

理工学部（2025年4月開設）

理科サンプル問題

無断複写（転用・転載）はご遠慮ください。

物 理
(サンプル問題)

物 理

第 1 問 次の問い（問 1～5）に答えよ。

問 1 x 軸上を一定の加速度で運動する物体がある。物体の速度および加速度は x 軸正の向きを正とする。物体は時刻 0 s に x 軸上の点 A を速度 5.0 m/s で通過した後、時刻 4.0 s に x 軸上の点 B を速度 -3.0 m/s で通過した。この物体の加速度は何 m/s^2 か。最も適当なものを、次の ①～⑥のうちから一つ選べ。

① -8.0 m/s^2

② -2.0 m/s^2

③ -0.50 m/s^2

④ 2.0 m/s^2

⑤ 4.0 m/s^2

⑥ 8.0 m/s^2

問2 次の文章中の空欄 , に入れる数値の組合せとして最も適当なものを、下の ① ~ ⑨ のうちから一つ選べ。

抵抗 R_1 , R_2 , R_3 および電圧が 1.2 V の電池 E を用いて図1の回路を作った。抵抗 R_1 , R_2 の抵抗値はそれぞれ $10\ \Omega$, $20\ \Omega$ であり、抵抗 R_3 に流れる電流の大きさは 0.20 A であった。導線の抵抗および電池 E の内部抵抗は無視できるものとする。電池 E に流れる電流の大きさは A であり、この回路において抵抗 R_1 , R_2 , R_3 の合成抵抗は Ω である。

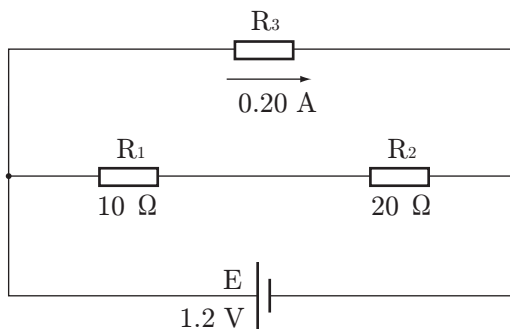


図1

	ア	イ
①	0.24	5.0
②	0.24	7.2
③	0.24	36
④	0.50	5.0
⑤	0.50	7.2
⑥	0.50	36
⑦	0.60	5.0
⑧	0.60	7.2
⑨	0.60	36

問3 次の文章中の空欄 ・ に入れるものの組合せとして最も適当なものを、後の①～⑧のうちから一つ選べ。

媒質中を x 軸正の向きに伝わる振幅 2.0 m の正弦波がある。波の伝わる速さは 3.0 m/s である。 x 軸上の媒質は y 軸方向に振動しており、時刻 $t = 0\text{ s}$ での媒質の変位 y と位置 x の関係を表すグラフは図2で表される。この正弦波の振動数は Hz であり、位置 $x = 2.5\text{ m}$ の媒質の変位 y と時刻 t の関係を表すグラフは である。

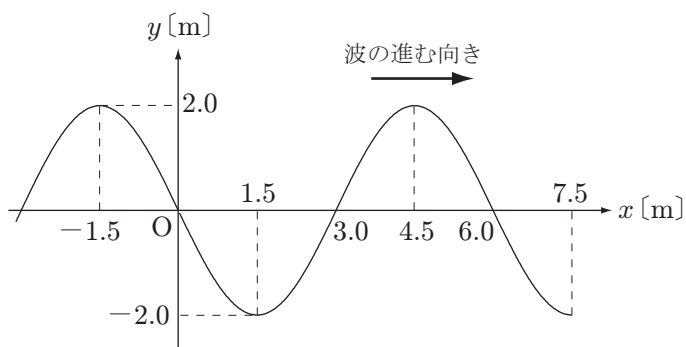
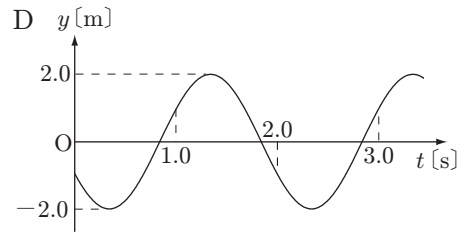
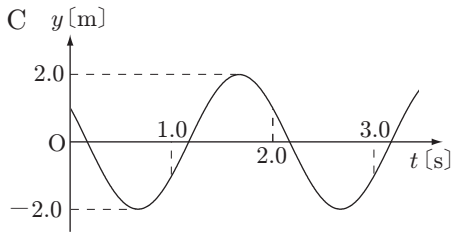
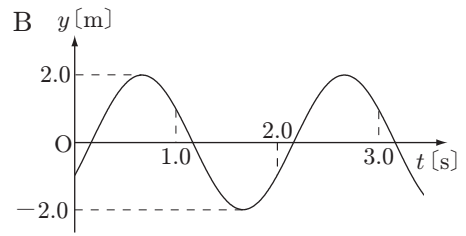
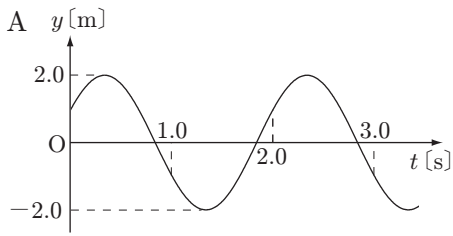


図2



	ア	イ
①	0.50	A
②	0.50	B
③	0.50	C
④	0.50	D
⑤	1.0	A
⑥	1.0	B
⑦	1.0	C
⑧	1.0	D

問4 次の文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入れるものの組合せとして最も適当なものを、下の ① ~ ⑧ のうちから一つ選べ。 **4**

図3のように、目盛りのついたガラス管にピストンを入れ、ガラス管の左側でおんさを鳴らしながらピストンをガラス管の左端から右端に向かってゆっくりと動かしていく。音速は 340 m/s で一定である。ガラス管の左端からピストンまでの距離を L とすると、 $L = 18.0 \text{ cm}$ のときに1回目の共鳴が、 $L = 58.0 \text{ cm}$ のときに2回目の共鳴が生じた。おんさの振動数は **ア** Hz であり、2回目の共鳴において気柱に生じる定在波(定常波)を横波で表示した図は **イ** である。

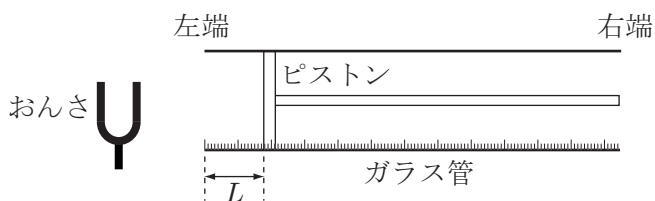
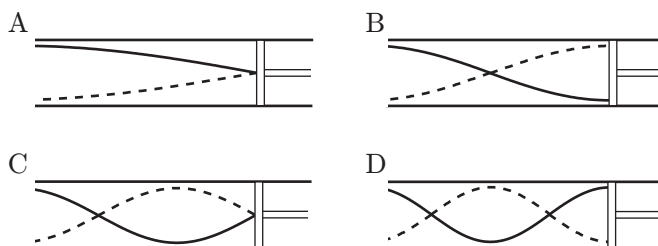


