

※一般は物理・化学・生物から2科目選択  
 学士は化学・生物必須  
 ※試験時間100分で2科目を受験する

試験時間 100分

物理 1～12 ページ

化学 13～23 ページ

生物 24～38 ページ

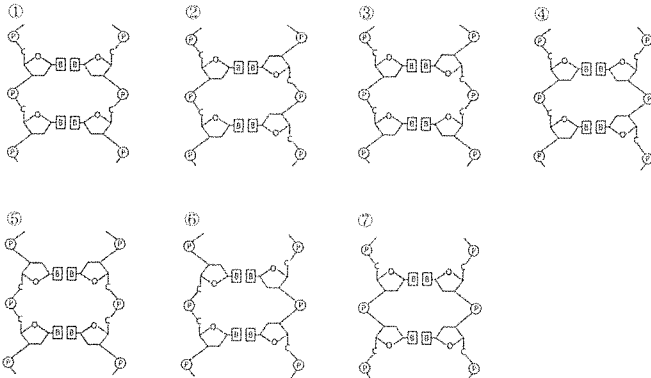
- 注意事項**
1. 出題の際に選択した2科目について解答すること。
  2. 解答用紙(マークカード)は各科目につき1枚である。
  3. 選択しない科目の解答用紙(マークカード)は、全面に大きく×印をつけて、机の右端に置くこと。試験中に回収します。
  4. 解答用紙(マークカード)に、氏名・フリガナ・受験番号の記入および受験番号のマークを忘れないこと。
  5. マークはHBの鉛筆で、はっきりとマークすること。
  6. マークを消す場合、消しゴムで完全に消し、消しくずを残さないこと。
  7. 解答用紙(マークカード)は折り曲げたり、メモやチェックなどで汚したりしないように注意すること。
  8. 各問題の選択肢のうち質問に適した答えを1つだけ選びマークすること。1問に2つ以上解答した場合は誤りとする。
  9. 問題用紙は解答用紙(マークカード)とともに机の上に置いて退出すること。持ち帰ってはいけません。

I 遺伝子に関する以下の問いに答えなさい。

問1 DNAの構造について、以下の問いに答えなさい。

1. DNAを構成する、ある1つのヌクレオチドの構成要素をすべて含むものはどれか。最も適切なものを答えなさい。
- |                 |                     |
|-----------------|---------------------|
| ① デオキシリボース ウラシル | ② デオキシリボース ウラシル リン酸 |
| ③ デオキシリボース チミン  | ④ デオキシリボース チミン リン酸  |
| ⑤ デオキシリボース ヒストン | ⑥ デオキシリボース ヒストン リン酸 |
| ⑦ リボース ウラシル     | ⑧ リボース ウラシル リン酸     |
| ⑨ リボース チミン      | ⑩ リボース チミン リン酸      |
| ⑪ リボース ヒストン     | ⑫ リボース ヒストン リン酸     |

2. DNAの2本鎖の構造の一部を模式的に示したものとして、最も適切なものを答えなさい。岡中の記はリン酸基、は塩基、Cは炭素原子、Oは酸素原子を表す。ただし、CとOは糖の特定の位置にあるもののみを示す。



問2 真核生物のDNAの複製について、以下の問いに答えなさい。

1. DNAが複製される時期の細胞に当てはまる記述として、最も適切なものを答えなさい。
- ① 核膜が消失している。
  - ② 核小体が見られる。
  - ③ 紡錘体が形成されている。
  - ④ 二価染色体が形成されている。
  - ⑤ 中心体の消失が起こる。
  - ⑥ 細胞質分裂が行われている。

2. DNAの複製についての次の文を読み、あるDNA領域でのDNAの複製の様子を模式的に示した図1を参照して、以下の問いに答えなさい。

真核生物では、1つの染色体中に複製起点がいくつもあり、多くの場所から複製が始まる。DNAが複製される際には、DNAヘリカーゼという酵素の働きでDNAの特定部分の(ア)間の(イ)が切れ、複製フォークが形成される。次に、鋳型鎖の複製開始部に相補的な短いRNAが合成される。このRNAからなるプライマーに次々とヌクレオチドが結合して、新しい鎖が伸長していく。プライマーの部分は分解されてDNAに置き換えられ、断片がつなげられて複製が完了する。複製フォークの移動方向に対して、同じ向きに伸長していく鎖として合成される鎖を(ウ)、逆の向きに伸長していく鎖の連結により合成される鎖を(エ)という。

