

2021年度一般入試C入学試験問題

理 科(理工学部)

(2月8日)

開始時刻 午後2時45分

終了時刻 午後3時45分

物 理 1～8ページ

化 学 9～25ページ

生 物 27～54ページ

I 注意事項 (各科目共通)

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 合図があったら、必ず裏面の「II 解答上の注意」の各科目の項をよく読んでから、解答してください。
3. この冊子は54ページです。落丁、乱丁、印刷の不鮮明及び解答用紙の汚れなどがあった場合には申し出てください。
4. 上記の3科目の中から1科目を選択し、該当する解答用紙を切り離して解答してください。2科目以上を解答した場合は、すべて無効となります。
5. 解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、監督者の指示に従って、それぞれ正しく記入し、マークしてください。
 - ① 受験番号欄
受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしてください。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
 - ② 氏名欄
氏名とフリガナを記入してください。
6. 問題冊子の余白等は適宜利用してもかまいません。
7. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

(裏面へ続く)

生物

解答は解答用紙の解答欄にマークしてください。例えば、 と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の(例)のように解答番号5の解答欄の③にマークしてください。

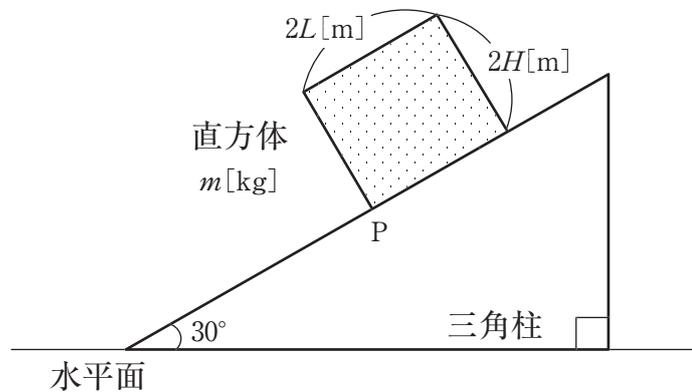
(例)

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

物 理

1 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。{解答番号 ～ }

図のように水平面上に、断面が直角三角形の三角柱が置かれており、斜面が水平面となす角は 30° である。三角柱が動かないように水平面に固定し、幅 $2L$ [m]、高さ $2H$ [m]、質量 m [kg]で一様な密度の直方体を、幅 $2L$ の面を図のように三角柱の斜面上に置いたところ、直方体は斜面上で静止したままであった。ただし、図は直方体の重心を通る鉛直断面であり、この鉛直断面内の斜面と接する直方体の最下点を点Pとする。重力加速度の大きさを g [m/s²]とする。



図

問1 直方体にはたらく力はつりあっている。直方体が三角柱から受ける静止摩擦力の大きさ[N]を表す式として最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

[N]

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

問2 三角柱の斜面と直方体との間の静止摩擦係数を μ とする。直方体が斜面上で静止していることから得られる μ の条件式として最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① $\mu < \frac{1}{2}$ ② $\mu < \frac{\sqrt{3}}{3}$ ③ $\mu > \frac{1}{2}$ ④ $\mu > \frac{\sqrt{3}}{3}$

問 3 直方体にはたらく重力の斜面に平行な成分の大きさを F_1 [N], 垂直な成分の大きさを F_2 [N], 直方体にはたらく垂直抗力の大きさを N [N]とし, 斜面からの抗力の作用点と点 P 間の斜面に沿った距離を x [m]とすると, 点 P のまわりのモーメントのつりあいの式として最も適切なものを 1 つ選び, 解答欄の記号をマークしなさい。 3

- ① $Nx + F_1L - F_2H = 0$ ② $Nx - F_1L + F_2H = 0$
 ③ $Nx + F_1H - F_2L = 0$ ④ $Nx - F_1H + F_2L = 0$

次に, 直方体を斜面上に置いたまま, 三角柱と水平面間の固定を外し, 三角柱を水平面に対して右向きに一定の大きさ $\frac{\sqrt{3}}{6}g$ [m/s²]の加速度で動かしたところ, 直方体は回転することなく斜面上を下り始めた。なお, 三角柱の斜面上に観測者を置き, この観測者から直方体を見ると, 直方体には水平左向きに大きさ $\frac{\sqrt{3}}{6}mg$ [N]の慣性力が直方体の重心の位置を作用点として加わる。

問 4 直方体が三角柱の斜面から受ける垂直抗力の大きさ[N]として最も適切なものを 1 つ選び, 解答欄の記号をマークしなさい。 4 [N]

- ① $\frac{\sqrt{3}}{12}mg$ ② $\frac{\sqrt{3}}{3}mg$ ③ $\frac{5\sqrt{3}}{12}mg$ ④ $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$ ⑤ $\frac{7\sqrt{3}}{12}mg$

問 5 $L=H$ とする。三角柱を水平面に対して左向きに一定の加速度で動かす場合, 加速度の大きさによっては, 直方体は斜面上で回転する。このようなことが起こるための加速度の大きさの最小値[m/s²]として最も適切なものを 1 つ選び, 解答欄の記号をマークしなさい。

5 [m/s²]

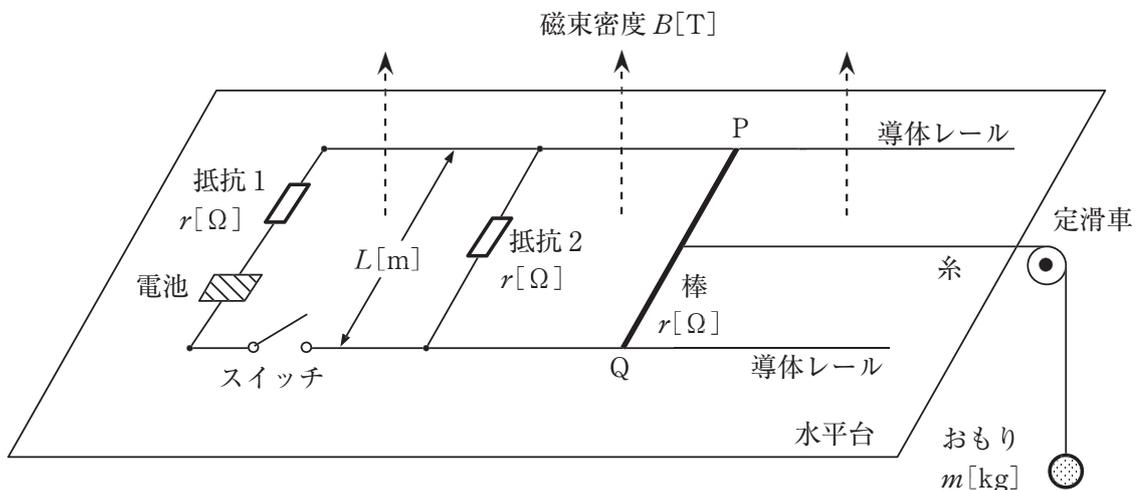
- ① $(2 - \sqrt{3})g$ ② g ③ $\sqrt{3}g$ ④ $2g$ ⑤ $(2 + \sqrt{3})g$

2

次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。{解答番号 ～ }

図のように鉛直上向きに磁束密度の大きさが $B[\text{T}]$ の一様な磁場(磁界)がかけられた空間があり、この空間内に水平な台を設置する。次に、台の上に、2本の十分長い導体レール、内部抵抗の無視できる電池(ただし、正負の向きは描かれていない)、ともに抵抗値 $r[\Omega]$ の抵抗1, 抵抗2, スイッチで回路をつくる。なお、2つの導体レールは距離 $L[\text{m}]$ だけ隔てて平行に並べられている。さらに、長さ $L[\text{m}]$ 、抵抗値 $r[\Omega]$ で質量の無視できる軽い棒の中心に軽い糸を取り付けて棒の両端 P, Q がそれぞれ2つの導体レールに接するように置いて固定し、糸の他端に質量が無視できるほど軽くなめらかに動く定滑車を介して質量 $m[\text{kg}]$ のおもりを吊り下げる。

重力加速度の大きさを $g[\text{m/s}^2]$ とし、摩擦はすべて無視できるとする。また、回路のインダクタンスや棒、抵抗1, 抵抗2以外の導体の電気抵抗は無視できるとする。



図

スイッチを閉じ、棒の固定をはずしたところ、棒とおもりは静止したままであった。

問1 抵抗1を流れる電流の大きさを $i[\text{A}]$ とする。電池の起電力 $[V]$ を表す式として最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 $[V]$

- ① $\frac{3}{4}ri$ ② ri ③ $\frac{3}{2}ri$ ④ $2ri$

問2 棒の内部を、磁場に垂直に速さ $u[\text{m/s}]$ で等速度運動している1つの自由電子に着目する。この自由電子が磁場から受ける力の大きさ $[N]$ を表す式として最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。ただし、電子1個の電気量の大きさを $e[\text{C}]$ とする。

$[N]$

- ① euB ② euL ③ eBL ④ uBL ⑤ $euBL$

問 3 棒が静止していることから、棒が磁場から受ける力と糸の張力がつりあっていることがわかる。棒を流れる電流[A]を表す式として最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。ただし、棒を流れる電流については、PからQの向きに流れる場合を正とする。 [A]

- ① 0 ② $\frac{mg}{BL}$ ③ $\frac{mg}{r}$ ④ $-\frac{mg}{BL}$ ⑤ $-\frac{mg}{r}$

次に、スイッチを開いたところ、棒は定滑車に近づく向きに動き出し、おもりは下降し始めた。しばらくすると、棒やおもりの速さは一定値 v [m/s]となった。なお、棒は導体レールと垂直を保ちながらなめらかに動くことができる。また、棒やおもりが運動している間、糸はたるむことはなく、定滑車はなめらかに動き、棒が2本の導体レールからはずれないとする。また、空気抵抗は無視できるとする。

問 4 v [m/s]を表す式として最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

$v =$ [m/s]

- ① $\frac{mgr}{BL}$ ② $\frac{2mgr}{BL}$ ③ $\frac{mgr}{2B^2L^2}$ ④ $\frac{mgr}{B^2L^2}$ ⑤ $\frac{2mgr}{B^2L^2}$

問 5 速さが一定になった後の、抵抗2から発生する単位時間あたりのジュール熱[W]を表す式として最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

[W]

- ① 0 ② $\frac{1}{2}mgv$ ③ mgv ④ $\frac{1}{4}mv^2$ ⑤ $\frac{1}{2}mv^2$

3 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。{解答番号 ～ }

図1のようになめらかに動くピストンがついた断面積 $S[\text{m}^2]$ のシリンダーをピストンが右側になるように水平面上に置いた。次に、シリンダー内部にヒーターを備え付け、さらに、自然の長さが $L[\text{m}]$ で質量の無視できるばねで、シリンダー内部の左側の面とピストンをばねが水平になるようにつないだ。そして、シリンダー内部を単原子分子理想気体(以下、単に、気体とよぶ)で満たしてピストンで気体を閉じこめた。これを状態1とすると、状態1の気体の絶対温度は $T_0[\text{K}]$ であり、ばねは自然の長さであった。

大気圧を $P_0[\text{Pa}]$ 、気体定数を $R[\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})]$ とする。また、シリンダーとピストンは熱を通さず、ばねやヒーターの体積や熱容量は無視できるとする。さらに、ヒーターから発した熱はすべて気体に与えられるとする。なお、単原子分子理想気体の定積モル比熱は $\frac{3}{2}R[\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})]$ であることを用いてよい。