図3



	ア	イ
①	425	A
②	425	B
③	425	C
④	425	D
⑤	850	A
⑥	850	B
⑦	850	C
⑧	850	D

問 5 260 g の水を入れた容器があり、はじめ水と容器の温度は $20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ で一定であった。水の比熱は $4.20\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、容器の熱容量は $168\text{ J}/\text{K}$ である。水の中に $95.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ に熱した質量 100 g の金属球を入れて断熱材で容器を覆ったところ、やがて水、容器、金属球の温度は $25.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ で一定となった。熱は水と容器および金属球の間でのみ移動するものとする。金属球の比熱は何 $\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ か。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① $0.350\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ ② $0.500\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ ③ $0.725\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$
④ $0.900\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ ⑤ $1.20\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ ⑥ $1.36\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$

第2問 次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。

図1のように、水平な床と斜面が点Pにおいてなめらかに接続されている。斜面が水平方向となす角は 30° であり、点Aから点Bまで斜面に沿って距離 $2d$ の部分はあらく、区間AB以外の斜面および床面はなめらかである。また、床面から点Bまでの鉛直方向の高さは d である。

床面には質量 $2m$ の小物体およびばね定数 k のばねが静止している。ばねの右端は小物体に取り付けられており、はじめばねは自然長である。

点Aにおいて質量 m の小球を静かにはなしたところ、小球は斜面に沿って下向きに点Aから点Bまで運動し、さらに斜面に沿って下向きに運動して点Pを通過した直後の速さは v_0 であった。その後、小球はばねの左端に接触してばねを押し縮め、小物体は右向きに運動しはじめた。斜面の区間ABと小球との間の動摩擦係数は $\frac{1}{2\sqrt{3}}$ であり、小球と小物体の大きさ、空気抵抗およびばねの質量は無視できるものとする。重力加速度の大きさを g とする。

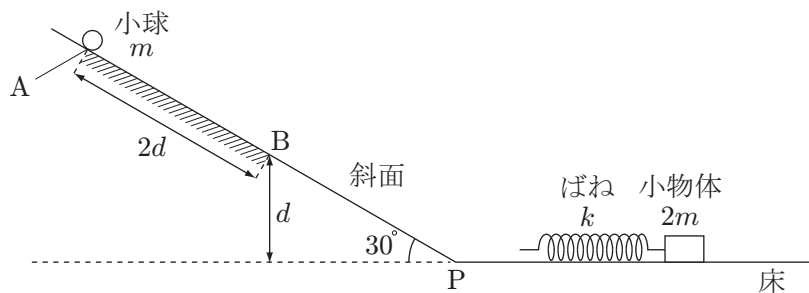


図1

問1 小球が斜面に沿って下向きにAB間を運動するとき、小球に作用する動摩擦力の大きさを表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 1

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

問2 小球が斜面に沿って下向きに AB 間を運動するとき、小球の加速度の大きさを表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 2

① $\frac{1}{6}g$

② $\frac{\sqrt{3}}{9}g$

③ $\frac{1}{4}g$

④ $\frac{\sqrt{3}}{6}g$

⑤ $\frac{1}{3}g$

⑥ $\frac{\sqrt{3}}{4}g$

問3 速さ v_0 を表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

3

① $\sqrt{\frac{gd}{3}}$

② $\sqrt{\frac{2gd}{3}}$

③ \sqrt{gd}

④ $\sqrt{2gd}$

⑤ $\sqrt{3gd}$

⑥ $2\sqrt{gd}$

問4 小球がばねに接触した後、やがてばねは最短になり、そのとき床に対する小球と小物体の速度が等しくなった。その速度の大きさを表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

① $\frac{1}{6}v_0$

② $\frac{1}{4}v_0$

③ $\frac{1}{3}v_0$

④ $\frac{1}{2}v_0$

⑤ $\frac{2}{3}v_0$

⑥ $\frac{3}{4}v_0$

問5 ばねが最短になったときのばねの縮みを表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

① $\frac{v_0}{2}\sqrt{\frac{m}{k}}$

② $v_0\sqrt{\frac{m}{3k}}$

③ $v_0\sqrt{\frac{m}{2k}}$

④ $v_0\sqrt{\frac{2m}{3k}}$

⑤ $2v_0\sqrt{\frac{m}{3k}}$

⑥ $v_0\sqrt{\frac{2m}{k}}$

物 理
(略 解)

第1問

問1 物体の加速度を a とすると、加速度の定義より、

$$a = \frac{(-3.0 \text{ m/s}) - 5.0 \text{ m/s}}{4.0 \text{ s}} = -2.0 \text{ m/s}^2 \quad \dots\dots (\text{答}) \quad \boxed{1} \quad \textcircled{2}$$

問2 抵抗 R_1 と抵抗 R_2 の直列接続の合成抵抗値は 30Ω であり、抵抗 R_1 と抵抗 R_2 の電圧の和は 1.2 V であるから、抵抗 R_1 と抵抗 R_2 に流れる電流の大きさを I_{12} とすると、オームの法則より、

$$I_{12} = \frac{1.2 \text{ V}}{30 \Omega} = 0.040 \text{ A}$$

である。キルヒホッフ第1法則より、電池 E に流れる電流の大きさは、

$$0.20 \text{ A} + 0.040 \text{ A} = 0.24 \text{ A} \quad \dots\dots (\text{答})$$

である。抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 の合成抵抗値を R とすると、オームの法則より、

$$R = \frac{1.2 \text{ V}}{0.24 \text{ A}} = 5.0 \Omega \quad \dots\dots (\text{答}) \quad \boxed{2} \quad \textcircled{1}$$

【別解】

抵抗 R_3 の抵抗値を r とすると、抵抗 R_3 の電圧は 1.2 V であるから、オームの法則より、

$$r = \frac{1.2 \text{ V}}{0.20 \text{ A}} = 6.0 \Omega$$

である。抵抗 R_1 と抵抗 R_2 の直列接続の合成抵抗値 30Ω を用いて、

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{6.0 \Omega} + \frac{1}{30 \Omega} \quad \text{よって、} R = 5.0 \Omega$$

問3 正弦波の波長を λ とすると、図2より $\lambda = 6.0 \text{ m}$ である。振動数を f とすると、波の基本式より、

$$3.0 \text{ m/s} = f \times 6.0 \text{ m} \quad \text{よって、} f = 0.50 \text{ Hz} \quad \dots\dots (\text{答})$$

である。図2の時刻 $t = 0 \text{ s}$ では位置 $x = 2.5 \text{ m}$ の媒質は変位 y が負である。時刻 $t = 0 \text{ s}$ で $x = 1.5 \text{ m}$ にあった変位 $y = -2.0 \text{ m}$ が x 軸正の向きに伝わり、やがて位置 $x = 2.5 \text{ m}$ での変位となる。よって、位置 $x = 2.5 \text{ m}$ における変位 y と時刻 t の関係を表すグラフは選択肢 D である。 $\dots\dots (\text{答}) \quad \boxed{3} \quad \textcircled{4}$