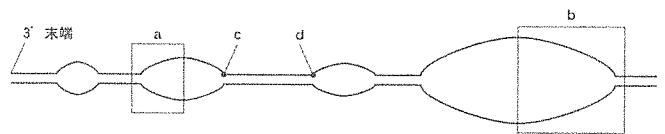


図1

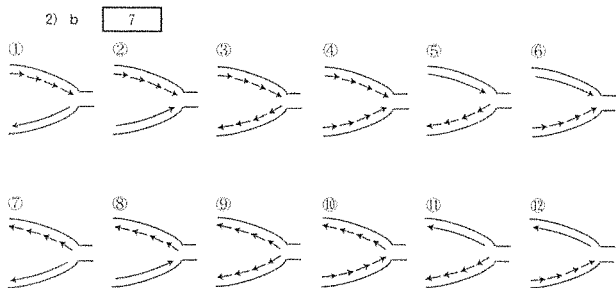
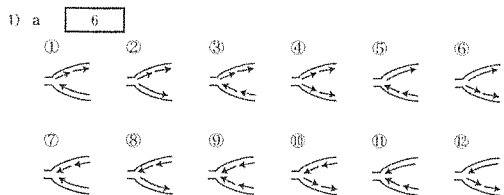
① 文中の(ア)～(エ)に入る語の組み合わせとして、最も適切なものを答えなさい。

- |            |               |
|------------|---------------|
| ① ア 塩基     | イ 高エネルギーリン酸結合 |
| ウ 岡崎フラグメント | エ リーディング鎖     |
| ② ア 塩基     | イ 高エネルギーリン酸結合 |
| ウ リーディング鎖  | エ ヲギング鎖       |
| ③ ア 塩基     | イ 水素結合        |
| ウ 岡崎フラグメント | エ リーディング鎖     |
| ④ ア 塩基     | イ 水素結合        |
| ウ リーディング鎖  | エ ラギング鎖       |
| ⑤ ア リン酸    | イ 高エネルギーリン酸結合 |
| ウ 岡崎フラグメント | エ リーディング鎖     |
| ⑥ ア リン酸    | イ 高エネルギーリン酸結合 |
| ウ リーディング鎖  | エ ラギング鎖       |
| ⑦ ア リン酸    | イ 水素結合        |
| ウ 岡崎フラグメント | エ リーディング鎖     |
| ⑧ ア リン酸    | イ 水素結合        |
| ウ リーディング鎖  | エ ラギング鎖       |

② 文中の下線部の反応によって伸長した鎖の末端についての記述として、最も適切なものを答えなさい。

- ① 伸長前に5'末端にあった糖に、リン酸を3つ持つヌクレオチドが結合している。
- ② 伸長前に5'末端にあった糖に、リン酸を2つ持つヌクレオチドが結合している。
- ③ 伸長前に5'末端にあった糖に、リン酸を1つ持つヌクレオチドが結合している。
- ④ 伸長前に3'末端にあった糖に、リン酸を3つ持つヌクレオチドが結合している。
- ⑤ 伸長前に3'末端にあった糖に、リン酸を2つ持つヌクレオチドが結合している。
- ⑥ 伸長前に3'末端にあった糖に、リン酸を1つ持つヌクレオチドが結合している。

(3) 上記の図1に示す四角で囲んだaとbそれぞれの部分において、新しく合成された鎖はどのようなになっているか、最も適切な模式図をそれぞれ答えなさい。ただし、図中の矢印のそれぞれは合成された鎖を示しており、矢印の方向は鎖が伸長する方向である。