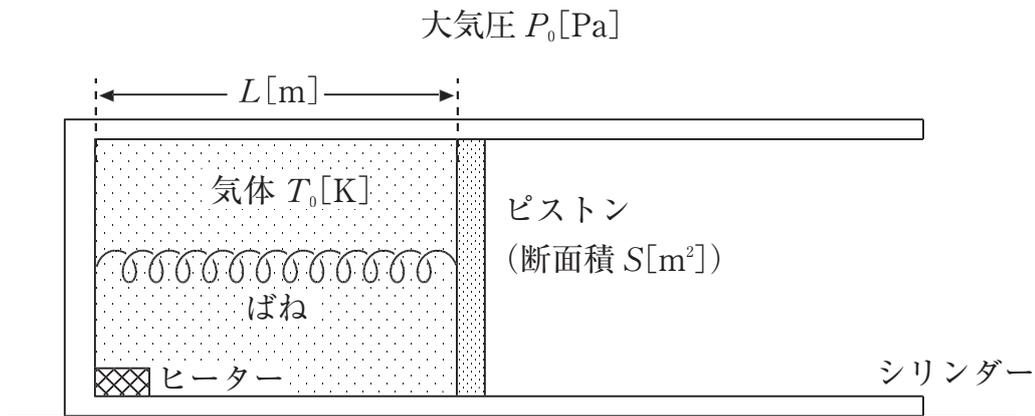


図1

問1 気体の物質質量 $[\text{mol}]$ を表す式として最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 $[\text{mol}]$

- ① $\frac{P_0SL}{RT_0}$ ② $\frac{T_0SL}{RP_0}$ ③ $\frac{RT_0}{P_0SL}$ ④ $\frac{RP_0}{T_0SL}$

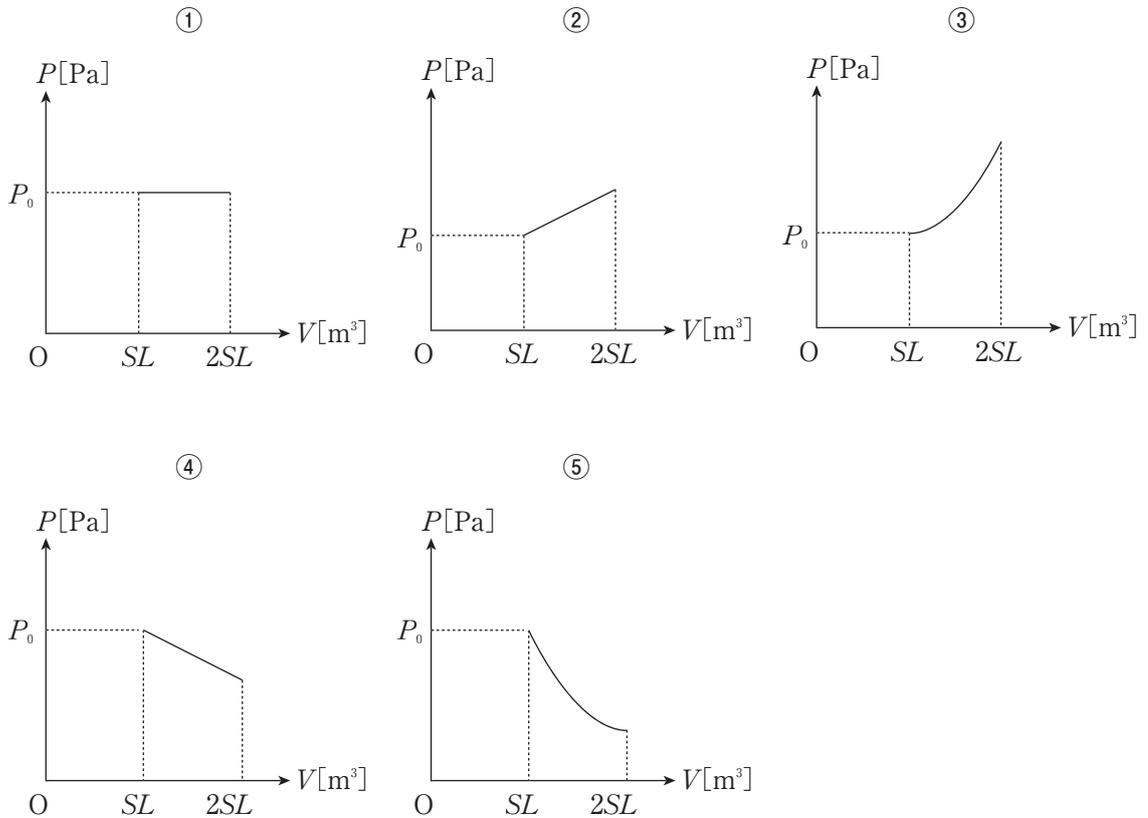
状態1からヒーターを用いて気体を加熱したところ、ピストンはゆっくり右へ移動し始め、同時にばねは水平方向にゆっくり伸び始めた。そして、ピストンがシリンダーの左側の面から距離 $2L[\text{m}]$ の位置、すなわち、ばねが自然の長さから $L[\text{m}]$ だけ伸びた時点で加熱を止めたところ、ピストンはこの位置で静止した。この状態を状態2とすると、状態2での気体の絶対温度は $3T_0[\text{K}]$ であった。

問 2 状態 2 において、ピストンにはたらく力はつりあっている。このばねのばね定数[N/m]を表す式として最も適切なものを 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

[N/m]

- ① $\frac{P_0 S}{6L}$ ② $\frac{P_0 S}{4L}$ ③ $\frac{P_0 S}{3L}$ ④ $\frac{P_0 S}{2L}$ ⑤ $\frac{3P_0 S}{4L}$

問 3 状態 1 から状態 2 までの過程の中で、気体の体積が $V[\text{m}^3]$ ($SL \leq V \leq 2SL$) のときの圧力を $P[\text{Pa}]$ とする。 P, V の関係を示すグラフとして最も適切なものを 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。



問 4 状態 1 から状態 2 までの過程について、気体の内部エネルギーの変化量[J]を表す式として最も適切なものを 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 [J]

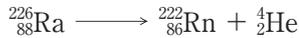
- ① 0 ② $\frac{3}{2} P_0 SL$ ③ $\frac{9}{4} P_0 SL$ ④ $3P_0 SL$ ⑤ $\frac{9}{2} P_0 SL$

問 5 状態 1 から状態 2 までの過程について、ヒーターが気体に与えた熱量[J]を表す式として最も適切なものを 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 [J]

- ① $\frac{3}{4} P_0 SL$ ② $\frac{7}{4} P_0 SL$ ③ $\frac{5}{2} P_0 SL$ ④ $3P_0 SL$ ⑤ $\frac{17}{4} P_0 SL$

4 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。{解答番号 ～ }

放射性原子核であるラジウム原子核 ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ が1回 α (アルファ)崩壊すると、下の核反応式で示すように、ラドン原子核 ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ とヘリウム原子核 ${}^4_2\text{He}$ が生成する。



なお、この崩壊における半減期は約 1.6×10^3 年である。

問1 1個のラジウム原子核 ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ に含まれる核子と中性子の数の組み合わせとして最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

	①	②	③	④
核子の数	226	226	138	88
中性子の数	138	88	88	138

問2 1.6 g のラジウム原子核 ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ のうち 4.8×10^3 年間で α 崩壊をする核の質量[g]として最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 g

- ① 0.10 ② 0.20 ③ 0.80 ④ 1.4 ⑤ 1.5

問3 ラジウム原子核1個の質量を M_{Ra} [kg]、ラドン原子核1個の質量を M_{Rn} [kg]、ヘリウム原子核1個の質量を M_{He} [kg]とし、真空における光の速さを c [m/s]とする。1つのラジウム原子核 ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ が上の核反応式のように α 崩壊するとき発生するエネルギー[J]を表す式として最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 [J]

- ① $(M_{\text{Ra}} - M_{\text{Rn}} - M_{\text{He}})c$ ② $(M_{\text{Ra}} - M_{\text{Rn}} - M_{\text{He}})c^2$
 ③ $(M_{\text{Rn}} + M_{\text{He}} - M_{\text{Ra}})c$ ④ $(M_{\text{Rn}} + M_{\text{He}} - M_{\text{Ra}})c^2$

問4 この崩壊で生じたラドン原子核 ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ も放射性原子核であり、生成後、何回か α 崩壊や β (ベータ)崩壊をすることで、最後は安定な鉛原子核 ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ になる。ラドン原子核 ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ が鉛原子核 ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ になるまでに β 崩壊をした回数として最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 回

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

問 5 放射線や原子核に関する以下の文章のうち、正しいものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

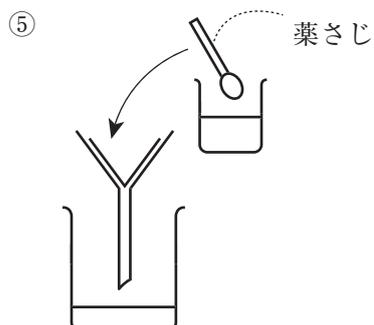
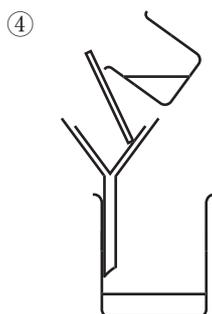
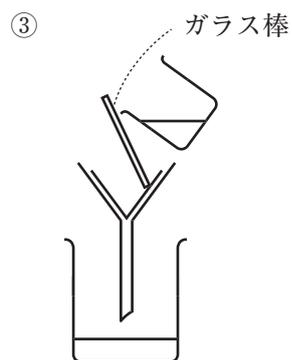
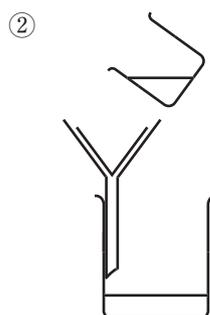
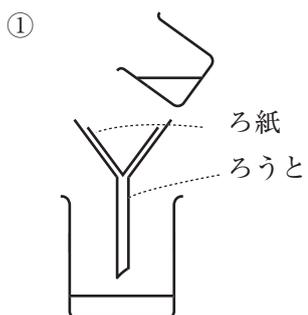
20

- ① γ (ガンマ)線は正の電荷をもつ電磁波である。
- ② β 線の正体は原子核近くを回っている電子が飛び出したものである。
- ③ α 線は β 線、 γ 線に比べて電離作用が大きい。
- ④ Bq(ベクレル)は、放射線を受ける物質が1kgあたりに吸収するエネルギーを表す単位である。
- ⑤ Gy(グレイ)は、放射線を出す物質において単位時間あたりに崩壊する原子核の数を表す単位である。

化 学

1 以下の問1～6に答えなさい。(解答記号 ～)

問1 物質を分離する「ろ過」の概略図はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。



問 2 次の表中の①～⑨はそれぞれ9種類の原子の電子配置を示している。

原子	電 子 配 置			
	K	L	M	N
①	1			
②	2			
③	2	1		
④	2	6		
⑤	2	7		
⑥	2	8		
⑦	2	8	1	
⑧	2	8	8	
⑨	2	8	8	1

(1) 表中の原子の中で、一価の陽イオンに一番なりやすい原子はどれか。最も適切なものを、上の選択肢から1つ選びなさい。

(2) 表中の原子の中で、一価の陽イオンに一番なりにくい原子はどれか。最も適切なものを、上の選択肢から1つ選びなさい。

問 3 イオン結晶に関する正しい記述の組み合わせはどれか。最も適切なものを、下の選択肢から1つ選びなさい。

ア. 展性や延性をもつため強い力を加えると変形する。

イ. 結晶状態では電気を伝えないが、融解液や水溶液は電気を伝える。

ウ. 一般に融点が低く柔らかい。また、昇華するものもある。

エ. 一般に融点が高く硬いが、強い衝撃を加えると一定方向に割れる。

① ア, イ

② ア, ウ

③ ア, エ

④ イ, ウ

⑤ イ, エ

⑥ ウ, エ

問 4 0.10 mol/L の希硫酸 100 mL に、濃度不明の水酸化ナトリウム水溶液を 20 mL 加えたら、混合水溶液の pH は 2.0 になった。このとき、混合による体積の増減がないとすると水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。なお、電解質の電離は完全に起きているものとする。 mol/L