問4 おんさから発せられる音波の波長を λ とすると、

$$\frac{\lambda}{2} = 58.0 \text{ cm} - 18.0 \text{ cm} \quad \text{よって、} \lambda = 80.0 \text{ cm} = 0.80 \text{ m}$$

である。振動数を f とすると、波の基本式より、

$$f = \frac{340 \text{ m/s}}{0.80 \text{ m}} = 425 \text{ Hz} \quad \dots\dots (\text{答})$$

である。気柱が共鳴しているとき、ガラス管の左端のわずかに外側に定在波（定常波）の腹が、ピストンの位置には定在波の節が存在する。2回目の共鳴の定在波の様子を表す図は C である。 $\dots\dots (\text{答}) \quad \boxed{4} \quad \textcircled{3}$

問5 水の熱容量と容器の熱容量の和は、

$$4.20 \text{ J/(g} \cdot \text{K)} \times 260 \text{ g} + 168 \text{ J/K} = 1260 \text{ J/K}$$

である。金属球の比熱を c とすると、熱量保存則より、

$$c \times 100 \text{ g} \times 70.0 \text{ K} = 1260 \text{ J/K} \times 5.00 \text{ K} \quad \text{よって、} c = 0.900 \text{ J/(g} \cdot \text{K)} \quad \dots\dots (\text{答}) \quad \boxed{5} \quad \textcircled{4}$$

第2問

問1 斜面が小球に及ぼす垂直抗力の大きさを N とすると、小球について、斜面に垂直な方向の力のつり合いより、

$$N = mg \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} mg$$

である。動摩擦力の大きさを f とすると、

$$f = \frac{1}{2\sqrt{3}} N = \frac{1}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} mg = \frac{1}{4} mg \quad \dots\dots (\text{答}) \quad \boxed{1} \quad \text{①}$$

問2 斜面に沿って下向きの小球の加速度の大きさを a とすると、斜面方向の運動方程式より、

$$ma = mg \sin 30^\circ - f = \frac{1}{4} mg \quad \text{よって、} a = \frac{1}{4} g \quad \dots\dots (\text{答}) \quad \boxed{2} \quad \text{③}$$

問3 床面を重力による位置エネルギーの基準とする。床面からの点 A までの鉛直方向の高さは $2d$ であり、AB 間において動摩擦力がした仕事は $-f \cdot 2d$ であるから、力学的エネルギーと仕事の関係より、

$$mg \cdot 2d - f \cdot 2d = \frac{1}{2} mv_0^2$$

である。 $f = \frac{1}{4} mg$ を代入して、

$$2mgd - \frac{1}{2} mgd = \frac{1}{2} mv_0^2 \quad \text{よって、} v_0 = \sqrt{3gd} \quad \dots\dots (\text{答}) \quad \boxed{3} \quad \text{⑤}$$

問4 求める速さを v_1 とすると、水平方向の運動量保存則より、

$$mv_0 = mv_1 + 2mv_1 \quad \text{よって、} v_1 = \frac{1}{3} v_0 \quad \dots\dots (\text{答}) \quad \boxed{4} \quad \text{③}$$

問5 ばねが最短のときのばねの縮みを L とすると、力学的エネルギー保存則より、

$$\frac{1}{2} mv_0^2 = \frac{1}{2} \cdot 3mv_1^2 + \frac{1}{2} kL^2$$

$v_1 = \frac{1}{3} v_0$ を代入して、

$$\frac{1}{2} mv_0^2 = \frac{1}{6} mv_0^2 + \frac{1}{2} kL^2 \quad \text{よって、} L = v_0 \sqrt{\frac{2m}{3k}} \quad \dots\dots (\text{答}) \quad \boxed{5} \quad \text{④}$$

物理 正解・配点一覧

大問番号	小問番号	解答欄	正解	配点
1	問1	1	2	5
	問2	2	1	5
	問3	3	4	5
	問4	4	3	5
	問5	5	4	5
2	問1	1	1	5
	問2	2	3	5
	問3	3	5	5
	問4	4	3	5
	問5	5	4	5

大問	配点
1	25
2	25
合計	50

化 学
(サンプル問題)

化 学

必要があれば、次の値を用いよ。

H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16 Ag : 108

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

気体は、実在気体とことわりがない場合は、理想気体として扱うものとする。

第 1 問 次の問い（問 1～7）に答えよ。

問 1 1.013×10^5 Pa のもとで、固体の水（氷）を、完全に気体になるまで加熱した。次の図 1 は、このときの加熱時間と温度の関係を表したものである。この図に関する記述として誤りを含むものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

1

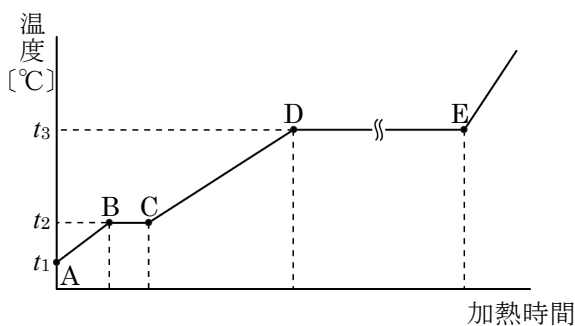


図 1

- ① t_1 は融点である。
- ② AB 間では、固体の水のみが存在している。
- ③ BC 間では、固体の水と液体の水が共存している。
- ④ DE 間では、沸騰が起こっている。
- ⑤ 点 E 以降は、気体の水（水蒸気）のみが存在している。

問2 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ のもとで、ある気体 5.6 L の質量を測定すると 7.0 g であった。この気体として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

- ① H_2 ② NH_3 ③ N_2 ④ O_2 ⑤ CO_2

問3 極性分子として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

- ① CO_2 ② H_2 ③ CH_4 ④ N_2 ⑤ H_2O

問4 気体Xと気体Yを混合し密閉容器に入れて一定温度に保つと気体Zが生成し $X + 3Y \rightleftharpoons 2Z$ で表される平衡状態に達した。このときの反応時間とZの体積百分率の関係を点線で示したものが図2のグラフである。反応温度や圧力を変えずに、適切な触媒を用いたときの反応時間とZの体積百分率の関係を実線で示したものとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。なお、各選択肢中の点線は、図2のものと同じである。

