

## ◇ 理科基礎 (化学基礎＋生物基礎)

理基4－1～理基4－19まで19ページあります。

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

H=1.0, C=12, N=14, O=16, Na=23, S=32, Cl=35.5

標準状態での気体のモル体積を 22.4 L/mol とする。

アボガドロ定数  $N_A=6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$

**第 1 問** 次の文章 (A・B) を読み、後の問い(問 1～7)に答えよ。

〔解答番号  ～  〕

A 水は栄養素ではないが、生物にとって不可欠なものである。生命維持に必要な水は 1 日当たり約 2 L であり、このうち(a)飲料水として約 1 L を摂取している。成人では体重の約 60 %を水が占めており、生命活動に必要な電解質が溶解し、その濃度が維持されている。点滴などに用いられる生理食塩水は、塩化ナトリウムを水に溶かしたものであり、1 L 中に 3500 mg のナトリウムイオンを含む。

**問 1** 1.0 L の生理食塩水に含まれる塩化ナトリウムの質量は何 g か。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。  g

- ① 1.0    ② 3.5    ③ 7.0    ④ 8.9    ⑤ 13.5

**問 2** 生理食塩水に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 純粋な水と同じ温度で凍る。  
② 二酸化炭素を吹き込むと、白濁する。  
③ ナトリウムイオンの数は、塩化物イオンの半分である。  
④ 黄色の炎色反応を示す。

問 3 下線部(a)に関連して、次の 3 種類のミネラルウォーターX～Zについて、次の実験 1・2 を行い、結果を表 1 に整理した。コップ A～C に入っているミネラルウォーターの組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。ただし、ミネラルウォーターに溶けているカルシウムイオン、マグネシウムイオン以外の陽イオンは無視できるものとする。また、硬度は、カルシウム塩、マグネシウム塩の含有量を表すものとする。 3

ミネラルウォーターX： pH 9.0                      硬度 60 mg/L  
 ミネラルウォーターY： pH 7.2                      硬度 30 mg/L  
 ミネラルウォーターZ： pH 7.0                      硬度 1900 mg/L

実験 1：BTB 溶液を加えて色を観察した。

実験 2：直流電源をつないだ装置で、電流が流れるか調べた。

表 1 実験結果

|       | 実験 1 | 実験 2          |
|-------|------|---------------|
| コップ A | 緑    | 電流が流れた        |
| コップ B | 緑    | ほとんど電流が流れなかった |
| コップ C | 青    | ほとんど電流が流れなかった |

|   | コップ A | コップ B | コップ C |
|---|-------|-------|-------|
| ① | X     | Y     | Z     |
| ② | X     | Z     | Y     |
| ③ | Y     | X     | Z     |
| ④ | Y     | Z     | X     |
| ⑤ | Z     | X     | Y     |
| ⑥ | Z     | Y     | X     |

B 元素，単体，原子，分子に関する次の問いに答えよ。

問 4 カルシウム，窒素などの語句は，元素を示す場合と単体を示す場合の両方に用いられる。次の文の下線を付した語が，元素ではなく単体の意味に用いられているものとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 4

- ① 骨や歯には，カルシウムが含まれている。
- ② 空気には，窒素が含まれている。
- ③ 酒やみりんに含まれるアルコール(エタノール)には，水素が含まれている。
- ④ 味噌や醤油には，ナトリウムが含まれている。

問 5 次の物質に関する記述として誤りを含むものを，後の選択肢から一つ選べ。

5

- ① ケイ素の結晶は，ダイヤモンドと同じ正四面体構造をもつ共有結合結晶である。
- ② 二酸化ケイ素の結晶中では，1 個のケイ素原子は 2 個の酸素原子と結合している。
- ③ 銀は，電気をよく導く。
- ④ 金は，すべての金属の中で展性・延性が最大である。

問 6 M 殻に 6 個の価電子をもつ原子として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 6

- |      |     |     |
|------|-----|-----|
| ① C  | ② N | ③ O |
| ④ Si | ⑤ P | ⑥ S |

問 7 次の分子ア～ウを非共有電子対の数が多い順に並べたものはどれか。最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 7

ア メタン                      イ 塩化水素                      ウ 二酸化炭素

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| ① ア>イ>ウ | ② ア>ウ>イ | ③ イ>ア>ウ |
| ④ イ>ウ>ア | ⑤ ウ>ア>イ | ⑥ ウ>イ>ア |