- ① 0.44 ② 0.49 ③ 0.64
④ 0.69 ⑤ 0.94 ⑥ 0.99

問 5 反応条件や反応速度に関する正しい記述の組み合わせはどれか。最も適切なものを、下の選択肢から 1 つ選びなさい。

- ア. 反応物の構成粒子が衝突しても、反応が必ず起きるとは限らない。
イ. 活性化エネルギーが大きな反応ほど、反応速度が大きくなる。
ウ. 正反応と逆反応の活性化エネルギーの差は、触媒の有無にかかわらず変化しない。
エ. 温度一定の条件下で、反応熱が同じになる異なる反応の反応速度は必ず等しい。
- ① ア, イ ② ア, ウ ③ ア, エ ④ イ, ウ
⑤ イ, エ ⑥ ウ, エ

問 6 次の反応が平衡状態にあるとき、()内の条件変化が起きても平衡が移動しないものの組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

- ア. $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ (体積一定で Ar を加える。)
イ. $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ (温度一定, 加圧する。ただし, H_2O は気体とする。)
ウ. $\text{CO}_2(\text{気}) + \text{C}(\text{黒鉛}) = 2\text{CO}(\text{気}) - 172 \text{ kJ}$ (温度一定で減圧する。)
エ. $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ (酢酸ナトリウムを加える。)
- ① ア, イ ② ア, ウ ③ ア, エ ④ イ, ウ
⑤ イ, エ ⑥ ウ, エ

2

次の文章を読んで、問1～8に答えなさい。(解答記号 ～)

イオン化傾向の異なる2種類の金属板を電解質水溶液に浸して導線で結ぶと、電流が流れる。このとき、イオン化傾向の 金属は されて陽イオンとなり、生じた電子は導線を伝ってもう一方の金属に流れる。

このような、酸化還元反応にともなって放出される を に変える装置を電池という。

図1に示した構造の電池を 電池という。

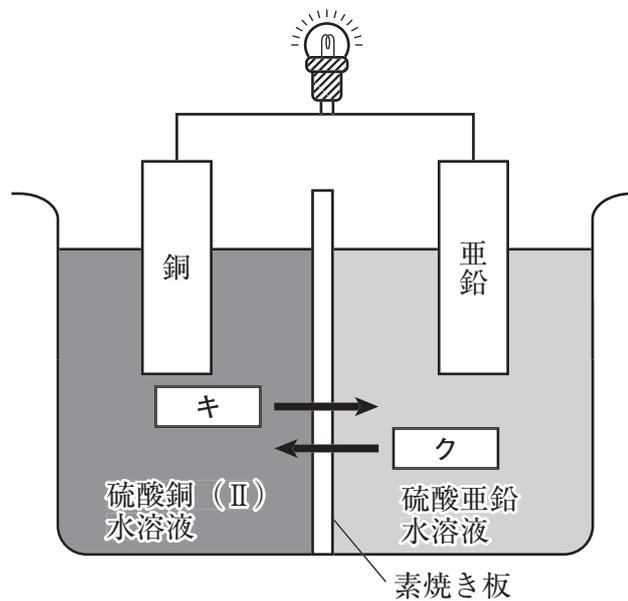


図1

電池から電流を取りだすことを放電という。この電池では、亜鉛板と銅板ではそれぞれ、次の反応が起こっている。

銅板の反応 :

亜鉛板の反応 :

また、電池内で酸化還元に関わる物質を という。

図1で素焼き板は正極と負極の水溶液が混合するのを防いでおり、電流を流すと素焼き板に空いている小さな穴を通して、主に が亜鉛板側へ、 が銅板側へ移動する。

マンガン乾電池などは放電し続けると起電力が低下して回復することができない。このような電池を一次電池という。それに対し、鉛蓄電池などは外部から放電時とは逆向きに電流を流すと起電力を回復させることができる。このような電池を二次電池または蓄電池という。鉛蓄電池の概略図を図2に示す。

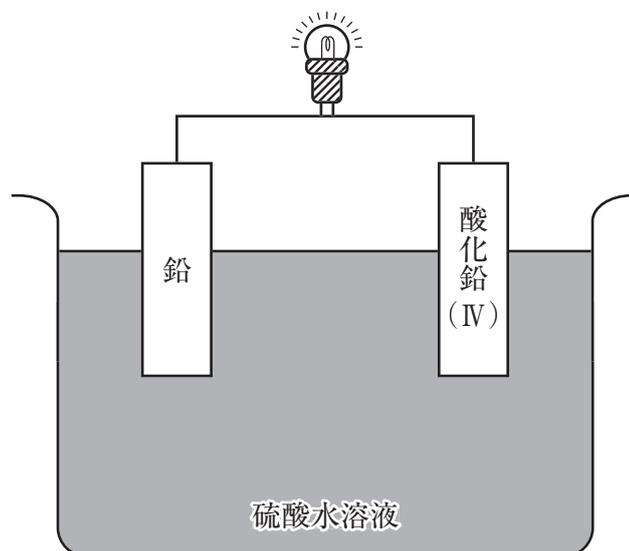


図2

放電時には、鉛蓄電池の鉛板と酸化鉛(IV)板では、それぞれ次のような反応が起こっている。



また、放電時の鉛蓄電池の全体の反応式は、次に示すとおりである。



鉛蓄電池を放電させると、正極と負極の質量はそれぞれ する。

外部回路に10 A(アンペア)の電流を1時間20分25秒流したとき、正極と負極の質量の 量の差は gである。また、このとき希硫酸中の溶質 H_2SO_4 は mol する。

問 1 文中の **ア** , **イ** に当てはまる語句の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。 **a**

	ア	イ
①	大きい	酸化
②	大きい	還元
③	小さい	酸化
④	小さい	還元

問 2 文中の **ウ** , **エ** に当てはまる語句の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。 **b**

	ウ	エ
①	電気エネルギー	化学エネルギー
②	化学エネルギー	電気エネルギー
③	活性化エネルギー	電気エネルギー
④	電気エネルギー	活性化エネルギー
⑤	化学エネルギー	活性化エネルギー
⑥	活性化エネルギー	化学エネルギー

問 3 文中の **c** に当てはまる語句はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

- ① アボガドロ ② ボルタ ③ 燃料
 ④ ダニエル ⑤ 空気亜鉛 ⑥ 空気銅

問 4 文中の **オ** , **カ** に当てはまる反応式の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。 **d**

	オ	カ
①	$\text{Cu} \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-}$	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \longrightarrow \text{Zn}$
②	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \longrightarrow \text{Cu}$	$\text{Zn} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-}$
③	$\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{H}^{+} + 2\text{e}^{-}$	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \longrightarrow \text{Zn}$
④	$2\text{H}^{+} + 2\text{e}^{-} \longrightarrow \text{H}_2$	$\text{Zn} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-}$
⑤	$\text{Cu} \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-}$	$2\text{H}^{+} + 2\text{e}^{-} \longrightarrow \text{H}_2$
⑥	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \longrightarrow \text{Cu}$	$\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{H}^{+} + 2\text{e}^{-}$

問 5 文中の に当てはまる語句はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

- ① 純物質 ② 冷却物質 ③ 活物質
 ④ 標準物質 ⑤ 吸熱物質 ⑥ 発熱物質

問 6 文中の , に当てはまるイオン式の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

	<input type="text" value="キ"/>	<input type="text" value="ク"/>
①	Cu^{2+}	Zn^{2+}
②	Cu^{2+}	SO_4^{2-}
③	H^+	Zn^{2+}
④	H^+	SO_4^{2-}
⑤	SO_4^{2-}	Zn^{2+}
⑥	SO_4^{2-}	H^+

問 7 文中の , に当てはまる語句と数値の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

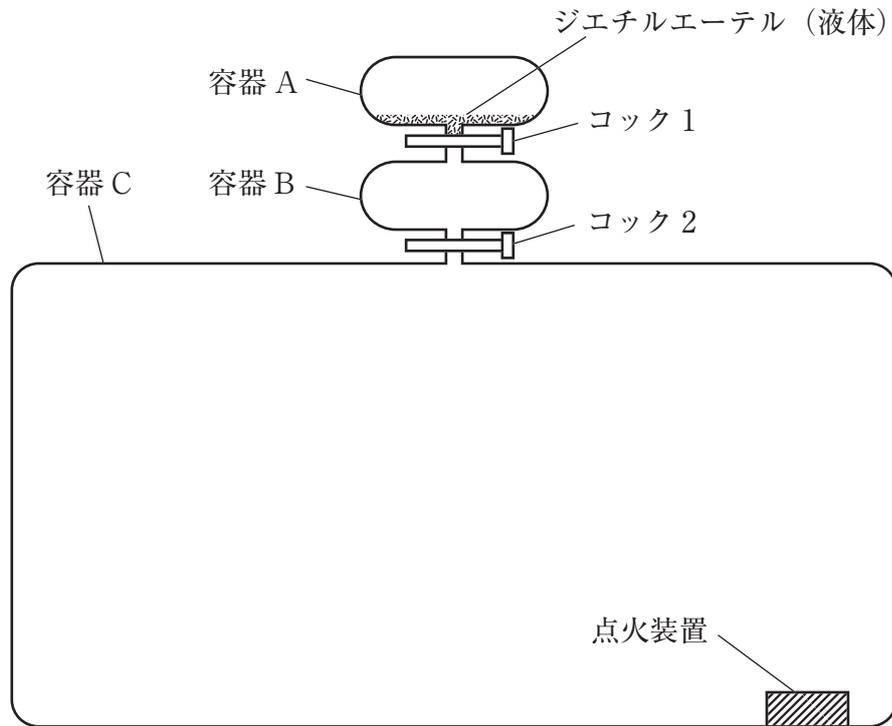
	<input type="text" value="ケ"/>	<input type="text" value="コ"/>
①	増加	8.0
②	増加	16
③	増加	32
④	増加	64
⑤	減少	4.0
⑥	減少	8.0
⑦	減少	12
⑧	減少	16

問 8 文中の , に当てはまる数値と語句の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

	<input type="text" value="サ"/>	<input type="text" value="シ"/>
①	0.25	増加
②	0.50	増加
③	1.0	増加
④	2.0	増加
⑤	0.25	減少
⑥	0.50	減少
⑦	1.0	減少
⑧	2.0	減少

3 次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。(解答記号 ～)

下図のように容器 A, B, C が細管で連結されており、細管にはコック 1 とコック 2 が付いている。コックを閉じた状態で容器 A と容器 B の体積はそれぞれ 0.83 L であり、容器 A にはジエチルエーテル $C_2H_5OC_2H_5$ 3.7 g が封入されており、容器 B には酸素 16 g と一酸化炭素 2.8 g が封入されている。容器 C は真空で、点火装置も入れられている。全ての容器内の温度は $27^\circ C$ に保たれているとし、細管の体積、液体が存在する場合の液体の体積は無視できるものとし、 $27^\circ C$ の飽和蒸気圧は、ジエチルエーテルが 7.7×10^4 Pa、水が 3.6×10^3 Pa であるものとする。



コックを開く前、容器 A と容器 B の圧力は、それぞれ Pa, Pa である。

操作 I コック 1 を開けて長時間放置した。このとき、ジエチルエーテルの分圧は Pa であり、一酸化炭素の分圧は Pa である。 の法則を用いると、全圧を求めることができる。

操作 II 操作 I の後、コック 2 を開けると容器内の空間の広さは、容器 A, B, C 合わせて 16.6 L であった。このときの容器内の圧力は Pa である。なお、コックを開いても化学変化は起こっていない。

操作Ⅲ 操作Ⅱの後、容器C内の点火装置を作動させたところ、ジエチルエーテルと一酸化炭素が完全燃焼し、二酸化炭素が mol, 水が mol 生成し、容器内の圧力は Pa となった。

