち、正しいものは 45 である。

g 敵に対する警戒・防衛能力が向上する。

h 食物の発見や獲得が効率的になる。

i 求愛・交尾といった繁殖行動が容易になる。

45 に対する解答群

- ① g のみ ② h のみ ③ i のみ ④ g, h のみ
⑤ g, i のみ ⑥ h, i のみ ⑦ g, h, i

4) アゲハはミカンやカラタチの葉に卵を産みつける。産みつけられた卵は、産卵約 4 日後にふ化し、1～5 齢幼虫期を経て、約21日後に蛹になり、約31日後に蛹からう化し、成虫となる。表Ⅳ－2 はアゲハの成虫になるまでの各発育段階において、時間とともに生存数が減少していくようすを示した生命表である。ここで、1 齢幼虫期の死亡率は 46 %であり、4 齢幼虫期の死亡数は 47 である。

表Ⅳ－2

発育段階	期間のはじめの生存数	期間内の死亡数	期間内の死亡率 (%)	産卵から期間の終わりまでの経過日数
卵期 (4 日間)	1000	520	52	4
1 齢幼虫期 (3 日間)	480	183	46	7
2 齢幼虫期 (3 日間)	297	114	38	10
3 齢幼虫期 (3 日間)	183	90	49	13
4 齢幼虫期 (3 日間)	93	47	46	16
5 齢幼虫期 (5 日間)	50	25	50	21
蛹期 (10日間)	25	19	76	31
成虫	6			

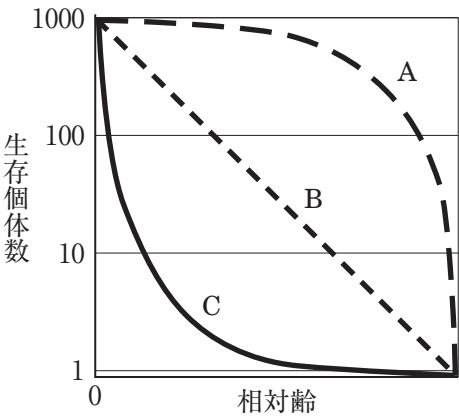
46 および 47 に対する解答群

- ① 30 ② 33 ③ 35 ④ 38 ⑤ 40 ⑥ 43
 ⑦ 45 ⑧ 47 ⑨ 50 ⑩ 53 a 55

生命表の生存数の変化をグラフにしたものを生存曲線といい、生存曲線の形は、種によってさまざまである。代表的な3つの生存曲線A～Cを模式的に示したのが、図Ⅳ－2である。表Ⅳ－2をもとにアゲハの生存曲線を作成すると、(コ)に最も似た形になる。これは、(サ) ためである。ここで、(コ) と (サ) の正しい組み合わせは

48

 である。



図Ⅳ－2

48

 に対する解答群

	(コ)	(サ)
①	A	出生初期の死亡率が高い
②	A	各時期の死亡率がほぼ一定である
③	A	出生初期の死亡率が低い
④	B	出生初期の死亡率が高い
⑤	B	各時期の死亡率がほぼ一定である
⑥	B	出生初期の死亡率が低い
⑦	C	出生初期の死亡率が高い
⑧	C	各時期の死亡率がほぼ一定である
⑨	C	出生初期の死亡率が低い

以下の j ～ m の動物のうち、自然界における生存曲線が A に似た形を取るものは

49 である。

j アサリ k シジュウカラ l ニホンザル m ミツバチ

49 に対する解答群

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| ① j のみ | ② k のみ | ③ l のみ |
| ④ m のみ | ⑤ j, k のみ | ⑥ j, l のみ |
| ⑦ j, m のみ | ⑧ k, l のみ | ⑨ k, m のみ |
| ⑩ l, m のみ | Ⓐ j, k, l のみ | Ⓑ j, k, m のみ |
| Ⓒ j, l, m のみ | Ⓓ k, l, m のみ | Ⓔ j, k, l, m |