

国際環境工学部 生命工学科 理科

【注 意】

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. 時間は9時30分から11時30分までの120分、配点は物理、化学、生物それぞれ100点とし、2科目選択で合計200点です。
3. この問題冊子は、表紙以外に19ページあり、解答用紙は8枚あります。
4. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
5. 第1問から第3問までは物理、第4問から第6問までは化学、第7問および第8問は生物の問題です。2科目を選択して解答してください。
6. 解答用紙には、解答箇所以外に次の記入欄があるので、監督者の指示に従って正しく記入してください。正しく記入されていない場合には採点できないことがありますので、十分注意してください。
 - ① 受験番号記入欄(各解答用紙2箇所)
 - ② 氏名記入欄(各解答用紙1箇所)
 - ③ 選択科目識別欄選択した科目はこの欄に○を、選択していない科目はこの欄に×を記入してください。この記入がない場合やすべての欄に○が記入されている場合には、採点において著しく不利になります。
7. 解答はすべて指定した解答用紙に記入してください。
8. 解答用紙を持ち出してはいけません。持ち出した場合、試験をすべて無効とします。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

第1問 (物理, 配点 35 点)

以下の文章の空欄 ア ～ カ に入れるのに適する数式または数値を解答箇所に記入せよ。解答用紙には答えのみを記入し、答えの導出過程は記入しないこと。ただし、空欄 カ は、数式または数値の答えだけでなく、導出過程も分かりやすく記述すること。なお、以下に示す全ての運動において、物体間の摩擦や空気抵抗は無視するものとする。また、重力加速度の大きさは $g [\text{m/s}^2]$ とし、特に指示がない限り、解答に用いてよい記号は g および円周率 π と、のちに定義する m, r のみとする。

- (1) 水平におかれた板に開けられた小さな穴に細くて軽いひもを通し、ひもの両端に質量がそれぞれ $m [\text{kg}]$ および $2m [\text{kg}]$ の小球 A および小球 B を取り付ける。いま、図 1.1 のように、小球 B をつり下げ、小球 A に水平板上で半径 $r [\text{m}]$ の等速円運動をさせたところ、小球 B は一定の高さで静止した。このとき、小球 A の速さは ア $[\text{m/s}]$ 、小球 A の円運動の周期は イ $[\text{s}]$ である。
- (2) 図 1.2 のように、細い中空円筒を鉛直方向に固定し、細くて軽いひもを中空円筒に通して、ひもの両端に質量がそれぞれ $m [\text{kg}]$ および $2m [\text{kg}]$ の小球 A および小球 B を取り付ける。いま、小球 B をつり下げ、小球 A 側のひもを中空円筒の先端から長さ $r [\text{m}]$ だけ出した状態で小球 A を適当な水平面内で等速円運動させたところ、小球 B は一定の高さで静止した。このとき、ひもが鉛直方向となす角を θ とすると、 $\theta =$ ウ $[\text{rad}]$ で、小球 A の速さを v とすると、 $v =$ エ $[\text{m/s}]$ である。
- (3) 以下の解答では、必要に応じて(2)で定義した θ および v を用いてよい。いま、(2)で示した条件で、小球 A が等速円運動し、小球 B が静止している。このときの小球 A の円軌道を含む水平面を面 S と呼ぶこととする。ある瞬間に、小球 A と小球 B をつないでいるひもを切った。切った瞬間の時刻を $t=0 [\text{s}]$ とするとき、 $t>0$ における小球 A の運動エネルギーを t を用いて表すと オ $[\text{J}]$

となる。また、小球 A の運動エネルギーが、 $t=0[s]$ における小球 A の運動エネルギーの 2 倍となるときの、小球 A から見た面 S までの高さは カ [m] である。