問 1 飽和蒸気圧に関する正しい記述はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

- ① 飽和蒸気圧の値は、温度が高くなると値が大きくなる物質と小さくなる物質がある。
- ② 飽和蒸気圧の値は、温度が一定で容器の体積が一定ならば、物質の種類によらず一定値を示す。
- ③ 同じ温度では、飽和蒸気圧の高い液体の方が蒸発しやすい。
- ④ 飽和蒸気圧の値は、その他の気体が存在する場合と存在しない場合で値が異なる。
- ⑤ ふたの開いている容器に液体を入れて、蒸発する分子の示す圧力が、飽和蒸気圧である。

問 2 文中の , に当てはまる数値の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>
①	7.7×10^4	1.8×10^6
②	7.7×10^4	3.3×10^6
③	7.7×10^4	3.6×10^6
④	7.7×10^4	6.6×10^6
⑤	1.5×10^5	1.8×10^6
⑥	1.5×10^5	3.3×10^6
⑦	1.5×10^5	3.6×10^6
⑧	1.5×10^5	6.6×10^6

問 3 文中の , に当てはまる数値の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

	<input type="text" value="ウ"/>	<input type="text" value="エ"/>
①	7.5×10^4	1.5×10^5
②	7.5×10^4	3.0×10^5
③	7.5×10^4	6.0×10^5
④	7.7×10^4	1.5×10^5
⑤	7.7×10^4	3.0×10^5
⑥	7.7×10^4	6.0×10^5

問 4 文中の に当てはまる語句はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

- | | |
|--------------|--------------|
| ① ルシャトリエの全圧 | ② ルシャトリエの分圧 |
| ③ ファントホッフの全圧 | ④ ファントホッフの分圧 |
| ⑤ ドルトンの全圧 | ⑥ ドルトンの分圧 |

問 5 文中の , に当てはまる数値の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

	<input type="text" value="オ"/>	<input type="text" value="ク"/>
①	9.8×10^4	6.7×10^4
②	9.8×10^4	7.1×10^4
③	9.8×10^4	1.0×10^5
④	9.8×10^4	1.1×10^5
⑤	1.7×10^5	6.7×10^4
⑥	1.7×10^5	7.1×10^4
⑦	1.7×10^5	1.0×10^5
⑧	1.7×10^5	1.1×10^5

問 6 文中の , に当てはまる数値の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

	<input type="text" value="カ"/>	<input type="text" value="キ"/>
①	0.10	0.25
②	0.10	0.50
③	0.20	0.25
④	0.20	0.50
⑤	0.30	0.25
⑥	0.30	0.50

4 次の文章を読んで、問1～7に答えなさい。(解答記号 ～)

硫黄の化合物は医薬品、工業製品の原料として重要である。硫黄は硫化物として地殻中に多く存在する元素であり、第 周期、 族元素に属し、価電子は 個ある。硫黄の同素体には、 硫黄、 硫黄、 硫黄などが知られている。どれも無臭で水に不溶であり、常温では 硫黄が最も安定である。 硫黄を120℃に加熱し、融解させた後、冷却すると 硫黄が得られる。また250℃に加熱した液体を冷水に注いで急冷すると、鎖状分子である 硫黄が得られる。

硫黄を燃焼すると、酸化数 の二酸化硫黄となる。二酸化硫黄を を触媒として空気中の酸素によって酸化して酸化数 の三酸化硫黄をつくり、さらにこれを水と反応させて硫酸を得る工業的製法を という。硫酸は鉛蓄電池の電解液や肥料の原料などに広く使われる。

問1 文中の ～ に当てはまる数値の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>	<input type="text" value="ウ"/>
①	2	14	4
②	2	15	5
③	2	16	6
④	3	14	4
⑤	3	15	5
⑥	3	16	6

問2 文中の ～ に当てはまる語句の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

	<input type="text" value="エ"/>	<input type="text" value="オ"/>	<input type="text" value="カ"/>
①	斜方	ゴム状	単斜
②	斜方	単斜	ゴム状
③	単斜	斜方	ゴム状
④	単斜	ゴム状	斜方
⑤	ゴム状	単斜	斜方
⑥	ゴム状	斜方	単斜

問 3 文中の **キ** , **ケ** に当てはまる酸化数の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。 **c**

	キ	ケ
①	+ 2	+ 3
②	+ 2	+ 4
③	+ 3	+ 6
④	+ 3	+ 4
⑤	+ 4	+ 5
⑥	+ 4	+ 6

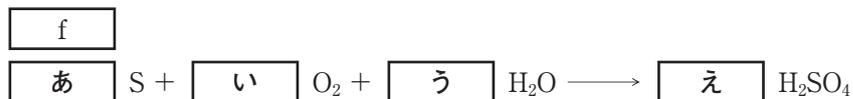
問 4 二酸化硫黄の性質に関する正しい記述はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。 **d**

- ① 二酸化硫黄は無色刺激臭の気体で水に溶けやすく、その水溶液は酸性を示す。
- ② 二酸化硫黄は褐色刺激臭の有毒な気体であり、酸性雨の原因にもなっている。
- ③ 二酸化硫黄の水溶液にヨウ化カリウムとデンプンを含む水溶液を加えると青紫色を示す。
- ④ 二酸化硫黄の水溶液に硫化水素を反応させると硫酸ができる。
- ⑤ 二酸化硫黄の水溶液に酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると硫酸鉛(Ⅱ)の白色沈殿を生じる。
- ⑥ 硫酸水素ナトリウムに硫酸を反応させると二酸化硫黄が発生する。

問 5 文中の **ク** , **コ** に当てはまる物質名と製法名の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。 **e**

	ク	コ
①	酸化バナジウム(V)	オストワルト法
②	酸化バナジウム(V)	接触法
③	白金	ハーバー・ボッシュ法
④	白金	オストワルト法
⑤	鉄	接触法
⑥	鉄	ハーバー・ボッシュ法

問 6 文中の下線部の反応を一つにまとめた次の化学反応式の係数の正しい組み合わせはどれか。最も適切なものを、下の選択肢から1つ選びなさい。ただし、係数1も省略しないものとする。



	あ	い	う	え
①	1	1	1	1
②	1	1	2	2
③	1	2	2	2
④	2	3	2	2
⑤	2	3	3	2
⑥	2	4	3	2

問 7 硫酸はさまざまな性質を示す。次の記述のうち、濃硫酸の不揮発性を示すものはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

- ① 銅片に熱濃硫酸を作用させると気体が発生する。
- ② 食塩(塩化ナトリウム)に濃硫酸を加えて熱すると気体が発生する。
- ③ 酢酸とエタノールの混合液に濃硫酸を少量加えて加熱すると、酢酸エチルが生成する。
- ④ スクロース(ショ糖)に濃硫酸を加えると炭化する。
- ⑤ デシケーターの底の部分に濃硫酸を入れ、試料を保存する。

5 次の文章を読んで、問 1～8 に答えなさい。(解答記号 a ～ h)

(1) 分子式 C_2H_6O で表される化合物 ア に濃硫酸を加え、約 $170^\circ C$ で加熱して生じる化合物 A は無色の気体で、工業的にはナフサを熱分解して得ている。

化合物 A はすべての原子が常に同一平面上にあり、付加重合体はフィルムや袋、容器など ^(a) 広範囲な用途に利用されている。また、ア に濃硫酸を加え約 $130^\circ C$ で加熱して生じる化合物 イ は、有機溶媒として広く用いられている。しかし揮発性、麻醉性があり、引火性も強いので、取り扱いには注意が必要である。

(2) 示性式 $C_nH_{2n+1}OH$ で表される化合物 B を弱く酸化して生じた化合物 ウ は、銀鏡反応に陽性であり、さらに酸化すると弱酸性を示す化合物 エ が生成した。また、 $\frac{4.0\text{ g}}{\text{(b)}}$ の化合物 B にナトリウムを十分反応させ、生じた気体を容積 0.83 L の容器に集めたところ、 $27^\circ C$ で $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ であった。

(3) 化合物 B の構造異性体である オ を酸化して生じる化合物 カ は、銀鏡反応には陰性であったが ^(c)ヨードホルム反応には陽性であった。

(4) アルコールの一種である キ は無色の有毒な液体で、工業的には一酸化炭素 CO と水素 H_2 から触媒に酸化亜鉛 ZnO を用いて加熱、加圧して製造される。キ の蒸気を、触媒に銅 Cu を用いて空気酸化すると得られる気体の水溶液は ク といい、防腐剤や消毒剤に用いられる。

(5) 化合物 h はカルボキシ基を有し、分子式 $C_3H_6O_3$ で表され、鏡像(光学)異性体が存在する。

問 1 文中の ア , イ に当てはまる物質名の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。 a

	ア	イ
①	エタノール	エチレン
②	エタノール	ジメチルエーテル
③	エタノール	ジエチルエーテル
④	ジメチルエーテル	エタン
⑤	ジメチルエーテル	エチレン
⑥	ジメチルエーテル	ジエチルエーテル

問 2 文中の下線部(a)に関して、化合物 A と同様に、すべての炭素原子が常に同一平面上にあるものはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

- ① 1-ブチン ② 2-メチルプロパン ③ ブタン
④ 1-ブテン ⑤ 2-ブテン

問 3 文中の下線部(b)から、化合物 B の分子量はいくらか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

- ① 32 ② 46 ③ 60 ④ 74 ⑤ 88

問 4 文中の , に当てはまる化合物の構造を示す式の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

	<input type="text" value="ウ"/>	<input type="text" value="エ"/>
①	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO}$
②	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$
③	$\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$
④	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$
⑤	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
⑥	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
⑦	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$
⑧	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
⑨	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$

問 5 文中の下線部(c)の反応における有色生成物の色と有色生成物の化学式の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

	色	化学式
①	赤	CH_3I
②	赤	CHI_3
③	赤	Cu_2O
④	黄	CH_3I
⑤	黄	CHI_3
⑥	黄	Cu_2O

問 6 文中の **オ** , **カ** に当てはまる物質名の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。 **f**

	オ	カ
①	2-プロパノール	アセトン
②	2-プロパノール	エチルメチルケトン
③	2-プロパノール	プロペン
④	2-ブタノール	エチルメチルケトン
⑤	2-ブタノール	アセトン
⑥	2-ブタノール	2-ブテン
⑦	2-ペンタノール	ジエチルケトン
⑧	2-ペンタノール	アセトン
⑨	2-ペンタノール	2-ペンテン

問 7 文中の **キ** , **ク** に当てはまる物質名の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。 **g**

	キ	ク
①	アセトアルデヒド	ギ酸メチル
②	アセトアルデヒド	クロロホルム
③	アセトアルデヒド	ホルマリン
④	メタノール	ホルマリン
⑤	メタノール	クロロホルム
⑥	メタノール	ギ酸メチル

問 8 化合物 **h** に当てはまる物質名は何か。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

- ① 酪酸 ② 乳酸 ③ フマル酸 ④ マレイン酸
⑤ アジピン酸

生 物

1 生体物質と細胞に関する次の問1～4に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

[文章]

生物は多種多様であるが、どの生物も細胞からできている。細胞は細胞膜で包まれており内部にはさまざまな生命活動のエネルギーとして利用される(ア)や化学反応を促進する(イ)、遺伝情報が保存されている物質となる(ウ)など多くのもので満たされている。細胞は原核細胞と真核細胞の2種に分けることができる。原核細胞は核をもたず、(ウ)は核様体⁽¹⁾という領域に偏在し、膜構造をもつ細胞小器官は見られない。このような細胞でできた生物を原核生物という。一方、真核細胞は(ウ)が核の中に存在し、原核細胞には見られないような細胞小器官がある。このような細胞でできた生物を真核生物⁽³⁾という。

問 1 (ア)～(ウ)に入る語句の組み合わせとして、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- | | ア | イ | ウ |
|---|-----|------|-----|
| ① | ATP | 酵素 | DNA |
| ② | ATP | 酵素 | RNA |
| ③ | ATP | ホルモン | DNA |
| ④ | ATP | ホルモン | RNA |
| ⑤ | DNA | 酵素 | ATP |
| ⑥ | DNA | 酵素 | RNA |
| ⑦ | DNA | ホルモン | ATP |
| ⑧ | DNA | ホルモン | RNA |