**第2問** 次の問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 8 ～ 14〕

問1 次の文中の ア ～ ウ に当てはまる語句や数値の組合せとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 8

現在用いられている ア の基準は イ であり， イ 1 個の質量を ウ とした相対質量が用いられている。多くの元素には2種以上の同位体が存在するが，それぞれの同位体の相対質量と，それらの自然界における存在率がわかれば，その元素について原子1個の平均の相対質量を計算することができる。これをその元素の ア という。

|   | ア    | イ            | ウ  |
|---|------|--------------|----|
| ① | 原子番号 | 質量数 1 の水素原子  | 1  |
| ② | 原子番号 | 質量数 12 の炭素原子 | 12 |
| ③ | 原子番号 | 質量数 13 の炭素原子 | 13 |
| ④ | 原子量  | 質量数 1 の水素原子  | 1  |
| ⑤ | 原子量  | 質量数 12 の炭素原子 | 12 |
| ⑥ | 原子量  | 質量数 13 の炭素原子 | 13 |
| ⑦ | 物質質量 | 質量数 1 の水素原子  | 1  |
| ⑧ | 物質質量 | 質量数 12 の炭素原子 | 12 |
| ⑨ | 物質質量 | 質量数 13 の炭素原子 | 13 |

問 2 含まれている水素原子の数が最も多いものとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 9

- ①  $3.0 \times 10^{23}$  個の水素分子
- ② 標準状態において 11.2 L の体積を占めるアンモニア
- ③ 18 g の水
- ④ 1 mol のアンモニアと 1 mol の塩化水素から生成した塩化アンモニウム

問 3 質量パーセント濃度 98 %，密度  $1.84 \text{ g/cm}^3$  の濃硫酸のモル濃度 [mol/L] として最も適当な数値を，後の選択肢から一つ選べ。

10 mol/L

- ① 18                      ② 24                      ③ 36                      ④ 48                      ⑤ 57

問 4 次の化学反応式のうち下線を付した物質が酸化剤としてはたらいっている化学反応式を，後の選択肢から一つ選べ。 11

- ①  $\underline{\text{Br}_2} + 2\text{KI} \longrightarrow 2\text{KBr} + \text{I}_2$
- ②  $\underline{\text{BaCO}_3} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{BaSO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- ③  $\underline{\text{NH}_4\text{Cl}} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NH}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- ④  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\underline{\text{CO}} \longrightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$

問 5 次の図 2-1 は、熱運動する一定数の気体分子 A について、100, 300, 500 K における A の速さと、その速さを持つ分子の数の割合の関係を示したものである。図 2-1 から読み取れる内容に関する記述として最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。 12

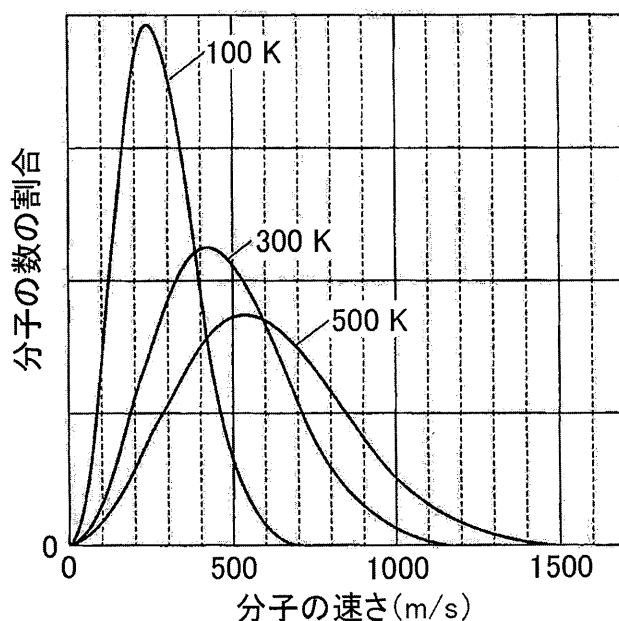


図 2-1 各温度における気体分子 A の速さと  
その速さをもつ分子の割合の関係

- ① 100 K では、約 240 m/s の速さを持つ分子しか存在しない。
- ② 500 K では、1000 m/s を超える速さを持つ分子は存在しない。
- ③ 100 K から 500 K に温度を上昇させると、分子の速さの分布が幅広くなる。
- ④ 500 K から 100 K に温度を低下させると、約 300 m/s の速さを持つ分子の割合は低下する。