4

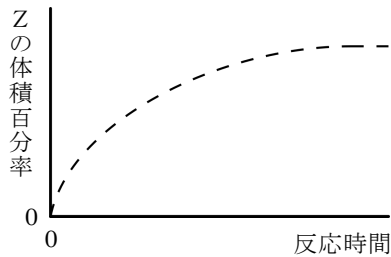
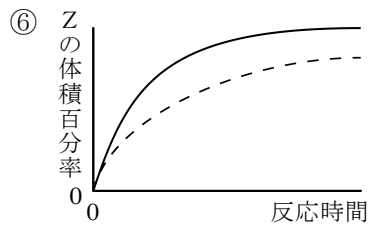
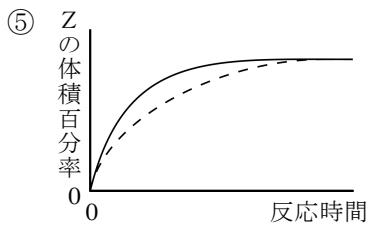
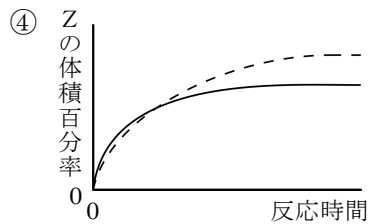
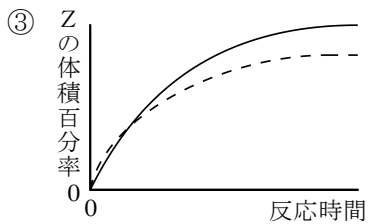
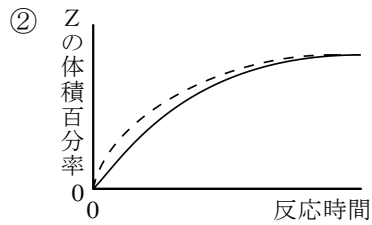
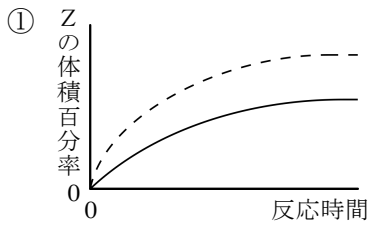


図2



問5 金属イオンとして、鉄(II)イオン Fe^{2+} と亜鉛イオン Zn^{2+} のみを含む水溶液がある。 Fe^{2+} 、 Zn^{2+} のどちらか一方を沈殿として分離することができる操作として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

- ① 塩酸を加える。
- ② 水溶液を酸性とし、硫化水素を吹き込む。
- ③ 水溶液を塩基性とし、硫化水素を吹き込む。
- ④ 過剰量のアンモニア水を加える。
- ⑤ 少量の水酸化ナトリウム水溶液を加える。

問6 分子式 C_4H_8 で表されるアルケンの異性体について、すべての炭素原子が常に同一平面上に存在するものの数として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。なお、シス-トランス異性体も区別するものとする。

6

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

問7 高分子化合物に関する次の文章中の **ア** ～ **ウ** に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 **7**

高分子化合物は、**ア** とよばれる比較的小さな分子が繰り返し **イ** でつながった構造をしており、重合体とよばれる。高分子化合物の一種であるポリエチレンテレフタレートは、テレフタル酸 $C_6H_4(COOH)_2$ とエチレングリコール $C_2H_4(OH)_2$ の **ウ** によってできている。

	ア	イ	ウ
①	単量体	イオン結合	付加重合
②	単量体	イオン結合	縮合重合
③	単量体	共有結合	付加重合
④	単量体	共有結合	縮合重合
⑤	配位子	イオン結合	付加重合
⑥	配位子	イオン結合	縮合重合
⑦	配位子	共有結合	付加重合
⑧	配位子	共有結合	縮合重合

第2問 次の問い（問1～4）に答えよ。

問1 次のア～ウのうち反応が起こる操作をすべて選んだものとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

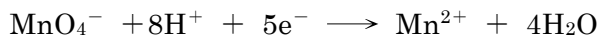
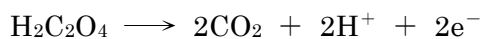
ア 水にナトリウム Na の単体を加える。

イ 金 Au の単体に塩酸を加える。

ウ 塩化銅(II)水溶液にアルミニウム Al の単体を加える。

- ① ア ② イ ③ ウ
④ ア, イ ⑤ ア, ウ ⑥ イ, ウ
⑦ ア, イ, ウ ⑧ 該当するものはない

問2 $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ のシュウ酸水溶液 15 mL をコニカルビーカーにはかり取り、希硫酸を加えて溶液を酸性とし、約 60°C に加熱した。濃度不明の過マンガン酸カリウム水溶液を から滴下すると 24 mL 加えたところで終点となった。酸化還元反応に関する後の問い（a～c）に答えよ。なお、この反応においてシュウ酸と過マンガン酸イオンはそれぞれ次のように反応している。



- a 文章中の **ア** に当てはまる実験器具の名称および、この滴定の終点前後におけるコニカルビーカー内の水溶液の色の变化の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **2**

	ア	色の変化
①	ビュレット	無色 → 薄い赤紫色
②	ビュレット	薄い赤紫色 → 無色
③	メスフラスコ	無色 → 薄い赤紫色
④	メスフラスコ	薄い赤紫色 → 無色
⑤	ホールピペット	無色 → 薄い赤紫色
⑥	ホールピペット	薄い赤紫色 → 無色

- b この反応における、過マンガン酸カリウムのはたらきと反応前後のマンガン原子の酸化数の变化の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 **3**

	はたらき	酸化数の変化
①	酸化剤	+7 → 0
②	酸化剤	+7 → +2
③	酸化剤	+9 → 0
④	酸化剤	+9 → +2
⑤	還元剤	+7 → 0
⑥	還元剤	+7 → +2
⑦	還元剤	+9 → 0
⑧	還元剤	+9 → +2

c 滴定に用いた過マンガン酸カリウム水溶液の濃度として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

- ① 6.3×10^{-4} mol/L ② 5.0×10^{-3} mol/L ③ 1.3×10^{-2} mol/L
④ 3.1×10^{-2} mol/L ⑤ 0.10 mol/L ⑥ 0.30 mol/L

問3 次のア・イの記述に該当する結晶の種類の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

ア 一般に融点が高く，固体は電気伝導性を示さないが，その水溶液は電気伝導性を示す。

イ ダイヤモンドやケイ素の結晶が当てはまる。

	ア	イ
①	金属結晶	イオン結晶
②	金属結晶	共有結合の結晶
③	イオン結晶	分子結晶
④	イオン結晶	共有結合の結晶
⑤	分子結晶	金属結晶
⑥	分子結晶	イオン結晶

問4 次の図1は、銀 Ag の結晶の単位格子を示したものである。この単位格子の一辺の長さは $4.08 \times 10^{-8} \text{ cm}$ であり、アボガドロ定数を $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ とする。この単位格子に関する後の問い (a・b) に答えよ。ただし、 $4.08^3 = 68$, $\sqrt{2} = 1.41$ とする。