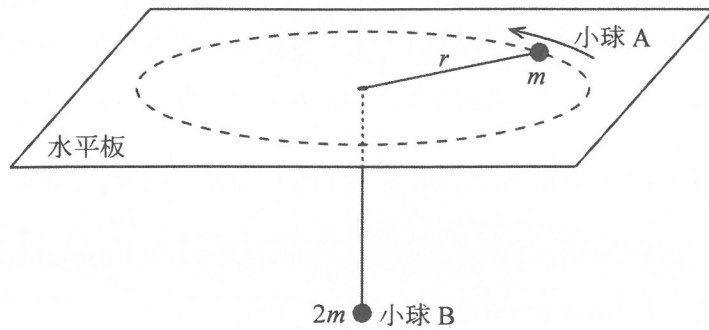


図 1.1

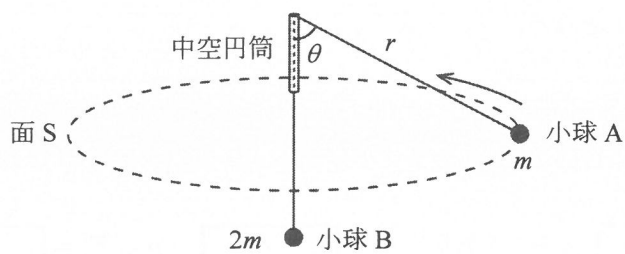


図 1.2

第2問 (物理, 配点 30 点)

以下の文章の空欄 ～ に入れるのに適する数式または数値を解答箇所に記入せよ。解答用紙には答えのみを記入し、答えの導出過程は記入しないこと。解答に用いてよい記号は p と V のみとする。

図 2.1 のように、断熱材で囲まれた体積 $2V[\text{m}^3]$ の容器 A と体積 $V[\text{m}^3]$ の容器 B が、コックをもつ細い管で連結されている。容器 B にはヒーターが取り付けられている。はじめ、コックを閉じた状態で、容器 A には圧力 $p[\text{Pa}]$ 、温度 $T[\text{K}]$ の単原子分子理想気体が、容器 B には圧力 $\frac{p}{4}[\text{Pa}]$ 、温度 $\frac{T}{3}[\text{K}]$ の単原子分子理想気体がそれぞれ入れられている。気体と容器、細い管、コックとの熱のやりとりはなく、細い管とヒーターの体積は無視できるものとする。

容器 A の気体のモル数を n_A 、容器 B の気体のモル数を n_B とすると、 $\frac{n_A}{n_B} =$ である。

次に、ヒーターを使って容器 B の気体の温度を $\frac{2T}{3}[\text{K}]$ に上げた。このとき、容器 B の気体の圧力は $[\text{Pa}]$ となり、内部エネルギーの増加は $[\text{J}]$ となる。

その後、コックを開いて十分に時間が経過して、容器 A の気体と容器 B の気体が完全に混じり合った。混合後の気体の圧力を $p'[\text{Pa}]$ 、温度を $T'[\text{K}]$ とすると、

$\frac{p'}{T'} =$ $\times \frac{p}{T}$ であり、 $p' =$ $\times p$ 、 $T' =$ $\times T$ となる。

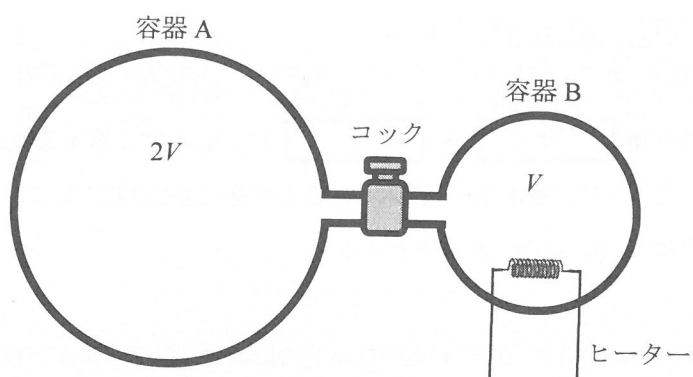


図 2.1

第3問（物理，配点 35 点）

以下の文章の空欄 ナ ～ ヒ に入れるのに適する数式を解答箇所に記入せよ。解答用紙には答えのみを記入し，答えの導出過程は記入しないこと。解答に用いてよい記号は B , I , x_a , v , R のみとする。