問 6 濃度未知のシュウ酸( $\text{COOH}$ )<sub>2</sub> 水溶液 10.0 mL を、ホールピペットを用いてコニカルビーカーにはかり取った。(a) 約 10 mL の純水をコニカルビーカーに加えた。指示薬としてフェノールフタレイン溶液を 2,3 滴加え、0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液をビュレットから滴下した。19.88 mL 滴下したところでコニカルビーカー内の溶液がわずかにピンク色に変色した。次の問い (a・b) に答えよ。

a 下線部 (a) において純水の体積を正確に計り取らなくてよい理由として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 13

- ① 純水をホールピペットで正確に 10.0 mL 測り取ることが難しいため。
- ② 純水を加える量に変動があっても、コニカルビーカー内のシュウ酸の濃度は変化しないため。
- ③ 純水を加える量に変動があっても、コニカルビーカー内のシュウ酸の物質量は変化しないため。
- ④ 純水を加える量に変動があっても、コニカルビーカー内のシュウ酸の濃度および物質量が変化しないため。

b 濃度未知のシュウ酸水溶液の濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 14 mol/L

- ① 0.0497      ② 0.0994      ③ 0.198      ④ 0.944
- ⑤ 0.497

第 3 問 生物の特徴に関する次の文章 (A・B) を読み、後の問い (問 1～6) に答えよ。〔解答番号 15 ～ 20〕

A 全ての生物は細胞からできている。細胞は基本的な構造は共通だが、細胞の種類によって細胞内部にみられる (a)細胞小器官に違いがある。また、生物は生命活動に必要なエネルギーを得るために、呼吸を行っている。真核細胞での呼吸は、細胞質基質で行われる解糖系と、アで行われるクエン酸回路・電子伝達系の 3 段階の過程からなる。細胞に取り込まれたイは、段階的に分解され、最終的にはウと水にまで分解される。この過程で取り出されるエネルギーを用いて (b)ADP から ATP を合成する。

問 1 下線部 (a)に関連して、次の表 1 は、エ～カの 3 種類の生物について、細胞小器官や構造体の有無をまとめたものである。エ～カに当てはまる生物の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。15

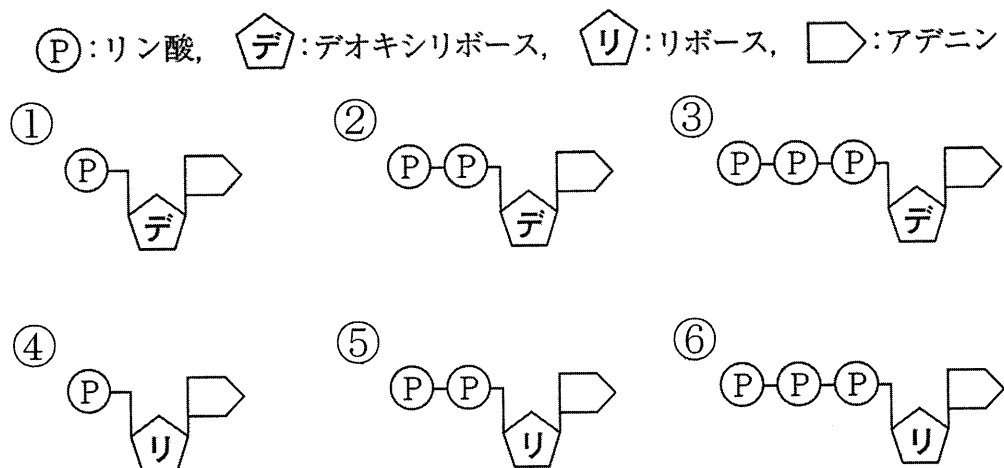
表 1 エ～カの 3 種類の生物について、細胞小器官や構造体の有無

|         | エ | オ | カ |
|---------|---|---|---|
| 細胞膜     | + | + | + |
| 核 (核膜)  | — | + | + |
| ミトコンドリア | — | + | + |
| 葉緑体     | — | — | + |
| 細胞壁     | + | — | + |