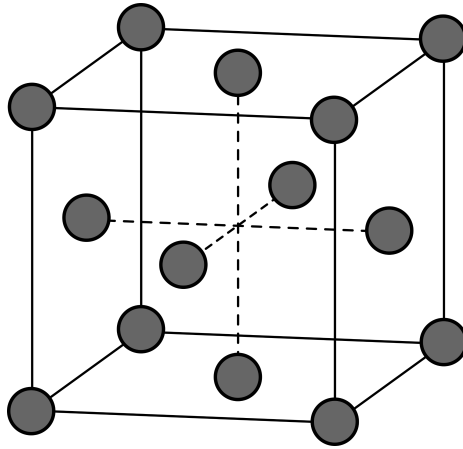


図1

a 銀の原子半径として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。
 なお、最も近い原子どうしは互いに接触しているものとする。 6

- ① $9.0 \times 10^{-9} \text{ cm}$ ② $1.4 \times 10^{-8} \text{ cm}$ ③ $1.9 \times 10^{-8} \text{ cm}$
 ④ $2.4 \times 10^{-8} \text{ cm}$ ⑤ $2.9 \times 10^{-8} \text{ cm}$ ⑥ $3.4 \times 10^{-8} \text{ cm}$

b 銀の結晶の密度として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。
7

- ① 2.6 g/cm^3 ② 3.8 g/cm^3 ③ 5.3 g/cm^3
 ④ 9.1 g/cm^3 ⑤ 11 g/cm^3 ⑥ 21 g/cm^3

化 学
(略 解)

第 1 問

問 1 正解：①

- ① (誤) 融点は t_2 である。
- ② (正)
- ③ (正)
- ④ (正)
- ⑤ (正)

問 2 正解：③

0°C, 1.013×10^5 Pa における気体 1 mol の体積は 22.4 L であるから、気体 5.6 L は

$$\frac{5.6 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.25 \text{ mol}$$

となる。0.25 mol の質量が 7.0 g であるからそのモル質量 M [g/mol] は

$$M \times 0.25 \text{ mol} = 7.0 \text{ g}$$

より、 $M=28$ g/mol となる。したがって、この気体の分子量は 28 となる。

ここで、各選択肢にある気体の分子量は $\text{H}_2 : 2.0$, $\text{NH}_3 : 17$, $\text{N}_2 : 28$, $\text{O}_2 : 32$, $\text{CO}_2 : 44$ であるから、この気体は N_2 である。

問 3 正解：⑤

- ① $\text{C}=\text{O}$ 結合には極性があるが、分子が直線形であり、極性が互いに打ち消し合うため、無極性分子となる。
- ② $\text{H}-\text{H}$ 結合には極性がないため、無極性分子となる。
- ③ $\text{C}-\text{H}$ 結合には極性があるが、分子が正四面体形であり、極性が互いに打ち消し合うため、無極性分子となる。
- ④ $\text{N}\equiv\text{N}$ 結合には極性がないため、無極性分子となる。
- ⑤ $\text{O}-\text{H}$ 結合には極性があり、水は折れ線形をしているため、極性が打ち消し合わず、極性分子となる。

問 4 正解：⑤

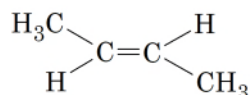
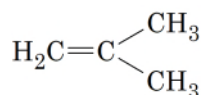
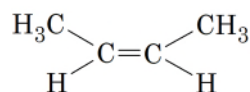
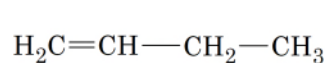
適切な触媒を用いると平衡状態に達するまでの時間が短くなる。一方で、平衡状態における反応物や生成物の濃度は変化しない。

問5 正解：④

- ① いずれも沈殿を生じない。
- ② いずれも沈殿を生じない。
- ③ FeS の黒色沈殿と，ZnS の白色沈殿を生じる。
- ④ 少量のアンモニア水を加えると，Fe(OH)₂ の緑白色沈殿と，Zn(OH)₂ の白色沈殿を生じる。
過剰量のアンモニア水を加えると，Fe(OH)₂ の沈殿は溶けないが，Zn(OH)₂ の沈殿は [Zn(NH₃)₄]²⁺ となり溶ける。したがって，Fe²⁺ のみを沈殿として分離することができる。
- ⑤ Fe(OH)₂ の緑白色沈殿と，Zn(OH)₂ の白色沈殿を生じる。

問6 正解：③

分子式が C₄H₈ であるアルケンの異性体は，シス - トランス異性体を区別すると次の 4 種類が考えられる。



一般に，アルケンの C=C 結合の炭素原子とその炭素原子に直接結合する原子は常に同一平面上にある。したがって，上記の構造のうち左上にあるもの以外は，炭素原子がすべて常に同一平面上に存在する。

問7 正解：④

- ア 単量体
- イ 共有結合
- ウ 縮合重合

第2問

問1 正解：⑤

ア イオン化傾向の大きい Na は常温の水と反応して水素を発生しながら溶解する。

イ イオン化傾向の小さい Au は塩酸とは反応せず，王水にのみ溶解する。

ウ Cu のイオン化傾向は Al のイオン化傾向よりも小さいため， Cu^{2+} を含む水溶液に Al の単体を加えると， $2\text{Al} + 3\text{Cu}^{2+} \longrightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{Cu}$ の反応が起こり，Cu の単体が析出する。

問2

a 正解：①

ア：ビュレット

色の変化：終点では，過マンガン酸イオン由来の赤紫色が消えなくなる。したがって，色の変化は無色→薄い赤紫色となる。

b 正解：②

はたらき：過マンガン酸カリウムは強い酸化剤である。

酸化数の変化： MnO_4^- の Mn 原子の酸化数は+7 であり， Mn^{2+} の酸化数は+2 である。したがって，酸化数の変化は+7→+2 である。

c 正解：②

与えられた反応式から，反応するシュウ酸と過マンガン酸イオンの物質質量比は 5 : 2 である。したがって，求める過マンガン酸カリウム水溶液の濃度 c [mol/L] は

$$2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \times \frac{15}{1000} \text{ L} \times 2 = c \times \frac{24}{1000} \text{ L} \times 5$$

よって， $c = 5.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ となる。

問3 正解：④

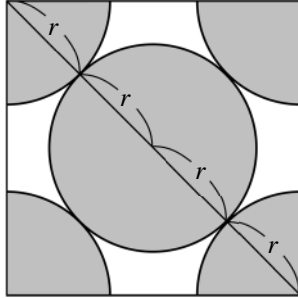
ア イオン結晶

イ 共有結合の結晶

問4

a 正解：②

一つの面による断面は次の図のようになる。なお、 r [cm] は銀の原子半径である。



単位格子一辺の長さが 4.08×10^{-8} cm であるから、

$$4r = 4.08 \times 10^{-8} \times \sqrt{2} \text{ cm}$$

したがって、 $r = 1.43 \cdots \times 10^{-8} \text{ cm} = 1.4 \times 10^{-8} \text{ cm}$ となる。

b 正解：⑤

銀の結晶の単位格子に含まれる銀原子の数は

$$\frac{1}{2} \times 6 + \frac{1}{8} \times 8 = 4 \text{ 個}$$

となる。また、銀原子のモル質量が 108 g/mol であることから、銀原子 1 個の質量は

$$\frac{108 \text{ g/mol}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} = 1.8 \times 10^{-22} \text{ g}$$