図 3.1 のように， xy 平面の $0 \leq x \leq 3l$ [m] の領域に，紙面に垂直で裏から表に向かう磁場が存在する。磁束密度は， $0 \leq x < l$ [m] では B [T]， $l \leq x \leq 3l$ [m] では $4B$ [T]，それ以外の領域では 0 T である。導線で作られた一辺の長さが l [m] の正方形のコイル $abcd$ を xy 平面に置き， x 軸の正の向きに一定の速さ v [m/s] で動かした。ただし，辺 ab は y 軸に平行であり，コイルの抵抗は R [Ω] とする。また， $a \rightarrow b$ の向きの電流を正とする。

図 3.2 のように，コイルの辺 ab の x 座標 x_a が $0 < x_a < l$ [m] の区間にあるとき，コイルを貫く磁束は ナ [Wb] となり，コイルに流れる電流は ニ [A] となる。図 3.3 のように， x_a が $l < x_a < 2l$ [m] の区間にあるとき，コイルを貫く磁束は ヌ [Wb] となり，コイルに流れる電流は ネ [A] となる。図 3.4 のように， x_a が $2l < x_a < 3l$ [m] の区間にあるとき，コイルを貫く磁束は ノ [Wb] となり，コイルには電流は流れない。図 3.5 のように， x_a が $3l < x_a < 4l$ [m] の区間にあるとき，コイルを貫く磁束は ハ [Wb] となり，コイルに流れる電流は ヒ [A] となる。

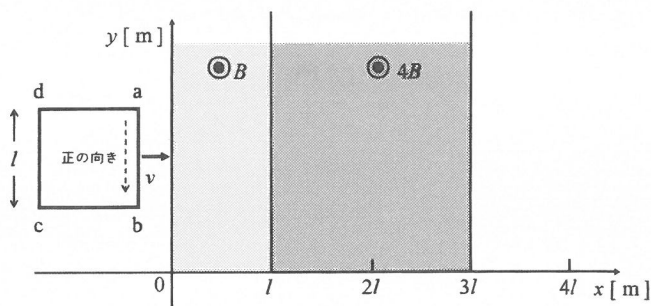


図 3.1

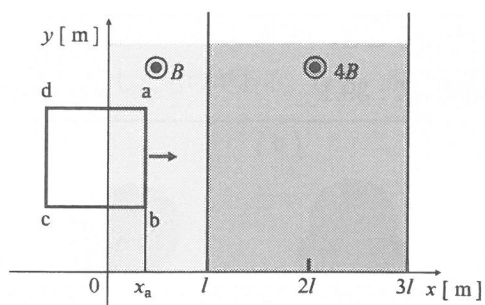


图 3.2

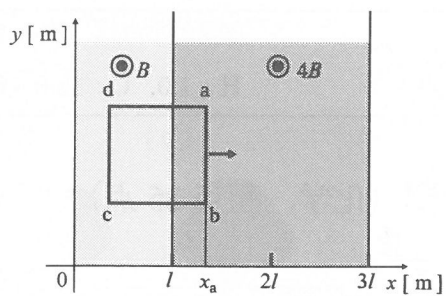


图 3.3

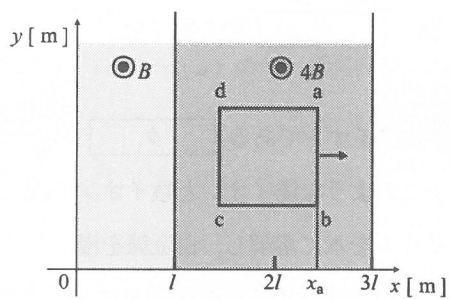


图 3.4

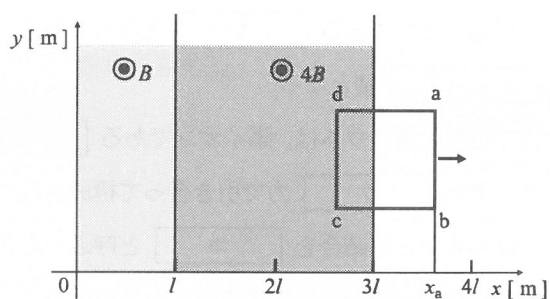


图 3.5

必要があれば、次の原子量を使うこと。

H : 1.0, C : 12.0, O : 16.0, K : 39.1

第4問 (化学, 配点 35 点)