＋：あり，－：なし

|   | エ     | オ     | カ     |
|---|-------|-------|-------|
| ① | 酵母    | ネンジュモ | カエデ   |
| ② | 酵母    | フナ    | カエデ   |
| ③ | 大腸菌   | フナ    | ネンジュモ |
| ④ | 大腸菌   | ネンジュモ | ケヤキ   |
| ⑤ | ネンジュモ | ヒト    | ケヤキ   |
| ⑥ | ネンジュモ | ヒト    | フナ    |

問 2 下線部 (b) に関連して, ADP の構造を表す模式図として最も適当なものを, 後の選択肢から一つ選べ。 16



問 3  ~  に当てはまる語の組合せとして, 最も適当なものを, 後の選択肢から一つ選べ。 17

|   | ア       | イ   | ウ     |
|---|---------|-----|-------|
| ① | リボソーム   | 無機物 | 酸素    |
| ② | リボソーム   | 無機物 | 二酸化炭素 |
| ③ | リボソーム   | 有機物 | 酸素    |
| ④ | リボソーム   | 有機物 | 二酸化炭素 |
| ⑤ | ミトコンドリア | 無機物 | 酸素    |
| ⑥ | ミトコンドリア | 無機物 | 二酸化炭素 |
| ⑦ | ミトコンドリア | 有機物 | 酸素    |
| ⑧ | ミトコンドリア | 有機物 | 二酸化炭素 |

## 理科基礎

B 20 世紀になって **キ** に遺伝子が存在するという仮説が提唱されて以降、遺伝子の本体が何であるかについて、議論がなされてきた。**キ** の主な構成物質は DNA と **ク** であるが、(c)様々な研究によって、遺伝子の本体が DNA であることが証明された。DNA は、(d)ヌクレオチドとよばれる構成単位が、鎖状に結合した高分子化合物である。

問 4 **キ**・**ク** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 **18**

|   | キ   | ク     |
|---|-----|-------|
| ① | 核膜  | 炭水化物  |
| ② | 核膜  | タンパク質 |
| ③ | 小胞体 | 炭水化物  |
| ④ | 小胞体 | タンパク質 |
| ⑤ | 染色体 | 炭水化物  |
| ⑥ | 染色体 | タンパク質 |

問 5 下線部 (c) に関して、過去の研究者らによって得られた研究成果のうち、その成果によって DNA が遺伝物質であると考えられるようになったものとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 **19**

- ① 研究者 A らは、病原性のない肺炎双球菌に対して、病原性を有する肺炎双球菌の抽出物（病原性菌抽出物）を混ぜて培養すると、病原性のある菌が出現するが、DNA 分解酵素によって処理した病原性菌抽出物を混ぜて培養しても、病原性のある菌が出現しないことを示した。
- ② 研究者 B は、白血球の核などを多量に含む傷口の膿に、リンを多く含む物質が存在することを発見した。
- ③ 研究者 C らは、DNA の立体構造について考察し、2 本の鎖がらせん状に絡み合って構成される二重らせん構造のモデルを提唱した。
- ④ 研究者 D らは、いろいろな生物の DNA について調べ、アデニンとチミン、グアニンとシトシンの数の比が、それぞれ 1:1 であることを示した。
- ⑤ 研究者 E は、エンドウの種子の形や、子葉の色などの形質に着目した実験を行い、親の形質が次の世代に遺伝する現象から、遺伝の法則性を発見した。

問 6 下線部(d)に関して、次の文章中の **ケ** ～ **サ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 **20**

DNA と RNA はともに、ヌクレオチドが連なった構造をとっている。ヌクレオチドは、塩基、 **ケ** ，およびリン酸から構成されている。RNA のヌクレオチドは、塩基として **コ** のかわりにウラシルが使われている点や、 **ケ** が **サ** である点において、DNA のヌクレオチドと異なっている。

|   | ケ  | コ    | サ        |
|---|----|------|----------|
| ① | 脂質 | シトシン | リボース     |
| ② | 脂質 | シトシン | デオキシリボース |
| ③ | 脂質 | チミン  | リボース     |
| ④ | 脂質 | チミン  | デオキシリボース |
| ⑤ | 糖  | シトシン | リボース     |
| ⑥ | 糖  | シトシン | デオキシリボース |
| ⑦ | 糖  | チミン  | リボース     |
| ⑧ | 糖  | チミン  | デオキシリボース |