したがって、求める密度 d [g/cm³] は

$$d = \frac{4 \times 1.8 \times 10^{-22} \text{ g}}{(4.08 \times 10^{-8} \text{ cm})^3} = 10.58 \cdots \text{ g/cm}^3 = 11 \text{ g/cm}^3 \text{ となる。}$$

化学 正解・配点一覧

大問番号	設問番号	解答欄	正解	配点	
1	問1	1	①	3	
	問2	2	③	4	
	問3	3	⑤	3	
	問4	4	⑤	3	
	問5	5	④	4	
	問6	6	③	5	
	問7	7	④	3	
2	問1		⑤	3	
	問2	a	2	①	3
		b	3	②	3
		c	4	②	4
	問3		5	④	3
	問4	a	6	②	4
		b	7	⑤	5

大問	配点
1	25
2	25
合計	50

生 物
(サンプル問題)

生 物

第 1 問 次の問い（問 1～7）に答えよ。

問 1 次の表 1 は、3 種の細胞の特徴を比較したものである。細胞 A～C はそれぞれ、シアノバクテリア、ヒトの白血球、オオカナダモの葉の細胞のいずれかであり、表 1 中の「+」はその特徴をもつことを、「-」はもたないことを示している。表 1 中のア～ウに当てはまる記号の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 1

表 1

	細胞 A	細胞 B	細胞 C
細胞壁	-	+	ウ
核	ア	+	-
ミトコンドリア	+	イ	-

	ア	イ	ウ
①	+	+	+
②	+	+	-
③	+	-	+
④	+	-	-
⑤	-	+	+
⑥	-	+	-
⑦	-	-	+
⑧	-	-	-

問2 代謝に関する記述として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ① 生体内で起こる化学反応のうち，細胞内で行われる過程を同化，細胞外で行われる過程を異化と呼ぶ。
- ② 無機物から有機物を合成する過程を異化，単純な有機物をもとに複雑な有機物を合成する過程を同化と呼ぶ。
- ③ 単純な物質から複雑な物質を合成する過程を同化，複雑な物質を単純な物質に分解する過程を異化と呼ぶ。
- ④ 光エネルギーを化学エネルギーとして有機物に蓄える過程は異化，有機物から化学エネルギーを取り出す過程は同化である。

問3 ヒトの神経系に関する記述として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 神経系は，神経細胞（ニューロン）から構成されるネットワークである。
- ② 脳は中枢神経系に，脊髄は末梢神経系に分類される。
- ③ 交感神経は体性神経系に，副交感神経は自律神経系に分類される。
- ④ 交感神経は間脳から出て，副交感神経は脊髄から出て各臓器に伸びている。

問4 適応免疫（獲得免疫）の過程で抗原提示を行う細胞と、その細胞から抗原提示を受ける細胞の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

抗原提示を行う細胞	抗原提示を受ける細胞
① 樹状細胞	キラーT細胞
② 樹状細胞	B細胞
③ B細胞	キラーT細胞
④ B細胞	樹状細胞
⑤ ヘルパーT細胞	樹状細胞
⑥ ヘルパーT細胞	B細胞

問5 次の図1は、年平均気温・年降水量と成立するバイオームとの関係を示したものである。日本の関東平野～本州西南部などの低地にみられる、シイ類やカシ類が優占するバイオームとして最も適当なものを、図中の①～⑦のうちから一つ選べ。 5

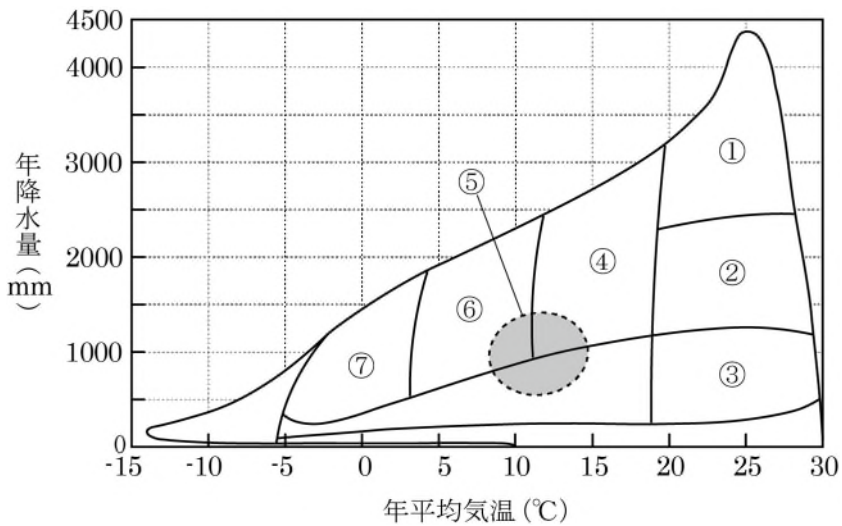


図1

問6 休眠時のイネの種子は、アブシシン酸によって発芽が抑制されている。イネの種子の発芽に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

6

- ① 胚乳から分泌されたエチレンが胚に作用し、胚でのデンプンの合成を促進することで、発芽が促進される。
- ② 糊粉層から分泌されたオーキシンが胚乳に作用し、胚乳でのアブシシン酸の合成を促進することで、発芽が促進される。
- ③ 発芽の過程では、胚から分泌されたジベレリンが糊粉層に作用し、糊粉層の細胞におけるアミラーゼ遺伝子の発現を誘導する。
- ④ イネの種子は光発芽種子であり、赤色光を受容すると発芽が抑制される。

問7 個体群内の個体の分布にはさまざまな様式がみられる。次の図2はある個体群における個体の分布を示したものである。図2の分布様式の名称と、その分布様式の説明の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 7

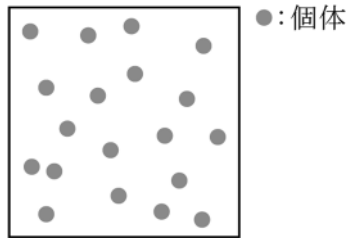


図2

[分布様式の名称]

- あ 一様分布 い 集中分布 う ランダム分布

[分布様式の説明]

- A 生息地において、1 個体の存在が他個体の存在位置に影響を与えていない場合にみられる。
- B 個体間の競争が激しい生物や、他個体を避ける性質をもつ生物など、それぞれの個体が一定の空間を占有する傾向がある場合にみられる。

- ① あ-A ② あ-B
③ い-A ④ い-B
⑤ う-A ⑥ う-B

第2問 遺伝情報に関する次の文章（A・B）を読み、後の問い（問1～7）に答えよ。

A 生物の細胞には、個体の形成や生命活動を営むための遺伝情報をもつ DNA がある。このような DNA の1組を という。ヒトの の塩基対数はおよそ ，遺伝子数はおよそ である。遺伝情報を担う物質が DNA であることは、^(a)肺炎双球菌を用いた実験によって明らかにされた。