問1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ナトリウムは、元素周期表の第 周期, 原子番号 の元素であり、最外殻である 殻に電子を 個有する原子である。ナトリウム原子が陽イオンである となった場合、最外殻の 殻の電子数が 個となる。

塩化ナトリウムは、陽イオンである と陰イオンである がそれぞれ 力で引き合って構成されている。このような陽イオンと陰イオンの結びつきによる結合を と呼ぶ。塩化ナトリウムを水に溶解し、白金線を浸漬してガスバーナーの外炎にさらすと炎の色が 色に変化する。この反応を と呼ぶ。また、塩化ナトリウム水溶液と硝酸銀 (AgNO_3) 水溶液とを混合すると白色沈殿が生じる。

(1) 文中の ～ に適する語句、化学記号または数字を入れて文章を完成させよ。

(2) イオン化したナトリウムと同じ電子配置の元素またはイオンを次からすべて答えよ。

Ne F^- Cl^- Al^{3+} K^+

(3) 文中の下線で生じた化学反応の化学反応式を答えよ。

問2 図4.1は水、窒素、メタン、アンモニア、二酸化炭素の立体構造を分子モデルで表したものである。以下の問いに答えよ。

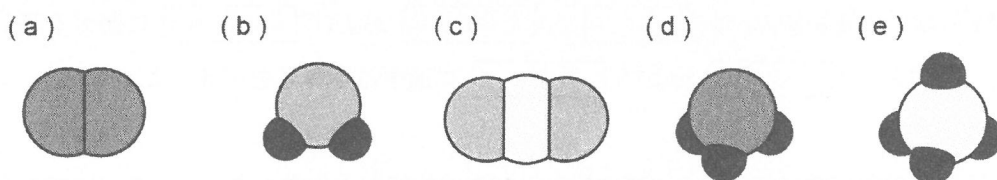


図4.1

- (1) (a) ～ (e) はどの化学物質に該当するか答えよ。
- (2) (a) ～ (e) の内、極性分子をすべて選び、記号で答えよ。

第5問 (化学, 配点 35 点)

問1 次の文章を読み, , および に適する語句を, および に適する不等号を, 答えよ。

通常, 化学反応が起こると, 反応物および生成物がもつ化学エネルギーの差に相当するエネルギーが熱や光などとして出入りする。一定圧力下において, エネルギーを熱として放出する反応を 反応, 吸収する反応を 反応という。

一定圧力下においては熱の出入りは反応に伴うエンタルピー変化 (ΔH) と等しい。したがって, 反応では ΔH 0 となり, 反応では ΔH 0 となる。

化学反応の反応エンタルピーは, 注目する物質 1 mol あたりのエンタルピーの変化量である。溶解エンタルピーは, 物質を多量の溶媒に溶かしたとき, その物質 1 mol 当たりのエンタルピー変化を指す。また, 中和エンタルピーは, 水溶液中で酸と塩基が中和するとき, 生成する 1 mol あたりのエンタルピー変化である。

問2 次の文章を読み, (1) から (4) に答えよ。

一定圧力に保たれた断熱容器に 0.200 mol/L の硫酸水溶液を 500 mL 入れた。ここに固体の水酸化カリウム 5.61 g を投入し, よくかき混ぜて完全に溶解させた。このときの液温の変化を測定したところ, 温度計の目盛りは水酸化カリウムを加える前より 5.30 °C 上昇して一定になった。混合水溶液から外部への熱の放出はないものとして, 以下の問いに答えよ。ただし, 混合水溶液の比熱は 4.18 J/(g·K), 硫酸水溶液の密度は 1.00 g/cm³ であるとする。また, 水酸化カリウムの溶解エンタルピーは $\Delta H = -54.4$ kJ/mol である。