第 4 問 体内環境の維持に関する文章(A・B)を読み、後の問い(問 1～6)に答えよ。〔解答番号 21 ～ 26〕

A ヒトの主なエネルギー源としてグルコースが利用されている。そのため、血液中のグルコース濃度(血糖値)は、空腹時で血液 100 mL 中に ア mg 前後の一定の値を維持するように調節されている。食事後約 60 分で血糖値がピークを迎えた後、食事後約 180 分で空腹時の値にもどる。このように一定の範囲内に血糖値が維持される仕組みは次のとおりである。

血糖値の上昇とともにすい臓のランゲルハンス島 B 細胞からインスリンが分泌される。また、イ からの情報が ウ を通じてすい臓に伝わり、インスリン分泌が促進する。この結果、血液中から各組織へのグルコースの取り込みが増加することで空腹時血糖にもどる。

一方、血糖値が低下するとすい臓のランゲルハンス島 A 細胞からグルカゴンが分泌される。また、イ からの情報が エ を通じてすい臓に伝わり、グルカゴン分泌が促進する。この結果、血糖値が上昇して一定の値に維持される。

インスリンの分泌が低下したり、インスリンの作用が低下したりすると、持続的に高血糖の状態が続き、糖尿病となる。糖尿病では、血糖値が持続的に高値となるため、グルコースが尿中に排泄されるようになる。図 1 は、血糖値と、1 分間当たりに腎臓において糸球体からボーマンのうへ移動するグルコースの量(図中のオ)、および 1 分間当たりに尿中へ排泄されるグルコース量(図中のカ)との関係を表している。

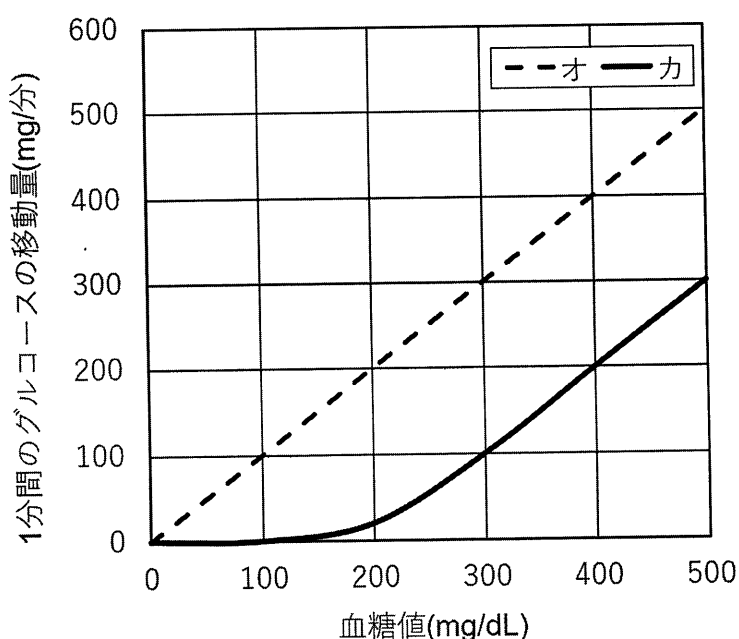


図 1 腎臓における血糖値とグルコースの移動量の関係

問 1 ア に当てはまる数値として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。21

- ① 60      ② 100      ③ 150      ④ 200

問 2 イ ～ エ に当てはまる語として最も適当な組合せを、後の選択肢から一つ選べ。22

|   | イ    | ウ     | エ     |
|---|------|-------|-------|
| ① | 脳下垂体 | 交感神経  | 副交感神経 |
| ② | 脳下垂体 | 副交感神経 | 交感神経  |
| ③ | 視床下部 | 交感神経  | 副交感神経 |
| ④ | 視床下部 | 副交感神経 | 交感神経  |
| ⑤ | 副腎髄質 | 交感神経  | 副交感神経 |
| ⑥ | 副腎髄質 | 副交感神経 | 交感神経  |

問 3 図 1 から、腎臓で再吸収されるグルコースの量 (mg/分) の最大値として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。23 mg/分