問1 上の文章中の ～ に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

	ア	イ	ウ
①	ゲノム	3億	2万
②	ゲノム	3億	200万
③	ゲノム	30億	2万
④	ゲノム	30億	200万
⑤	染色体	3億	2万
⑥	染色体	3億	200万
⑦	染色体	30億	2万
⑧	染色体	30億	200万

問2 タンパク質ならびにアミノ酸に関する記述として最も適当なものを、次の

①～⑤のうちから一つ選べ。 2

- ① タンパク質の基本構造はアミノ酸であり、アミノ酸が直鎖状につながったものをペプチド、タンパク質の複合体のことをポリペプチドと呼ぶ。
- ② アミノ酸は、1つの炭素原子にアミノ基、カルボキシ基、水素原子、側鎖が結合したものである。
- ③ 生体内でのタンパク質合成には、11種類のアミノ酸が利用される。
- ④ タンパク質の二次構造とは、タンパク質を構成するアミノ酸の並び順のことである。
- ⑤ タンパク質を構成するアミノ酸は、側鎖どうしで結合して鎖状につながっている。

問3 下線部(a)の実験は、病原性をもつS型菌と病原性をもたないR型菌を用いて行われた。グリフィスは、加熱殺菌したS型菌だけをマウスに注射しても発病しないが、加熱殺菌したS型菌を生きたR型菌と混ぜてからマウスに注射すると肺炎を発症することを発見した。これはR型菌がS型菌に形質転換したためである。後にエイブリーらはS型菌の細胞の抽出液をR型菌に混ぜるだけでS型菌への形質転換が生じることを示した。次の操作i～操作iiiをマウスに行ったとき、形質転換が生じた肺炎双球菌によって肺炎を発症する操作を過不足なく含むものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 3

操作 i S型菌の抽出液とR型菌の抽出液を混ぜて注射する

操作 ii S型菌の抽出液をタンパク質を分解する酵素で処理した後に、生きたR型菌と混ぜて注射する

操作 iii S型菌の抽出液をRNAを分解する酵素で処理した後に、生きたR型菌と混ぜて注射する

- ① 操作 i ② 操作 ii ③ 操作 iii ④ 操作 i, 操作 ii
- ⑤ 操作 i, 操作 iii ⑥ 操作 ii, 操作 iii ⑦ 操作 i～操作 iii

B 遺伝情報は、転写と翻訳と呼ばれる過程を経て発現する。転写では、DNA の一方の鎖が鋳型となり、その塩基配列と相補的な塩基をもつ mRNA 前駆体が **エ** によって合成される。このとき鋳型となる鎖のことを **オ** 鎖と呼ぶ。合成された mRNA 前駆体は、⁶⁾スプライシングなどの過程を経ることで mRNA となる。その後、mRNA の遺伝情報がアミノ酸配列に翻訳されることで、タンパク質が合成される。

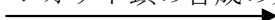
問 4 上の文章中の **エ** ・ **オ** に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **4**

	エ	オ
①	DNA ポリメラーゼ	センス
②	DNA ポリメラーゼ	アンチセンス
③	RNA ポリメラーゼ	センス
④	RNA ポリメラーゼ	アンチセンス
⑤	リボソーム	センス
⑥	リボソーム	アンチセンス

問5 次の図1はある遺伝子の鋳型鎖の一部である。図1の塩基配列から転写によって合成される mRNA 前駆体の塩基配列として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。なお、選択肢の上を示した矢印は、各選択肢のヌクレオチド鎖の合成の方向を示している。 5

5'---AGCTTGAGTA---3'

図1

ヌクレオチド鎖の合成の方向


- ① …TACTCAAGCT…
- ② …TCGAACTCAT…
- ③ …UACUCAAGCU…
- ④ …UCGAACUCAU…

問6 次の①～④は翻訳に関する記述である。①～④のうち、正しい記述の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 6

- ① 真核細胞の場合、翻訳は核内で行われる。
- ② 翻訳の場であるリボソームは、リボソーム RNA とタンパク質からなる構造体である。
- ③ tRNA がコドンの順に mRNA と結合し、tRNA によって運搬されてきたアミノ酸どうしをリボソームが結合する。
- ④ 翻訳は mRNA の開始コドンから始まり、mRNA の末端に到達すると終了する。

- ① ①, ②
- ② ①, ③
- ③ ①, ④
- ④ ②, ③
- ⑤ ②, ④
- ⑥ ③, ④

問7 下線部(b)に関して、スプライシングの際に取り除かれる部位が変化することによって、転写によって合成された mRNA 前駆体から2種類以上の mRNA が合成されることを、選択的スプライシングと呼ぶ。次の図2はある遺伝子の mRNA 前駆体の模式図であり、この mRNA 前駆体にはエクソン A~D、イントロン a~c が含まれる。また、この mRNA 前駆体からは選択的スプライシングによって複数の mRNA が生じることが知られている。図2の mRNA 前駆体から生じる可能性のある mRNA の種類の数は最大でいくつか。最も適当なものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。なお、生じる mRNA は必ずエクソン A を含み、少なくとも2つのエクソンからなるものとする。また、各エクソンとイントロンの順番は入れ替わらない。 7

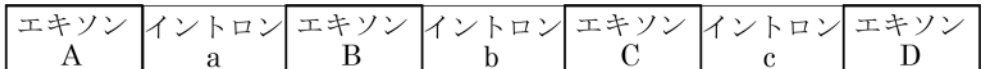


図2

- ① 3 ② 7 ③ 15 ④ 28 ⑤ 32 ⑥ 64

生 物
略 解

第1問

問1 正解：①

シアノバクテリアは原核細胞，ヒトの白血球は動物細胞，オオカナダモの葉の細胞は植物細胞である。また，動物細胞と植物細胞は真核細胞である。

細胞A：ミトコンドリアをもつことから真核細胞であり，細胞壁をもたないことから動物細胞であることがわかる。よって細胞Aはヒトの白血球である。真核細胞であるヒトの白血球は，核（ア）をもつ。

細胞B：核をもつことから真核細胞であり，細胞壁をもつことから植物細胞であることがわかる。よって細胞Bはオオカナダモの葉の細胞である。真核細胞であるオオカナダモの葉の細胞は，ミトコンドリア（イ）をもつ。

細胞C：核とミトコンドリアをもたないことから原核細胞であることがわかる。よって細胞Cはシアノバクテリアである。原核細胞であるシアノバクテリアは，細胞壁（ウ）をもつ。

問2 正解：③

生体内で起こる化学反応をまとめて代謝と呼ぶ。代謝には，単純な物質から複雑な物質を合成する同化と，複雑な物質を単純な物質に分解する異化がある。光エネルギーを利用して有機物を合成する光合成は同化の例であり，有機物を分解する呼吸は異化の例である。光合成と呼吸の反応は，どちらも細胞内で行われる。