問 2 下線部(1)について，原核生物である大腸菌と真核生物であるミドリムシを比較した時，共通して存在する構造物(名称が同じであればよい)と，両者に共通している増殖方法(生殖方法)の組み合わせとして，最も適切なものを次の選択肢から1つ選び，解答欄の記号をマークしなさい。

	構造物	増殖方法
①	絨毛	分裂
②	絨毛	接合
③	絨毛	分裂と接合
④	絨毛	栄養生殖
⑤	べん毛	分裂
⑥	べん毛	接合
⑦	べん毛	分裂と接合
⑧	べん毛	栄養生殖

問 3 下線部(2)について，真核細胞に存在する細胞小器官のうち，ミトコンドリアと葉緑体は，かつてそれぞれの由来となる生物が，宿主となる生物に取り込まれることで生じたと考えられている。この説の名称と，それぞれの由来と考えられている生物の組み合わせとして，最も適切なものを次の選択肢から1つ選び，解答欄の記号をマークしなさい。

	説の名称	ミトコンドリアの由来	葉緑体の由来
①	細胞説	シアノバクテリア	好気性細菌
②	細胞説	シアノバクテリア	シロイヌナズナ
③	細胞説	好気性細菌	シアノバクテリア
④	細胞内共生説	シアノバクテリア	好気性細菌
⑤	細胞内共生説	シアノバクテリア	シロイヌナズナ
⑥	細胞内共生説	好気性細菌	シアノバクテリア

問 4 下線部(3)について，次の i ~ v の生物のうち，真核生物を過不足なく選んだ組み合わせとして，最も適切なものを次の選択肢から1つ選び，解答欄の記号をマークしなさい。

4

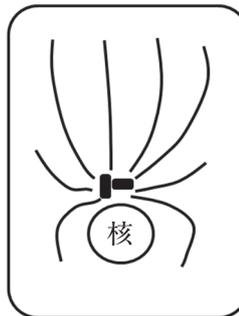
i 酵母 ii 硝酸菌 iii 根粒菌
iv 肺炎双球菌 v 大腸菌

- | | | |
|----------------|---------------|-------------------------|
| ① i | ② ii | ③ iii |
| ④ iv | ⑤ v | ⑥ i · ii · iii |
| ⑦ iii · iv · v | ⑧ i · iii · v | ⑨ i · ii · iii · iv · v |

2タンパク質と代謝に関する次の問1～7に答えなさい。〔解答番号 5 ～ 11 〕

〔文章I〕

生物の体を構成する物質には様々なものがある。そのうち、タンパク質は多数のアミノ酸が（ア）結合によりつながった物質であり、アミノ酸の種類、数や配列順序などによりタンパク質の構造が決まる。ヒトの場合、体内ではおよそ10万種類ものタンパク質が合成されていると言われている。その一例に、細胞の形を内側から支えるタンパク質として細胞骨格が挙げられる。下の図は、細胞骨格の1つである（イ）の模式図であり、（ウ）というタンパク質から形成されている。



問1 文中の空欄（ア）、（イ）に入る語句の組み合わせとして、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 5

- | | ア | イ |
|---|------|------------|
| ① | S-S | 微小管 |
| ② | S-S | 中間径フィラメント |
| ③ | S-S | アクチンフィラメント |
| ④ | 水素 | 微小管 |
| ⑤ | 水素 | 中間径フィラメント |
| ⑥ | 水素 | アクチンフィラメント |
| ⑦ | ペプチド | 微小管 |
| ⑧ | ペプチド | 中間径フィラメント |
| ⑨ | ペプチド | アクチンフィラメント |

問 2 細胞骨格は微小管，中間径フィラメント，アクチンフィラメントの3種類が知られている。細胞骨格の太さ(直径)について，大きい順に並べたときの並び順として，最も適切なものを次の選択肢から1つ選び，解答欄の記号をマークしなさい。 6

大>中>小の順

- ① 微小管，アクチンフィラメント，中間径フィラメント
- ② 微小管，中間径フィラメント，アクチンフィラメント
- ③ 中間径フィラメント，微小管，アクチンフィラメント
- ④ 中間径フィラメント，アクチンフィラメント，微小管
- ⑤ アクチンフィラメント，微小管，中間径フィラメント
- ⑥ アクチンフィラメント，中間径フィラメント，微小管

問 3 文中の空欄(ウ)に入る語句と空欄(イ)の細胞骨格の主なはたらきの組み合わせとして，最も適切なものを次の選択肢から1つ選び，解答欄の記号をマークしなさい。

7

- | ウ | 主なはたらき |
|----------|-------------------|
| ① アクチン | 細胞固有の形を保持 |
| ② アクチン | 筋収縮，アメーバ運動に関与 |
| ③ アクチン | リソソーム中で、有機物の分解に関与 |
| ④ フィブリン | 細胞固有の形を保持 |
| ⑤ フィブリン | 筋収縮，アメーバ運動に関与 |
| ⑥ フィブリン | リソソーム中で、有機物の分解に関与 |
| ⑦ チューブリン | 胞固有の形を保持 |
| ⑧ チューブリン | 筋収縮，アメーバ運動に関与 |
| ⑨ チューブリン | リソソーム中で、有機物の分解に関与 |

[文章Ⅱ]

生物の体内で行われる化学反応をまとめて代謝という。代謝には同化と異化があり，同化では⁽¹⁾主に簡単な物質から複雑な物質がつくられ，エネルギーの吸収が起こる。一方，異化では複雑な物質が簡単な物質にまで分解され，エネルギーの放出が見られる。緑色植物の光合成は同化の一例であり，葉緑体で行われる。光合成はエネルギーを吸収する反応と，(ア)回路により⁽²⁾(イ)から(ウ)を合成する反応からなる。一方，呼吸は異化の一例であり，解糖系，(エ)回路，電子伝達系という反応系が連続して行われる。⁽³⁾

問 4 (ア)～(エ)に入る語句の組み合わせとして、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

	ア	イ	ウ	エ
①	クエン酸	酸素	二酸化炭素	カルビン・ベンソン
②	クエン酸	酸素	有機物	カルビン・ベンソン
③	クエン酸	二酸化炭素	酸素	カルビン・ベンソン
④	クエン酸	二酸化炭素	有機物	カルビン・ベンソン
⑤	カルビン・ベンソン	酸素	二酸化炭素	クエン酸
⑥	カルビン・ベンソン	酸素	有機物	クエン酸
⑦	カルビン・ベンソン	二酸化炭素	酸素	クエン酸
⑧	カルビン・ベンソン	二酸化炭素	有機物	クエン酸

問 5 下線部(1)について、生体内ではさまざまな化学反応が行われている。これらの反応には ATP が関わっていることが多い。次に挙げる反応のうち、ATP が関与しない反応として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 肝臓における尿素の合成
- ② ペプシンによるタンパク質の分解
- ③ ナトリウムポンプによる輸送
- ④ 骨格筋の収縮
- ⑤ 植物の窒素同化
- ⑥ キネシンとダイニンの移動
- ⑦ 根粒菌による窒素固定
- ⑧ 化学合成細菌による炭酸同化

問 6 下線部(2)について、緑色植物の光合成で光エネルギーを吸収する物質と、その物質が存在する部位の組み合わせとして、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 10

	物質	部位
①	フィトクロム	クリステ
②	フィトクロム	ストロマ
③	フィトクロム	チラコイド
④	クリプトクロム	クリステ
⑤	クリプトクロム	ストロマ
⑥	クリプトクロム	チラコイド
⑦	クロロフィル	クリステ
⑧	クロロフィル	ストロマ
⑨	クロロフィル	チラコイド
a	ロドプシン	クリステ
b	ロドプシン	ストロマ
c	ロドプシン	チラコイド

問 7 下線部(3)について、電子伝達系はミトコンドリアだけでなく、葉緑体にも存在する。電子伝達系に関する以下の a ~ e の記述のうち正しい記述を過不足なく含む組み合わせとして、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 11

- a ミトコンドリアの電子伝達系では、 NADP^+ と FAD がもつ電子を利用して水素イオンの濃度勾配をつくり出している。
- b ミトコンドリアの電子伝達系では、生じた電子と水素イオンは最終的に酸素と結合し、水が生じる。
- c 葉緑体の電子伝達系では、水の分解に由来する電子を利用して水素イオンの濃度勾配をつくり出している。
- d 葉緑体の電子伝達系では生じた電子が光化学系 II から光化学系 I に受け渡される。
- e 葉緑体の電子伝達系で生じた電子と水素イオンは最終的に NAD^+ と結合し NADH が生じる。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| ① a | ② c | ③ a, c |
| ④ b, c | ⑤ c, e | ⑥ d, e |
| ⑦ a, c, e | ⑧ a, b, d | ⑨ b, c, d |

3

遺伝子の発現と調節に関する次の問1～5に答えなさい。〔解答番号 12 ～ 16 〕

〔文章I〕

真核生物のDNAは通常核に含まれるが、タンパク質の合成は細胞質中のリボソームで行われる。したがって、真核生物では転写と翻訳が空間的、時間的に分かれている。それに対して、原核生物では、ほとんどの場合、空間的、時間的に分かれず、転写と翻訳は同じ細胞質中で進行する。したがって、下の図のように原核生物では転写が行われ mRNA が合成され始めると、転写が完了する前にリボソームが結合し翻訳も進むことになる。

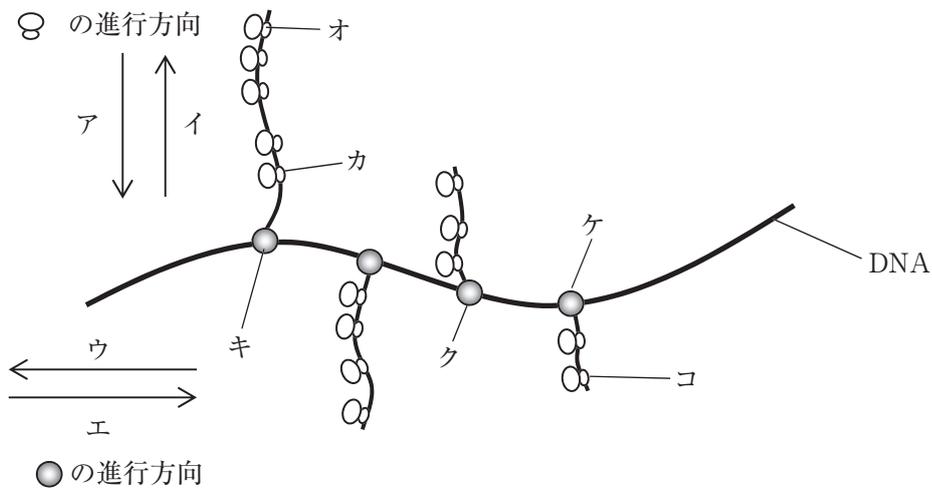


図 原核生物の遺伝子発現の様子

問1 図中のア～エについて、転写と翻訳のそれぞれが進行する方向の組み合わせとして、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 12

- | | 転写 | 翻訳 |
|---|----|----|
| ① | ア | ウ |
| ② | ア | エ |
| ③ | イ | ウ |
| ④ | イ | エ |
| ⑤ | ウ | ア |
| ⑥ | ウ | イ |
| ⑦ | エ | ア |
| ⑧ | エ | イ |

問 2 図中のオ～コについて、翻訳によって合成されているポリペプチドが図には示されていない。最も長い合成中のポリペプチド鎖がつながっている場所として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 13

- ① オ ② カ ③ キ ④ ク ⑤ ケ ⑥ コ

〔文章Ⅱ〕

大腸菌はグルコースをエサとしているが、グルコースを与えずにラクトースを与えると、大腸菌内で自ら β -ガラクトシダーゼを合成し、ラクトースを分解する。この現象から、大腸菌にはラクトースの分解にはたらく酵素の遺伝子が存在するが、ラクトースがないときはその遺伝子は発現せず、ラクトースがあるときのみ発現するように制御されていることが分かる。このしくみを解明した研究者は(ア)であり、このしくみを(イ)という。