- (1) 硫酸と水酸化カリウムの中和反応の化学反応式を答えよ。
- (2) 5.61 g の水酸化カリウムの溶解により発生した熱量は何 [kJ] であるか。解答に至る過程を示し, 有効数字 3 桁で答えよ。

- (3) 硫酸と水酸化カリウムの中和反応により発生した熱量は何 [kJ] であるか。解答に至る過程を示し、有効数字 3 桁で答えよ。
- (4) 硫酸と水酸化カリウムの中和エンタルピーは何 [kJ/mol] か。解答に至る過程を示し、有効数字 3 桁で答えよ。

第6問 (化学, 配点 30 点)

次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

炭素、水素、酸素だけからなる構造式が分からない化合物 A がある。化合物 A の構造を調べるために、次の (1) ~ (4) の実験を行った。

- (1) 化合物 A 37 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 88 mg, 水 45 mg を得た。
- (2) 化合物 A に単体のナトリウムを加えたところ、気体が発生した。この気体は、水素であった。
- (3) 化合物 A に硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えて加熱したところ化合物 A は酸化され、化合物 B が得られた。化合物 B 以外の化合物は、この反応中には生成されなかった。化合物 B をアンモニア性硝酸銀水溶液に加えたが、銀の析出は見られなかった。
- (4) ベンゼン 2.0 g に化合物 A 37 mg を溶解した溶液の凝固点は、 4.25°C であった。ただし、ベンゼンの凝固点は 5.53°C 、モル凝固点降下は $5.12\text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ である。

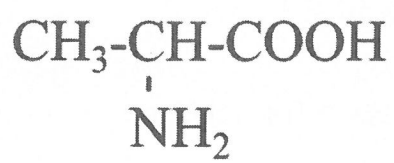
問1 化合物 A の分子式を $\text{C}_l\text{H}_m\text{O}_n$ (l, m, n は整数) として、実験 (1) の反応の化学反応式を l, m, n を用いて答えよ。ただし、化合物 A の係数を 1 とすること。

問2 実験 (1) の結果から、化合物 A の組成式を求めよ。解答に至る過程も示すこと。

問3 化合物 A および化合物 B が持つ酸素原子を含む官能基をそれぞれ答えよ。

問4 化合物 A の分子量を実験 (4) の結果から求めよ。解答に至る過程も示すこと。

問5 化合物 A は不斉炭素原子を持つことが分かっている。次ページの記入例にならって化合物 A の構造式を答えよ。



記入例

第7問（生物，配点 50 点）

DNA に関する以下の文章を読んで、問いに答えよ。

DNA は 2 本鎖からなる二重らせん構造をしており、逆向きの 2 本鎖が塩基対を介して互いに絡み合うように形成されている。DNA が複製される際には、DNA の特定の部分が複製の起点となり、そこで相補的に結合している塩基間の ア 結合が切れる。そこに イ という酵素が結合すると、二重らせん構造がほどかれる。その後、1 本になったヌクレオチド鎖の塩基に、相補的な塩基をもつ ① ヌクレオチドが結合し、ヌクレオチド鎖が伸長していく。この反応は、ウ という酵素のはたらきによって起こる。ここで、ウと同じ による伸長反応には、その起点となる短いヌクレオチド鎖であるプライマーが必要である。そして、イと同じ や ウと同じ が移動しながらヌクレオチドの結合が繰り返され、新たな鎖が伸長していく。複製の際に、もともったヌクレオチド鎖を鋳型鎖、② 新たにつくられたヌクレオチド鎖を新生鎖といい、複製された DNA は鋳型鎖と新生鎖の組み合わせでできている。このような複製方式は エ とよばれる。