(4) 上記の図1に示すDNA領域全体で、2本鎖の状態からDNAの複製が開始されるとき、以下の酵素がそれぞれ働かない場合には、このDNA領域全体の複製はどのようなになるか、最も適切な記述をそれぞれ答えなさい。なお、記述中の「断片S」とは、RNAからなるプライマーよりは長く、記述中の「断片L」よりも短い断片を表す。

- 1) DNAリガーゼ 8  
 2) DNAヘリカーゼ 9  
 3) DNAポリメラーゼ(DNA合成酵素) 10

- ① 片方のDNA鎖を鋳型として、新たなDNA鎖が完全に複製されるが、もう一方のDNA鎖を鋳型とした新たなDNA鎖は合成されない。
- ② 片方のDNA鎖を鋳型として、新たなDNA鎖が完全に複製されるが、もう一方のDNA鎖を鋳型として、断片Sのみが複製合成される。
- ③ 片方のDNA鎖を鋳型として、新たなDNA鎖が完全に複製されるが、もう一方のDNA鎖を鋳型として、断片Lのみが複製合成される。
- ④ いずれのDNA鎖を鋳型としても、新たなDNA鎖もRNA鎖もまったく合成されない。
- ⑤ 両方のDNA鎖のそれぞれを鋳型として、断片Sのみが複製合成される。
- ⑥ 両方のDNA鎖のそれぞれを鋳型として、断片Lのみが複製合成される。
- ⑦ 片方のDNA鎖を鋳型として、断片Sのみが複製合成されて、もう一方のDNA鎖を鋳型として、断片Lのみが複製合成される。
- ⑧ 片方のDNA鎖を鋳型として、断片Sと断片Lの両方が複製合成されて、もう一方のDNA鎖を鋳型として、同様に、断片Sと断片Lの両方が複製合成される。
- ⑨ 両方のDNA鎖のそれぞれを鋳型として、ごく短いRNA鎖のみがとところどころに合成される。
- ⑩ 両方のDNA鎖のそれぞれを鋳型として、ごく短いDNA鎖のみがとところどころに合成される。

(5) 上記の図1の2つの複製フォークそれぞれの開裂点であるcとdの間の距離は0.48μmであった。1本のDNA鎖の塩基間の距離が0.34nm。複製フォークの移動速度を毎秒50塩基とすると、この2つの複製フォークの開裂点が出会うまでに何秒かかるか。答えの数値の小数点以下第1位を四捨五入し、最も適切な値を答えなさい。ただし、11は10の位の数字、12は1の位の数字をそれぞれ表す。なお、同じ選択肢を複数回答えてもよい。なお、1000nm = 1μmである。

- 11 12 秒
- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5  
 ⑥ 6    ⑦ 7    ⑧ 8    ⑨ 9    ⑩ 0

問3 真核生物におけるRNAの合成と遺伝子発現調節について、以下の問いに答えなさい。

1. RNAについての記述として適切なものをすべて含む選択肢を答えなさい。ただし、葉緑体やミトコンドリアに含まれるRNAは考えないものとする。 13
- A. 転写は核の中で起こる。
  - B. mRNAの塩基配列にはアミノ酸に翻訳されない領域もある。
  - C. rRNAが翻訳されるとリボソームを構成するタンパク質が合成される。
  - D. tRNAは細胞質で翻訳される。
  - E. スプライシングによりイントロンに対応する領域と共にエキソンに対応する領域も切り取られることがある。
  - F. スプライシングは細胞質で起こる。
- ① A, D    ② A, E    ③ A, F    ④ C, D  
 ⑤ C, E    ⑥ C, F    ⑦ A, B, D    ⑧ A, B, E  
 ⑨ A, B, F    ⑩ B, C, D    ⑪ B, C, E    ⑫ B, C, F  
 ⑬ A, B, C, D    ⑭ A, B, C, E    ⑮ A, B, C, F

2. サーカディアン(概日)リズムの発現機構についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

陸上動物の多くは、ほぼ1日の周期に合わせて活動している。このサーカディアンリズムを生み出すのは、脳のニューロン群である。ある動物のこれらのニューロンでは、時計遺伝子Aの転写と翻訳が起こり、タンパク質Aが合成される。産生されたタンパク質Aは負のフィードバックにより遺伝子Aの発現を低下させる。また、遺伝子Bは遺伝子Aの調節遺伝子であることが知られている。これらのニューロンでの遺伝子Aの転写の活性化と抑制というサイクルが約1日の周期で繰り返されることで、個体のサーカディアンリズムの高周期性が生み出されている。