- ① 150      ② 200      ③ 300      ④ 400      ⑤ 500

問 4 血糖値が 100 mg/dL のとき、1 分間あたりに糸球体からボーマンのうに移動するグルコースの量 (mg) と 1 日に生成される原尿の量 (L) の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。24

|   | 1分間あたりに糸球体からボーマンのうに移動するグルコースの量 (mg) | 1日に生成される原尿の量 (L) |
|---|-------------------------------------|------------------|
| ① | 100                                 | 144              |
| ② | 100                                 | 180              |
| ③ | 150                                 | 144              |
| ④ | 150                                 | 180              |
| ⑤ | 200                                 | 144              |
| ⑥ | 200                                 | 180              |

## 理科基礎

B 3人のヒト(X, Y, Z)は血液凝固に異常があり、採取した血液が凝固するまでの時間が健康な人よりも延長する。この3人の異常の原因を調べるために次の実験を行った。

【実験】 採取した血液を2本の試験管に分けた。それぞれの試験管に**血液凝固因子カ**または**物質ク**の前駆体を添加し、血液が固まるまでの時間を測定した。その結果を表1に示した。

また、血液が凝固するまでの一連の過程の模式図を図2に示した。

表1 実験結果

| 被験者        | 血液凝固時間 |    |    |
|------------|--------|----|----|
|            | X      | Y  | Z  |
| 血液凝固因子カを添加 | 延長     | 正常 | 延長 |
| 物質クの前駆体を添加 | 延長     | 延長 | 正常 |

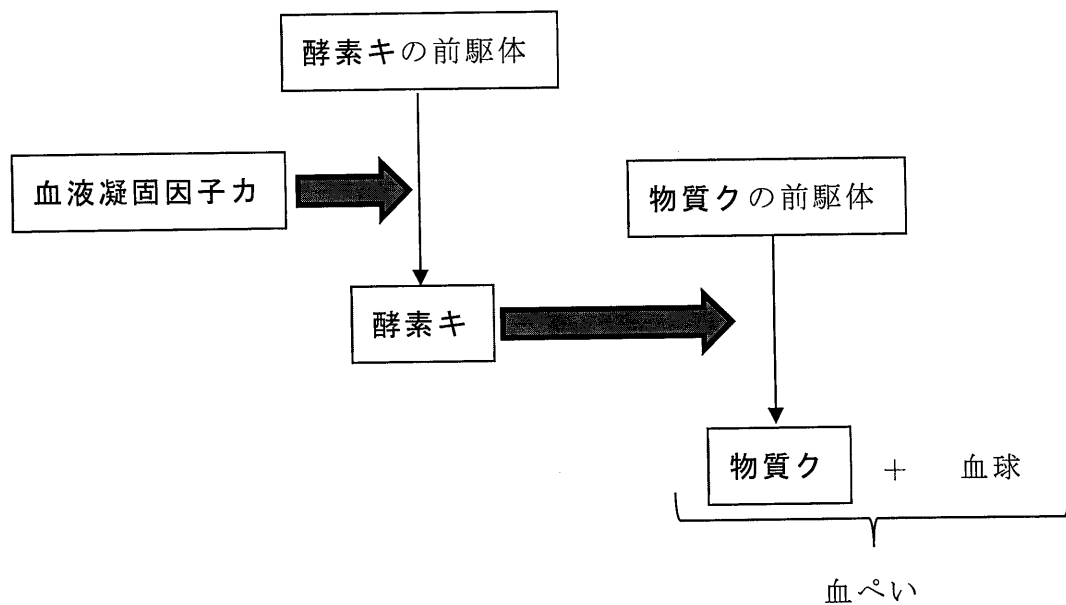


図2 血液の凝固過程（模式図）

問 5 酵素キと物質クの名称の組合せとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 25

|   | 酵素キ     | 物質ク      |
|---|---------|----------|
| ① | トロンビン   | フィブリン    |
| ② | トロンビン   | フィブリノーゲン |
| ③ | プロトロンビン | フィブリン    |
| ④ | プロトロンビン | フィブリノーゲン |
| ⑤ | アドレナリン  | フィブリン    |
| ⑥ | アドレナリン  | フィブリノーゲン |