DNA の塩基配列を解析する方法の一つにサンガー法がある。この原理は以下のとおりである。塩基配列を調べたい 1 本鎖の DNA を加えた溶液の中に、ウと同じ，プライマー、デオキシリボヌクレオシド三リン酸、そして少量のジデオキシリボヌクレオシド三リン酸という特殊なヌクレオチドを加える。③ この特殊なヌクレオチドは、DNA に取り込まれるが、次の伸長反応が起こらないので、偶然取り込まれた時点で DNA 合成反応が止まる。このため、条件を整えれば、その末端に特殊なヌクレオチドをもつさまざまな長さの DNA 断片が得られる。それらの断片はそれぞれの長さが異なるため、④ 電気泳動により長さに応じて分けることができる。電気泳動したあとで、⑤ 順番に並んだ DNA 断片をたどることで、解析対象の 1 本鎖の DNA の塩基配列がわかる。

(1) 文章中の空欄に最も適する語句を入れよ。

(2) 下線部 ① に関して、図 7.1 は「デオキシリボヌクレオシド三リン酸」の模式図である。図中の オ ～ ケ に最も適する表現を下記の選択群から選び、答えよ。なお、同じ表現を複数回用いてもよい。

(選択群)

H,	NH ₂ ,	CHO,	OH,	COOH,
三リン酸,	単糖,	塩基,	脂肪酸,	ATP

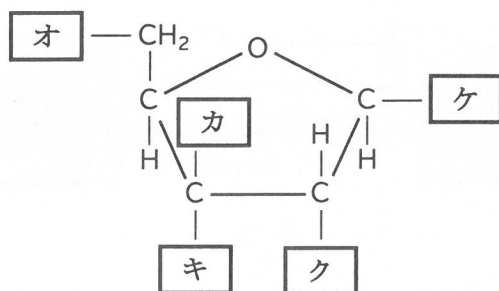


図 7.1

(3) 下線部 ② に関して、新生鎖は連続的に複製が進行する「リーディング鎖」と不連続に複製が進行する「ラギング鎖」が存在する。このような複製方法の違いが発生する理由を、DNA 伸長反応の方向性の観点から説明せよ。

(4) 下線部 ③ に関して、ジデオキシリボヌクレオシド三リン酸の取り込みによって、DNA の次の伸長反応が起こらなくなる理由を説明せよ。

- (5) 下線部 ④ に関して、図 7.2 に電気泳動による DNA の分離操作図を示す。下記の (a), (b) について答えよ。

- (a) : 緩衝液中で DNA に電圧を加えると、DNA は「陰極」側から「陽極」側へと移動する。この理由を説明せよ。
- (b) : アガロースゲルを用いることで長さの異なる DNA を分離することができる。この理由を説明せよ。

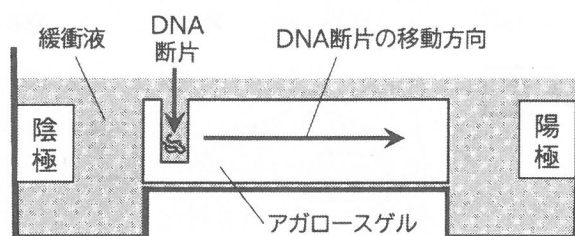


図 7.2

- (6) 下線部 ⑤ に関して、さまざまな長さの DNA 断片を電気泳動した結果、大きな DNA 断片から小さな DNA 断片に向けての DNA の 3' 末端の塩基は、図 7.3 の順番であることが分かったとする。この情報をもとに、調べたい 1 本鎖の DNA の塩基配列を答えよ。なお、解答には DNA の方向性も示すこと。



図 7.3

(メモ用余白)