問3 正解：①

②③ 神経系は中枢神経系と末梢神経系に大別される。さらに，中枢神経系は脳と脊髄に，末梢神経系は体性神経系と自律神経系に分けられる。体性神経系は運動神経と感覚神経からなり，自律神経系は交感神経と副交感神経からなる。（誤）

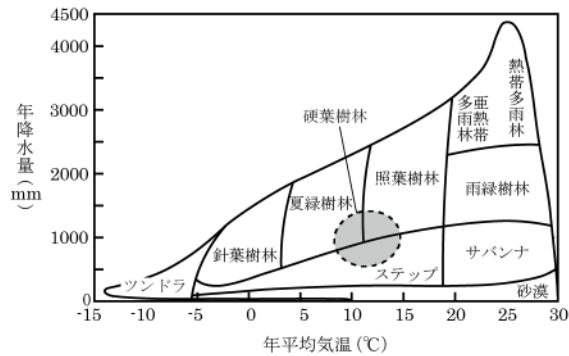
④ 交感神経は脊髄から，副交感神経は中脳，延髄，脊髄の下部から出ている。（誤）

問4 正解：①

適応免疫は，樹状細胞がキラーT細胞とヘルパーT細胞に抗原提示を行うことがきっかけとなって発動する。

問5 正解：④

日本の関東平野～本州西南部などの低地にみられる，シイ類やカシ類が優先するバイオームは照葉樹林である。



問6 正解：③

- ①② イネの種子の発芽の過程では，水や温度などが発芽に適した条件になると，胚においてジベレリンの合成が促進される。ジベレリンは糊粉層の細胞に作用して，アミラーゼ遺伝子などの発現を誘導する。アミラーゼは胚乳に分泌され，胚乳中のデンプンは最終的にグルコースに分解される。グルコースが胚に吸収されることで，胚は成長を再開し，発芽を行う。(誤)
- ④ イネは暗発芽種子である。また，光発芽種子の場合，赤色光を受容すると発芽が促進される。(誤)

問7 正解：⑤

個体群内の個体の分布様式は次の3つに分けることができる。

ランダム分布：生息地域において，各個体がお互いの位置に関係なく散らばり，不規則な配置になる様式。1個体の存在が他個体の存在位置に影響を与えていない場合にみられる。

集中分布：多くの個体が生息地域の特定の空間に偏って分布する様式。群れをつくる動物などにみられる。

一様分布：生息地域において，各個体が規則的に分布する様式。個体間の競争が激しい生物や，他個体を避ける性質をもつ生物の個体群などでみられることがある。

図2の個体は規則性なく分布していることからランダム分布である。

第2問

A 問1 正解：③

生物の細胞には、個体の形成や生命活動を営むための遺伝情報をもつ DNA がある。このような DNA の1組をゲノムという。ヒトのゲノムの塩基対数はおよそ 30 億、遺伝子数はおよそ 2 万である。

問2 正解：②

- ① 2 個以上のアミノ酸が結合した分子をペプチドと呼び、多数のアミノ酸が長く鎖状につながったものをポリペプチドと呼ぶ。(誤)
- ③ 生体内でのタンパク質合成には、20 種類のアミノ酸が利用される。(誤)
- ④ タンパク質の二次構造とは、1 本のポリペプチドにみられる、らせん状になった構造 (α ヘリックス) やジグザグに折れ曲がったシート状の構造 (β シート) のことである。(誤)
- ⑤ タンパク質を構成するアミノ酸は、一方のアミノ酸のアミノ基と他方のアミノ酸のカルボキシ基との間で結合することで鎖状につながっている。(誤)

問3 正解：⑥

操作 i 形質転換とは、外部からの物質により生物の形質が変化することである。操作 i は細胞の抽出液どうしを混ぜたものであるため形質転換は生じず、発症しない。(誤)

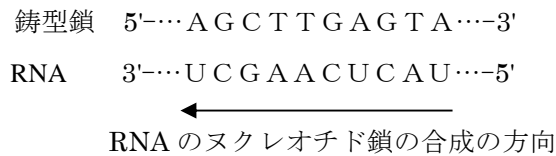
操作 ii・操作 iii 操作 ii と操作 iii では DNA は分解されない。R 型菌が S 型菌の DNA を取り込み、形質転換が生じるため、肺炎を発症する。

B 問4 正解：④

転写では、DNA の一方の鎖が鋳型となり、その塩基配列と相補的な塩基をもつヌクレオチド鎖が RNA ポリメラーゼによって合成される。このとき、鋳型となる鎖のことをアンチセンス鎖と呼ぶ。

問5 正解：③

転写の過程では、二重らせん構造が開裂して1本鎖となった一方のDNAのヌクレオチド鎖（鋳型鎖）に、相補的なRNAの塩基が結合する。このとき、DNAの塩基A、G、C、TはそれぞれRNAの塩基U、C、G、Aと相補的に結合する。DNAのヌクレオチド鎖と結合したRNAの塩基は、RNAポリメラーゼによって順につながれていくことで、RNAのヌクレオチド鎖が合成される。RNAポリメラーゼは、RNAのヌクレオチド鎖を5'末端から3'末端へ向けて合成するため、5'…AGCTTGAGTA…3'の鋳型鎖から合成されるRNAのヌクレオチド鎖の塩基配列は5'…UACUCAAGCU…3'である。



問6 正解：④

- ③ 真核細胞の場合、mRNA前駆体はイントロンを含む。mRNA前駆体は核内で生じるスプライシングによりmRNAとなった後、核膜孔から核外へと出て、細胞質で翻訳される。（誤）
- ④ 翻訳は、リボソームがmRNAの終止コドンに到達することで終了する。（誤）

問7 正解：②

スプライシングとはmRNA前駆体からイントロンが取り除かれる現象である。また、イントロンとともに特定のエクソンを取り除き、特定のエクソンどうしを選択してつなげるようなスプライシングを選択的スプライシングと呼ぶ。図2のmRNA前駆体から生じるmRNAはエクソンAを必ず含み、また、少なくとも2つエクソンから構成される。そのため、生じる可能性のあるmRNAの構成は次の通りである。

2つのエクソンからなる場合

エクソンAエクソンB, エクソンAエクソンC, エクソンAエクソンDの3種類

3つのエクソンからなる場合

エクソンAエクソンBエクソンC, エクソンAエクソンBエクソンD,
エクソンAエクソンCエクソンDの3種類

4つのエクソンからなる場合（選択的スプライシングが生じない場合）

エクソンAエクソンBエクソンCエクソンDの1種類

よって、図2のmRNA前駆体からは最大7種類のmRNAが生じる可能性がある。

以上

生物 正解・配点一覧

大問	中問	設問番号	解答欄	正解	配点
1		問1	1	①	3
		問2	2	③	3
		問3	3	①	4
		問4	4	①	4
		問5	5	④	4
		問6	6	③	4
		問7	7	⑤	3
2	A	問1	1	③	3
		問2	2	②	4
		問3	3	⑥	4
	B	問4	4	④	3
		問5	5	③	4
		問6	6	④	3
		問7	7	②	4

大問	配点
1	25
2	25
合計	50