問 6 実験結果から，X，Y，Z は血液凝固因子カ，酵素キの前駆体，および物質クの前駆体のいずれに異常があると考えられるか。その組合せとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。ただし，それぞれのヒトにおいて異常はいずれか 1 つであるとする。 26

|   | X       | Y       | Z       |
|---|---------|---------|---------|
| ① | 血液凝固因子カ | 酵素キの前駆体 | 物質クの前駆体 |
| ② | 血液凝固因子カ | 物質クの前駆体 | 酵素キの前駆体 |
| ③ | 酵素キの前駆体 | 血液凝固因子カ | 物質クの前駆体 |
| ④ | 酵素キの前駆体 | 物質クの前駆体 | 血液凝固因子カ |
| ⑤ | 物質クの前駆体 | 血液凝固因子カ | 酵素キの前駆体 |
| ⑥ | 物質クの前駆体 | 酵素キの前駆体 | 血液凝固因子カ |

第 5 問 生物の多様性と生態系に関する次の文章を読み、後の問い（問 1～6）に答えよ。〔解答番号 27 ～ 32〕

植生は、時間とともにその構成種を一定の方向性をもって少しずつ変化させていく。この移り変わりを遷移という。隆起した島や噴火でできた溶岩台地など、土壌がほとんどない裸地から始まるものを一次遷移という。日本国内のある地域における一次遷移では、溶岩流跡からススキなどの草原、(a)ヤシヤブシなどの森林を経て、最終的にはタブノキなどの森林が形成された。しかし、これには長い年月が必要である。また、その間に(b)台風や山火事などによる破壊を受けることもあるため、実際には極相林に達しないことも多い。

人間によって管理され、適度な人為的攪乱<sup>かくらん</sup>によって維持されている雑木林と、ため池、田畑などを含む地域一帯を(c)里山という。里山の雑木林では、伐採によって遷移の進行が抑制されている。

問 1 タブノキの特徴として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

27

- ① 葉を夏緑樹林の落葉樹の葉と比べると、薄くて軽い。
- ② 葉の表面にはクチクラ層が発達し光沢がある。
- ③ 芽生えや幼木の光補償点は高い。
- ④ 落葉広葉樹である。

問 2 下線部(a)に関して、ヤシャブシとタブノキの比較を説明した記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 28

- ① ヤシャブシは陽樹で、タブノキは陰樹である。ヤシャブシの森林が形成されると地表面付近が明るくなり、陰樹であるタブノキの芽生えの方が生育しやすくなる。
- ② ヤシャブシは陽樹で、タブノキは陰樹である。ヤシャブシの森林が形成されると地表面付近が暗くなり、陰樹であるタブノキの芽生えの方が生育しやすくなる。
- ③ ヤシャブシは陰樹で、タブノキは陽樹である。ヤシャブシの森林が形成されると地表面付近が明るくなり、陽樹であるタブノキの芽生えの方が生育しやすくなる。
- ④ ヤシャブシは陰樹で、タブノキは陽樹である。ヤシャブシの森林が形成されると地表面付近が暗くなり、陽樹であるタブノキの芽生えの方が生育しやすくなる。

問 3 下線部(b)のような理由で林冠に穴のようなすき間ができることがある。このすき間は何と呼ばれるか。最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 29

- ① バイオーム
- ② ギャップ
- ③ レジリエンス（復元力）
- ④ 二次遷移

## 理科基礎

問 4 下線部(c)に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 30

- ① 里山の雑木林では、人為的攪乱がなくなると林床に届く光の量が増加する。
- ② 里山の雑木林では、人為的攪乱がなくなると土壌中の有機物が減少し、無機物も減少する。
- ③ 里山では、人為的攪乱があることによって動物の多様性が高く保たれる。
- ④ 水路がコンクリートで覆われたり水田が放棄されたりしても、環境の変化に適応が進み生物の多様性は高く保たれる。

問 5 植生の遷移が進む原因として誤っているものを、後の選択肢から一つ選べ。 31

- ① 食物連鎖が変わり、特定の植物が動物に食べられるから。
- ② 植物の枯死した葉や枝が腐植質となり、しだいに土壌が発達するから。
- ③ 植生の林冠を構成する植物の高さがしだいに高くなり、階層が分化し、植生の内部に達する光が少なくなるから。
- ④ 植物が繁茂すると、雨水の流出が減少し、土壌が乾燥しにくくなるから。

問 6 生態系における物質やエネルギーの移動に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 32

- ① 植物は、光エネルギーを化学エネルギーに変換する。
- ② 変温動物は、熱エネルギーを放出しない。
- ③ 物質とエネルギーはともに、生態系内を循環する。
- ④ 菌類や細菌類は、有機物を分解する過程で、熱エネルギーを放出しない。