問 3 文中の空欄(ア)、(イ)に入る語句の組み合わせとして、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 14

- | | ア | | イ |
|---|-------------|--|----------|
| ① | ジャコブとモノー | | セントラルドグマ |
| ② | ジャコブとモノー | | オペロン説 |
| ③ | メセルソンとスタール | | セントラルドグマ |
| ④ | メセルソンとスタール | | オペロン説 |
| ⑤ | ワトソンとクリック | | セントラルドグマ |
| ⑥ | ワトソンとクリック | | オペロン説 |
| ⑦ | グリフィスとエイブリー | | セントラルドグマ |
| ⑧ | グリフィスとエイブリー | | オペロン説 |

問 4 ラクトースを分解する酵素の遺伝子は構造遺伝子群内に存在し、その上流側に存在するオペレーター、プロモーター、調節遺伝子により転写の制御が行われている。これらの領域の配置として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

15

- ① 上流側(オペレーター)—(プロモーター)—(調節遺伝子)—(構造遺伝子群)下流側
 ② 上流側(オペレーター)—(調節遺伝子)—(プロモーター)—(構造遺伝子群)下流側
 ③ 上流側(プロモーター)—(オペレーター)—(調節遺伝子)—(構造遺伝子群)下流側
 ④ 上流側(プロモーター)—(調節遺伝子)—(オペレーター)—(構造遺伝子群)下流側
 ⑤ 上流側(調節遺伝子)—(オペレーター)—(プロモーター)—(構造遺伝子群)下流側
 ⑥ 上流側(調節遺伝子)—(プロモーター)—(オペレーター)—(構造遺伝子群)下流側

問 5 オペレーターとプロモーターに関する記述として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

16

- ① オペレーターとは調節遺伝子から合成されたリプレッサーが結合する部位であり、プロモーターとは DNA ポリメラーゼが結合する部位である。
- ② オペレーターとは調節遺伝子から合成されたリプレッサーが結合する部位であり、プロモーターとは RNA ポリメラーゼが結合する部位である。
- ③ オペレーターとは調節遺伝子から合成された DNA ポリメラーゼが結合する部位であり、プロモーターとはリプレッサーが結合する部位である。
- ④ オペレーターとは調節遺伝子から合成された DNA ポリメラーゼが結合する部位であり、プロモーターとは RNA ポリメラーゼが結合する部位である。
- ⑤ オペレーターとは調節遺伝子から合成された RNA ポリメラーゼが結合する部位であり、プロモーターとはリプレッサーが結合する部位である。
- ⑥ オペレーターとは調節遺伝子から合成された RNA ポリメラーゼが結合する部位であり、プロモーターとは DNA ポリメラーゼが結合する部位である。

4

生殖と発生に関する次の問1～8に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

〔文章I〕

スイートピーの花色と花粉の形について、次のような交配実験を行った。青紫色花・長花粉の個体と、赤色花・丸花粉の個体を両親として交配すると、生じた個体(雑種第一代, F_1)はすべて青紫色花・長花粉の個体となった。この F_1 個体を赤色花・丸花粉の個体と交配すると、生じる次代の個体は青紫色花・長花粉：青紫色花・丸花粉：赤色花・長花粉：赤色花・丸花粉 = 7 : 1 : 1 : 7 の比で生じた。

問1 F_1 個体がつくる配偶子の遺伝子型の比として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。ただし、花の色に関する遺伝子を $A(a)$ 、花粉の形に関する遺伝子を $B(b)$ とし、大文字(A, B)は小文字(a, b)に対して優性とする。

	AB	:	Ab	:	aB	:	ab
①	1	:	1	:	1	:	1
②	0	:	1	:	1	:	0
③	1	:	0	:	0	:	1
④	1	:	7	:	7	:	1
⑤	7	:	1	:	1	:	7
⑥	9	:	3	:	3	:	1
⑦	177	:	15	:	15	:	49
⑧	129	:	63	:	63	:	1

問2 F_1 個体どうしを交配して生じる次代の個体の表現型の比として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。ただし、花の色に関する遺伝子を $A(a)$ 、花粉の形に関する遺伝子を $B(b)$ とし、大文字(A, B)は小文字(a, b)に対して優性とする。

	AB	:	Ab	:	aB	:	ab
①	1	:	1	:	1	:	1
②	0	:	1	:	1	:	0
③	1	:	0	:	0	:	1
④	1	:	7	:	7	:	1
⑤	7	:	1	:	1	:	7
⑥	9	:	3	:	3	:	1
⑦	177	:	15	:	15	:	49
⑧	129	:	63	:	63	:	1

問 3 スイートピーの花色と花粉の形について、行った実験結果に関する次の文章の空欄 (ア)~(エ)に入る語句の組み合わせとして、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 19

F₁ 個体と赤色花・丸花粉の個体との交配を(ア)という。この交配によって生じた次代の個体の表現型の比から F₁ 個体の配偶子の遺伝子型の比が分かるため、花色と花粉の形に関する遺伝子は同一染色体上に連鎖していることが分かる。このことより、F₁ 個体が配偶子をつくる際に行う減数分裂では、(イ)の前期に相同染色体どうしが対合してできた二価染色体で、染色体の一部に(ウ)が起これ、その結果、遺伝子に(エ)が生じたことが分かる。

	ア	イ	ウ	エ
①	検定交雑	第一分裂	乗換え	組換え
②	検定交雑	第一分裂	組換え	乗換え
③	検定交雑	第二分裂	乗換え	組換え
④	検定交雑	第二分裂	組換え	乗換え
⑤	自家受精	第一分裂	乗換え	組換え
⑥	自家受精	第一分裂	組換え	乗換え
⑦	自家受精	第二分裂	乗換え	組換え
⑧	自家受精	第二分裂	組換え	乗換え

〔文章Ⅱ〕

多細胞生物の細胞は、周囲の細胞との相互作用によって特定の組織に分化する。このことが分かる現象として、ウニやカエルを使った発生の研究が昔から盛んに行われている。特にシュペーマンとフォークトの実験は広く知られている。彼らの実験がきっかけとなり、さまざまな誘導現象が明らかになった。さらに、最近ではショウジョウバエの研究を始めとした分子レベルの研究が進み、多くの動物に共通する現象が詳細に解明されてきている。

問 4 下線部(1)について、ウニの 16 細胞期の胚を観察したとき、動物極側から植物極側の順に記載した各割球の名称として、最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

20

- ① 大割球—中割球—小割球
- ② 大割球—小割球—中割球
- ③ 中割球—大割球—小割球
- ④ 中割球—小割球—大割球
- ⑤ 小割球—大割球—中割球
- ⑥ 小割球—中割球—大割球

問 5 下線部(2)について、スーパーマンが行った実験とその結果に関する記述として、最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

21

- ① クシイモリの桑実胚の原口背唇部をスジイモリの桑実胚の腹側の予定表皮域に移植する実験を行った結果、移植片の周囲に二次胚ができ、二次胚の表皮は移植片に由来していた。
- ② クシイモリの桑実胚の原口背唇部をスジイモリの桑実胚の腹側の予定表皮域に移植する実験を行った結果、移植片の周囲に二次胚ができ、二次胚の脊索は移植片に由来していた。
- ③ クシイモリの初期原腸胚の原口背唇部をスジイモリの初期原腸胚の腹側の予定表皮域に移植する実験を行った結果、移植片の周囲に二次胚ができ、二次胚の表皮は移植片に由来していた。
- ④ クシイモリの初期原腸胚の原口背唇部をスジイモリの初期原腸胚の腹側の予定表皮域に移植する実験を行った結果、移植片の周囲に二次胚ができ、二次胚の脊索は移植片に由来していた。
- ⑤ クシイモリの初期神経胚の原口背唇部をスジイモリの初期神経胚の腹側の予定表皮域に移植する実験を行った結果、移植片の周囲に二次胚ができ、二次胚の表皮は移植片に由来していた。
- ⑥ クシイモリの初期神経胚の原口背唇部をスジイモリの初期神経胚の腹側の予定表皮域に移植する実験を行った結果、移植片の周囲に二次胚ができ、二次胚の脊索は移植片に由来していた。
- ⑦ クシイモリの尾芽胚の原口背唇部をスジイモリの尾芽胚の腹側の予定表皮域に移植する実験を行った結果、移植片の周囲に二次胚ができ、二次胚の表皮は移植片に由来していた。
- ⑧ クシイモリの尾芽胚の原口背唇部をスジイモリの尾芽胚の腹側の予定表皮域に移植する実験を行った結果、移植片の周囲に二次胚ができ、二次胚の脊索は移植片に由来していた。

問 6 下線部(3)について、さまざまな誘導現象に関する以下の a～c の記述のうち正しい記述を過不足なく含む組み合わせとして、最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 22

- a 予定内胚葉で合成されたノーダルタンパク質は、隣接する予定外胚葉にはたらきかけて中胚葉を誘導する。
- b 神経誘導では、BMP のはたらきを抑制するために形成体からノギンやコーディンが分泌される。
- c 形成体のはたらきによって外胚葉から神経管が誘導され、神経管の一部から眼杯ができると、水晶体や角膜が連鎖的に誘導されることを誘導の連鎖という。

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

問 7 下線部(4)について、ショウジョウバエの発生に関する記述として、最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 23

- ① 原腸胚の後分化してプリズム幼生となり、その後プルテウス幼生になる。
- ② 原口は将来ショウジョウバエの肛門となる。
- ③ 初期発生では、初めは細胞質分裂を行わず核だけの分裂が進む。
- ④ 受精卵はウニと同じ等黄卵であり、等割を行う。
- ⑤ 胞胚には絨毛が生じているため胚は回転運動ができる。

問 8 下線部(5)について、分節遺伝子にはギャップ遺伝子、セグメントポラリティー遺伝子、ペアルール遺伝子の 3 つが知られている。これらの遺伝子が段階的に発現することでショウジョウバエの体節が形成される。これらの遺伝子が発現する順として、最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 24

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

5 生物の環境応答に関する次の問1～7に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

〔文章I〕

ミツバチは自身が見つけたエサ場から巣箱に戻った後、巣箱にいる仲間に、巣箱からエサ場までの距離や方角を8の字ダンスを用いて伝えると、それを伝えられた仲間は正確にエサ場へと向かう事ができる。8の字ダンスとは、エサ場から戻ったミツバチが暗い巣箱の中の垂直な巢板の上で、激しくしりを振りながら一定の方向に進み、しり振りを止めると左右交互に半円を描いて元に戻り、再び同じ方向にしり振り直進歩行を行うことを繰り返すダンスである。しり振りダンスの速度が距離を示し、しり振り直進方向と重力の反対方向とのなす角度が、巣から見た太陽の方向とエサ場の方向との角度を示している。

問1 ある年の夏至の正午(太陽が南中時)、巣箱から見て真南から西へ30度の方向にあるエサ場から帰ってきたミツバチが示す8の字ダンスとして、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 重力とは反対の方向(鉛直上方)から右へ15度の向き
- ② 重力とは反対の方向(鉛直上方)から右へ30度の向き
- ③ 重力とは反対の方向(鉛直上方)から右へ45度の向き
- ④ 重力とは反対の方向(鉛直上方)から右へ60度の向き
- ⑤ 重力とは反対の方向(鉛直上方)から左へ15度の向き
- ⑥ 重力とは反対の方向(鉛直上方)から左へ30度の向き
- ⑦ 重力とは反対の方向(鉛直上方)から左へ45度の向き
- ⑧ 重力とは反対の方向(鉛直上方)から左へ60度の向き
- ⑨ 重力とは反対の方向(鉛直上方)
- a 重力の方向(鉛直下方)

問 2 同じエサ場から 2 時間後の 14 時に巣箱へ戻ったミツバチが示す 8 の字ダンスとして、最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 26