第8問（生物，配点 50 点）

生命の起源と進化に関する以下の文章を読んで、問いに答えよ。

すべての生物は細胞から構成されており，細胞には ① タンパク質，② 核酸，③ 脂質といったさまざまな有機物が含まれている。原子地球に存在した分子から，単純な有機物が生じ，核酸などの生命に欠かせない複雑な有機物が合成されたと考えられており，生命が誕生するまでのこのような有機物の生成過程は サ と呼ばれている。地球上で最初に出現した生物は単細胞の原核生物で，当時は嫌気的な環境で生息していたと考えられている。その後，④ 独立栄養生物が出現し，約 27 億年前にはシアノバクテリアの出現によって，地球の大気中の酸素濃度が上昇したと考えられている。約 21 億年前には，細胞内に核，ミトコンドリア，葉緑体といった シ をもつ真核生物が出現した。これらの生物の細胞内の構造のうち，ミトコンドリアは ス が，葉緑体はシアノバクテリアが，それぞれ細胞内に共生した結果できたという ⑤ 細胞内共生説が有力である。その後，10 億年前に多細胞生物が現れ，約 35 億年間の生物の変遷を経て，現在の地球上に見られるような生物多様性が形成された。進化の過程で，ある遺伝子をもつことにより，有利な形質が集団中に広まったり，不利な形質が消えていったりすることを ⑥ 自然選択という。自然選択が繰り返されることによって，生存や繁殖に有利な形質が広まっていく進化を セ という。

(1) 文章中の空欄に最も適する語句を入れよ。

- (2) 下線部 ① に関して、タンパク質の立体構造に関する次の文章中の空欄に最も適する語句を入れよ。

タンパク質の立体構造をみると、部分的に特徴のある構造を形成している領域が多い。ポリペプチドの折りたたみのパターンをタンパク質の二次構造と言い、ポリペプチドがらせん状の構造をした α ヘリックス構造や、ポリペプチドが平行に並んだ ソ がある。タンパク質は、分子全体として固有の立体構造を形成するものが多く、その立体構造を タ という。タンパク質の立体構造は、タンパク質を構成する チ どうしの相互作用によって安定化される。タンパク質によっては、システインの側鎖の間に作られる ツ 結合などによって安定化されることもある。

- (3) 下線部 ② に関して、現在の生物は DNA に遺伝情報を保持しているが、初期の生命では RNA に遺伝情報を保持していたと考えられている。遺伝情報を担う役割として RNA よりも DNA の方が適した点としてどのようなことがあげられるか答えよ。
- (4) 下線部 ③ に関して、リン脂質分子は、疎水性の部分が膜の内側に、親水性の部分が膜の外側に向いた状態で2層に並んで生体膜構造を形成している。この2層に並んだリン脂質分子は固定されておらず、膜の形状は柔軟に変化する。また、膜内のタンパク質も膜内を比較的に自由に動くことができる。このような生体膜の構造のモデルを何と呼ぶか、答えよ。
- (5) 下線部 ④ に関して、独立栄養生物は体外から有機物を取り込まずに生活できる。それはなぜか、説明せよ。

- (6) 下線部 ⑤ に関して、ミトコンドリアをもつ生物が誕生したことは、地球環境において、酸素濃度が増加したことが関係している。このことは、宿主のエネルギー獲得においてどのような利点があったと考えられるか、説明せよ。
- (7) 下線部 ⑤ に関して、細胞内共生説の根拠となるミトコンドリア、葉緑体の特徴とは何か、1 点あげよ。
- (8) 下線部 ⑥ に関して、自然選択による進化が起こる条件として、3 点が考えられている。以下に示す 2 点以外の条件とはどのようなことか、答えよ。
1. 集団内に変異が見られること
 2. 変異に応じて繁殖力や生存率に差があること。

2025（令和 7）年度 個別学力検査（一般選抜・前期日程）

国際環境工学部 ※該当学科に○をつけてください。

（環境化学工学科 ・ 機械システム工学科
情報システム工学科 ・ 建築デザイン学科 ・ 生命工学科）

問 題 訂 正

科目名：【 物理 】

訂正内容

第 2 問 3 ページ 上から 10 行目

（誤） 容器 A の気体のモル数を n_A ，容器 B の気体のモル数を n_B とすると，

↓

（正） 容器 A の気体の物質量を n_A [mol]，容器 B の気体の物質量を n_B [mol]
とすると，

2025（令和7）年度 個別学力検査（一般選抜・前期日程）

国際環境工学部 生命工学科

問 題 訂 正

科目名：【 理科（生物） 】

訂正内容

第8問 17ページ 上から3行目

（誤） 原子地球に存在した分子から，．．．．

↓

（正） 原始地球に存在した分子から，．．．．