- ① 重力とは反対の方向(鉛直上方)から右へ 15 度の向き
- ② 重力とは反対の方向(鉛直上方)から右へ 30 度の向き
- ③ 重力とは反対の方向(鉛直上方)から右へ 45 度の向き
- ④ 重力とは反対の方向(鉛直上方)から右へ 60 度の向き
- ⑤ 重力とは反対の方向(鉛直上方)から左へ 15 度の向き
- ⑥ 重力とは反対の方向(鉛直上方)から左へ 30 度の向き
- ⑦ 重力とは反対の方向(鉛直上方)から左へ 45 度の向き
- ⑧ 重力とは反対の方向(鉛直上方)から左へ 60 度の向き
- ⑨ 重力とは反対の方向(鉛直上方)
- a 重力の方向(鉛直下方)

〔文章Ⅱ〕

一般的な種子植物は、受粉によりつくられた種子は休眠状態に入るが、発芽に必要な条件がそろって発芽する。このとき、種子中では多くの反応が起こっている。その過程は、オオムギの種子の場合、胚から分泌された(ア)が糊粉層に作用して(イ)の合成を引き起こす。そして(イ)は胚乳に分泌され、そこに蓄積された(ウ)を分解する。胚はその分解産物である糖を吸収して成長に用いることで発芽に必要なエネルギーが得られる。

一方、発芽に必要な条件として、下線部(1)に加え、さらに光照射を必要とする種子を光発芽種子という。光発芽種子は光以外の環境要因がそろっていても、そのまま暗所に置くと発芽は抑制されるが、(エ)を照射してから暗所に戻すと発芽は促進される。しかし、(オ)を照射してから暗所に戻すと発芽は抑制される。この光はフィトクロムが受容するが、照射された光によってフィトクロムの構造は可逆的に変化する。そのため、最後に照射した光によりフィトクロムの構造が決まり発芽が調節される。⁽²⁾

問 3 文中の空欄(ア)に入る語句として、最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 27

- ① オーキシン
- ② サイトカイニン
- ③ アブシシン酸
- ④ エチレン
- ⑤ ジベレリン
- ⑥ ブラシノステロイド
- ⑦ ジャスモン酸

問 4 文中の空欄(イ), (ウ)に入る語句の組み合わせとして, 最も適切なものを次の選択肢から1つ選び, 解答欄の記号をマークしなさい。 28

- | | イ | ウ |
|---|-------|--------|
| ① | ペプシン | グリコーゲン |
| ② | ペプシン | デンプン |
| ③ | トリプシン | グリコーゲン |
| ④ | トリプシン | デンプン |
| ⑤ | アミラーゼ | グリコーゲン |
| ⑥ | アミラーゼ | デンプン |
| ⑦ | カタラーゼ | グリコーゲン |
| ⑧ | カタラーゼ | デンプン |

問 5 文中の空欄(エ), (オ)に入る語句の組み合わせとして, 最も適切なものを次の選択肢から1つ選び, 解答欄の記号をマークしなさい。 29

- | | エ | オ |
|---|------|------|
| ① | 赤色光 | 青色光 |
| ② | 赤色光 | 遠赤色光 |
| ③ | 赤色光 | 緑色光 |
| ④ | 青色光 | 赤色光 |
| ⑤ | 青色光 | 遠赤色光 |
| ⑥ | 青色光 | 緑色光 |
| ⑦ | 緑色光 | 赤色光 |
| ⑧ | 緑色光 | 青色光 |
| ⑨ | 緑色光 | 遠赤色光 |
| a | 遠赤色光 | 赤色光 |
| b | 遠赤色光 | 青色光 |
| c | 遠赤色光 | 緑色光 |

問 6 下線部(1)について、一般的な種子植物の種子は適切な条件になると発芽する。次の i ~ v の要因のうち、それが適切な条件になると発芽するものを過不足なく選んだ組み合わせとして、最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 30

i 水 ii 温度 iii 酸素 iv 二酸化炭素 v アンモニウムイオン

- | | | |
|-------------|------------|---------------|
| ① i・ii | ② ii・iii | ③ iii・iv |
| ④ iv・v | ⑤ i・ii・iii | ⑥ i・ii・iv |
| ⑦ ii・iii・iv | ⑧ ii・iii・v | ⑨ i・ii・iii・iv |

問 7 下線部(2)について、フィトクロムには Pr 型と Pfr 型の 2 種が存在する。光発芽種子に光が照射され発芽が促進されたときのフィトクロムの構造と、光発芽種子の例の組み合わせとして、最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

31

- | | フィトクロムの構造 | 光発芽種子例 |
|---|-----------|-----------|
| ① | Pr 型 | レタス・ケイトウ |
| ② | Pr 型 | レタス・タバコ |
| ③ | Pr 型 | カボチャ・ケイトウ |
| ④ | Pr 型 | カボチャ・タバコ |
| ⑤ | Pfr 型 | レタス・ケイトウ |
| ⑥ | Pfr 型 | レタス・タバコ |
| ⑦ | Pfr 型 | カボチャ・ケイトウ |
| ⑧ | Pfr 型 | カボチャ・タバコ |

6

生態と環境に関する次の問1～5に答えなさい。〔解答番号 32 ～ 36 〕

〔文章〕

地球上にはさまざまな生物が存在し、それぞれの環境で互いに関係を保ちながら生活している。⁽¹⁾ 個体数が増加すると、⁽²⁾ 個体群密度が大きくなる。その結果、一個体が利用できる食物や生活空間といった資源は減少するため、個体や個体群の成長、または個体の生理的・形態的な性質が大きく変化することがあり、これを⁽³⁾ 密度効果という。個体群密度を求めるためには個体群を構成する個体数を知る必要がある。個体数を推定する方法には(ア)と(イ)が一般的に用いられている。(ア)は行動範囲の広い動物などの個体数を推定する場合に適した方法であり、(イ)は動きの遅い動物や、植物など移動性の少ない生物の個体数を推定する場合に適した方法である。

問1 文中の空欄(ア)、(イ)に入る語句の組み合わせとして、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 32

- | | ア | イ |
|---|-------|-------|
| ① | 二名法 | 層別刈取法 |
| ② | 二名法 | 区画法 |
| ③ | 二名法 | 標識再捕法 |
| ④ | 層別刈取法 | 二名法 |
| ⑤ | 層別刈取法 | 区画法 |
| ⑥ | 層別刈取法 | 標識再捕法 |
| ⑦ | 区画法 | 二名法 |
| ⑧ | 区画法 | 層別刈取法 |
| ⑨ | 区画法 | 標識再捕法 |
| a | 標識再捕法 | 二名法 |
| b | 標識再捕法 | 層別刈取法 |
| c | 標識再捕法 | 区画法 |

問 2 下線部(1)について、一定地域内に生息する個体群内の個体間には、色々な分布が見られる。個体群内の個体の分布に関する文章(i)~(iii)の分布の組み合わせとして、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 33

- (i) 個体が特定の場所にかたまわって分布しており、アリや群れをつくって行動する動物などに見られる分布様式のこと。
- (ii) 各個体が他個体と関係なく散らばって分布しており、風で種子が散布される植物などに見られる分布様式のこと。
- (iii) 各個体が一定の距離を保ちながら分布しており、競争などにより他個体を避けようとする生物に見られる分布様式のこと。

	(i)	(ii)	(iii)
①	ランダム分布	一様分布	集中分布
②	ランダム分布	集中分布	一様分布
③	集中分布	一様分布	ランダム分布
④	集中分布	ランダム分布	一様分布
⑤	一様分布	集中分布	ランダム分布
⑥	一様分布	ランダム分布	集中分布

問 3 下線部(2)について、個体群密度(D)を個体数(N)と生息場所の面積(S)を使って表した式として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

34

- | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| ① $D = \frac{S}{N}$ | ② $D = \frac{S}{N} \times 100$ | ③ $D = \frac{N}{S}$ |
| ④ $D = \frac{N}{100 \times S}$ | ⑤ $D = \frac{S}{N \times S}$ | ⑥ $D = \frac{N}{N \times S}$ |

問 4 下線部(3)について、密度効果の影響がない場合、個体群の成長曲線は指数関数的に増加するが、実際の成長曲線はS字状になる。実際のある環境下で生存できる最大の個体数を表す用語として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 35

- ① 環境収容力
- ② 相変異
- ③ 年齢ピラミッド
- ④ 群生相
- ⑤ 孤独相
- ⑥ 齢構成

問 5 下線部(3)について、植物の密度効果に関する記述として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

36

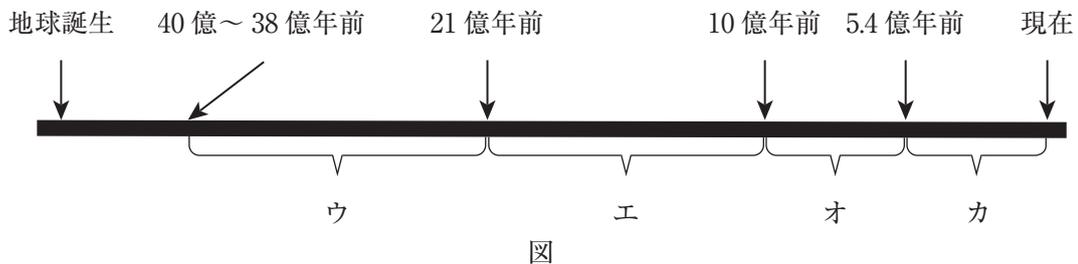
- ① 植物が生い茂り、ある密度以上になると、葉の重なり合いにより上層にあたる光が光補償点を下回るため、一単位あたりの重量は増加する。
- ② 同種個体だけを高密度で成長させると自己間引きが起こり、成長の遅れた個体は枯れ残った個体だけが成長する。
- ③ 発芽前の種子重量が同じであれば、栽培環境における密度が高密度と低密度で違っていても一定期間後の一単位あたりの重量は同じになる。
- ④ 単位面積当たりの個体群の重量は、芽生え後まもなくは高密度になるほど軽いですが、十分日が経過するとどの密度であっても一定になる。
- ⑤ 個体群密度が小さくなるにつれ、各個体が利用できる空間、栄養塩類や光エネルギーは減少する。

7

生物の進化と系統に関する次の問1～7に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

〔文章I〕

地球の誕生から現在までの時間を直線で表すと、次のような図になる。約(ア)億年前に地球が誕生し、40億～38億年前に生命が誕生したと考えられている。この期間は地質学的な記録はほとんどないが、当時の地球環境は生物が生息できるような環境ではなかったと考えられており、この過程を(イ)という。この時期に原始地球に存在していたさまざまな物質から有機物が生成され、それらが蓄積していくことで生体を構成する物質が生成されたと考えられている。40億～38億年前に生命が誕生して以来、さまざまな生物が出現し繁栄と絶滅を繰り返して現在に至っている。進化の研究は、化石が多く産出することで詳細に調べられるようになるので、化石が多く産出するようになる古生代以降は比較的研究も進んでいる。



問1 文中の空欄(ア)に入る数値と古生代を含む時期の組み合わせとして、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- | ア | 古生代 |
|-------|-----|
| ① 150 | ウ |
| ② 150 | エ |
| ③ 150 | オ |
| ④ 150 | カ |
| ⑤ 46 | ウ |
| ⑥ 46 | エ |
| ⑦ 46 | オ |
| ⑧ 46 | カ |

問2 文中の空欄(イ)に入る語句として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 全球凍結 | ② 大進化 | ③ 小進化 |
| ④ 共進化 | ⑤ 化学進化 | ⑥ 生物進化 |

問 3 下線部(1)について、進化の研究は化石によるところが大きい。示準化石または示相化石に関する記述として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 39

- ① ある特定の地質時代にのみ生息していた生物の化石を示準化石という。アンモナイトは古生代の示準化石である。
- ② ある特定の地質時代にのみ生息していた生物の化石を示準化石という。三葉虫は中生代の示準化石である。
- ③ ある特定の地質時代にのみ生息していた生物の化石を示相化石という。アンモナイトは古生代の示相化石である。
- ④ ある特定の地質時代にのみ生息していた生物の化石を示相化石という。三葉虫は中生代の示相化石である。
- ⑤ 特定の環境でのみ生息する生物の化石であるため、産出した地層が形成されたころの環境を知る手掛かりになる化石を示準化石という。
- ⑥ 特定の環境でのみ生息する生物の化石であるため、産出した地層が形成されたころの環境を知る手掛かりになる化石を示相化石という。

[文章Ⅱ]

光合成を行う生物が出現する以前は、大気中に(キ)が存在せず、紫外線が地表面に直接届くため、陸上は生物にとって危険な場所であった。しかし、光合成生物により、大量の酸素が大気中に放出されるようになると、(キ)が形成され、有害な紫外線が地表に届かなくなった。そのため、生物が陸上で生活する環境が整い、徐々に陸上へと進出していった。現在までに確認されている化石のうち、陸上植物としての最古の化石は(ク)であり、(ケ)紀に出現している。その後、植物はシダ植物、裸子植物、被子植物へと進化していった。それに伴って、他の生物も進化していった。⁽²⁾

問 4 文中の空欄(キ)に入る語句として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 40

- ① 温室効果ガス ② 二酸化炭素 ③ メタンガス ④ オゾン層
- ⑤ フロンガス ⑥ 窒素ガス ⑦ 縞状鉄鉱層

問 5 文中の空欄(ク)に入る語句として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 41

- ① リンボク ② クックソニア ③ ヒカゲノカズラ類
- ④ リニア ⑤ フウインボク ⑥ ストロマトライト

問 6 文中の空欄(ケ)に入る語句として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① デボン ② シルル ③ オルドビス ④ カンブリア ⑤ 石炭
⑥ ペルム ⑦ ジュラ

問 7 下線部(2)について、生物の進化の道筋を系統といい、生物の系統関係を樹木の形に表現したものを系統樹という。生物の系統関係を調べるには、色々な方法があるが、ウーズらはリボソーム RNA の塩基配列を調べることで3ドメイン説という系統樹を作成した。古細菌ドメインに分類される生物例として、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

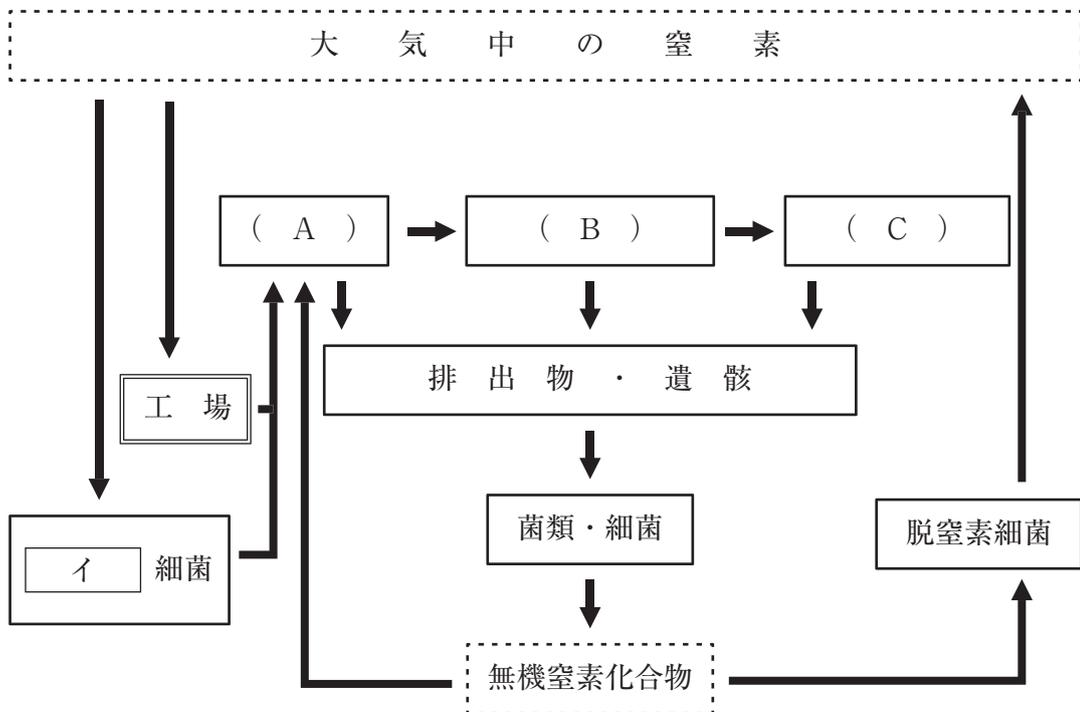
- ① 酵母 ② 大腸菌 ③ ゾウリムシ ④ アゾトバクター
⑤ メタン生成菌 ⑥ 乳酸菌 ⑦ シアノバクテリア

8

生物の多様性と生態系に関する次の問1～7に答えなさい。〔解答番号 44 ～50〕

〔文章 I〕

窒素は大気中の約(ア)の体積を占めているが、生産者である緑色植物はこの窒素を直接取り込むことができない。そのため、土壌中にある無機窒素化合物を吸収することで窒素を生体内に取り込む。土壌中の無機窒素化合物は(イ)により大気中の窒素からつくられる場合と、動物の遺骸や排泄物、植物の枯死体などから供給される場合がある。植物の細胞では取り込まれた無機窒素化合物からアミノ酸をつくり、さらにこれがさまざまな有機窒素化合物へとつくり変え(1)られている。この有機窒素化合物は(ウ)を通じて生態系内を移動することで循環し、それを示したのが下の図である。



図

問 1 文中の空欄(ア)~(ウ)に入る語句の組み合わせとして、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 44

- | | ア | イ | ウ |
|---|-----|------|------|
| ① | 20% | 窒素同化 | 食物連鎖 |
| ② | 20% | 窒素同化 | かく乱 |
| ③ | 20% | 窒素固定 | 食物連鎖 |
| ④ | 20% | 窒素固定 | かく乱 |
| ⑤ | 80% | 窒素同化 | 食物連鎖 |
| ⑥ | 80% | 窒素同化 | かく乱 |
| ⑦ | 80% | 窒素固定 | 食物連鎖 |
| ⑧ | 80% | 窒素固定 | かく乱 |

問 2 下線部(1)に関する次の文章の空欄(エ)~(キ)に入る語句の組み合わせとして、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 45

この反応では、生物の遺骸や排出物の分解により生じた(エ)は(オ)のはたらきによって(カ)に変えられ、さらに別の細菌によって(キ)に変えられる。この反応によってできた(キ)が植物の根より取り込まれると、さまざまな反応を経てアミノ酸が合成される。

- | | エ | オ | カ | キ |
|---|-----------|------|--------|--------|
| ① | ナトリウムイオン | 亜硝酸菌 | 亜硝酸イオン | 硝酸イオン |
| ② | ナトリウムイオン | 亜硝酸菌 | 硝酸イオン | 亜硝酸イオン |
| ③ | ナトリウムイオン | 硝酸菌 | 亜硝酸イオン | 硝酸イオン |
| ④ | ナトリウムイオン | 硝酸菌 | 硝酸イオン | 亜硝酸イオン |
| ⑤ | アンモニウムイオン | 亜硝酸菌 | 亜硝酸イオン | 硝酸イオン |
| ⑥ | アンモニウムイオン | 亜硝酸菌 | 硝酸イオン | 亜硝酸イオン |
| ⑦ | アンモニウムイオン | 硝酸菌 | 亜硝酸イオン | 硝酸イオン |
| ⑧ | アンモニウムイオン | 硝酸菌 | 硝酸イオン | 亜硝酸イオン |

問 3 下線部(2)について、下線部(1)の反応によってつくられたアミノ酸から、つくり変えられる有機窒素化合物の例として、適切でないものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 46

- | | | |
|---------|-------|----------|
| ① タンパク質 | ② 脂肪 | ③ クロロフィル |
| ④ ATP | ⑤ DNA | ⑥ RNA |

問 4 図について、空欄(A)～(C)に入る語句の組み合わせとして、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 47

- | A | B | C |
|----------|--------|--------|
| ① 動物食性動物 | 植物食性動物 | 緑色植物 |
| ② 動物食性動物 | 緑色植物 | 植物食性動物 |
| ③ 植物食性動物 | 動物食性動物 | 緑色植物 |
| ④ 植物食性動物 | 緑色植物 | 動物食性動物 |
| ⑤ 緑色植物 | 植物食性動物 | 動物食性動物 |
| ⑥ 緑色植物 | 動物食性動物 | 植物食性動物 |

[文章Ⅱ]

次の図は岩手県にある綾里観測所(以下、綾里)、南極大陸の昭和基地(以下、南極)、そして、アメリカ合衆国のハワイ州にあるマウナロア観測所(以下、ハワイ)のそれぞれの場所で測定された大気中の二酸化炭素濃度の変化のグラフである。これらのグラフが異なる理由は、それぞれの地域が属するバイオームが綾里は(オ), 南極は(カ), ハワイは(キ)であるため、季節による生産者の光合成量の違いと呼吸量が影響していると考えられている。

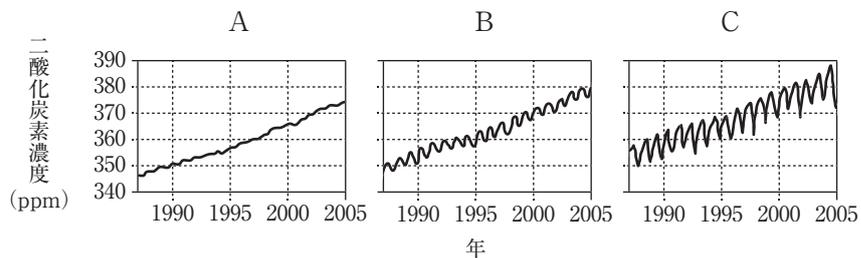


図 大気中の二酸化炭素濃度の変化

問 5 図の A～C に入る地名の組み合わせとして、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 48

- | A | B | C |
|-------|-----|-----|
| ① 綾里 | ハワイ | 南極 |
| ② 綾里 | 南極 | ハワイ |
| ③ ハワイ | 綾里 | 南極 |
| ④ ハワイ | 南極 | 綾里 |
| ⑤ 南極 | ハワイ | 綾里 |
| ⑥ 南極 | 綾里 | ハワイ |

問 6 文中の空欄(オ)～(キ)に入るバイオームの組み合わせとして、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 49

- | | オ | カ | キ |
|---|------|------|--------|
| ① | 夏緑樹林 | 針葉樹林 | 亜熱帯多雨林 |
| ② | 夏緑樹林 | 針葉樹林 | サバンナ |
| ③ | 夏緑樹林 | ツンドラ | 亜熱帯多雨林 |
| ④ | 夏緑樹林 | ツンドラ | サバンナ |
| ⑤ | 照葉樹林 | 針葉樹林 | 亜熱帯多雨林 |
| ⑥ | 照葉樹林 | 針葉樹林 | サバンナ |
| ⑦ | 照葉樹林 | ツンドラ | 亜熱帯多雨林 |
| ⑧ | 照葉樹林 | ツンドラ | サバンナ |

問 7 文中の空欄(オ)～(キ)に入るバイオームを代表する一般的な植物の組み合わせとして、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

50

- | | オ | カ | キ |
|---|------|------|-------|
| ① | スダジイ | 地衣類 | アカシア |
| ② | スダジイ | 地衣類 | ガジュマル |
| ③ | スダジイ | シラビソ | アカシア |
| ④ | スダジイ | シラビソ | ガジュマル |
| ⑤ | ミズナラ | 地衣類 | アカシア |
| ⑥ | ミズナラ | 地衣類 | ガジュマル |
| ⑦ | ミズナラ | シラビソ | アカシア |
| ⑧ | ミズナラ | シラビソ | ガジュマル |