このニューロン群の中のあるニューロンにおいて、タンパク質Cが約1日の周期で増減を繰り返すことで、1つの機能の発現がサーカディアンリズムの周期に従って変動する場合を想定する。さらに、タンパク質Cをコードする遺伝子Cの調節遺伝子は遺伝子Bであり、遺伝子CのmRNA量は遺伝子Aの転写の活性化と抑制の周期と同じ周期で変動するものとする。

- (1) このニューロンにおいて、遺伝子Bの機能のみが失われると、遺伝子Aと遺伝子CのmRNA量は減少し、約1日の周期の変動も見られなくなった。遺伝子Bの働きについて、最も適切な記述を答えなさい。ただし、遺伝子Bの情報をもとにして作られるタンパク質をタンパク質Bと呼ぶ。 14
- ① 遺伝子Bは、遺伝子Aと遺伝子CのmRNAに結合し、遺伝子Aと遺伝子Cの転写を促進する。
  - ② 遺伝子Bは、遺伝子Aと遺伝子CのmRNAに結合し、遺伝子Aと遺伝子Cの転写を抑制する。
  - ③ タンパク質Bは、遺伝子Aと遺伝子CのmRNAに結合し、遺伝子Aと遺伝子Cの転写を促進する。
  - ④ タンパク質Bは、遺伝子Aと遺伝子CのmRNAに結合し、遺伝子Aと遺伝子Cの転写を抑制する。
  - ⑤ 遺伝子Bは、遺伝子Aと遺伝子Cの転写調節領域に結合し、遺伝子Aと遺伝子Cの転写を促進する。
  - ⑥ 遺伝子Bは、遺伝子Aと遺伝子Cの転写調節領域に結合し、遺伝子Aと遺伝子Cの転写を抑制する。
  - ⑦ タンパク質Bは、遺伝子Aと遺伝子Cの転写調節領域に結合し、遺伝子Aと遺伝子Cの転写を促進する。
  - ⑧ タンパク質Bは、遺伝子Aと遺伝子Cの転写調節領域に結合し、遺伝子Aと遺伝子Cの転写を抑制する。

⑫ このニューロンにおいて、遺伝子Aの機能が失われると、遺伝子CのmRNAは高濃度のまま、ほぼ一定になり、約1日の周期的変動が見られなくなった。遺伝子Aによる調節機構について最も適切な記述を【選択肢1】から答え、さらに選択した記述中の「調節する」は結合を促進するか、あるいは阻害するかについて、適切な記述を【選択肢2】から答えなさい。

【選択肢1】 15

- ① 遺伝子Aの転写調節領域は、遺伝子Bが遺伝子CのmRNAと結合することを調節する。
- ② タンパク質Aは、遺伝子Bが遺伝子CのmRNAと結合することを調節する。
- ③ 遺伝子Aの転写調節領域は、タンパク質Bが遺伝子CのmRNAと結合することを調節する。
- ④ タンパク質Aは、タンパク質Bが遺伝子CのmRNAと結合することを調節する。
- ⑤ 遺伝子Aの転写調節領域は、遺伝子Bが遺伝子Cの転写調節領域に結合することを調節する。
- ⑥ タンパク質Aは、遺伝子Bが遺伝子Cの転写調節領域に結合することを調節する。
- ⑦ 遺伝子Aの転写調節領域は、タンパク質Bが遺伝子Cの転写調節領域に結合することを調節する。
- ⑧ タンパク質Aは、タンパク質Bが遺伝子Cの転写調節領域に結合することを調節する。

【選択肢2】 16

- ① 促進する。
- ② 阻害する。

II ヒトの血液と呼吸色素タンパク質に関する以下の問いに答えなさい。

問1 血液と呼吸色素タンパク質について、以下の文が正しい場合は「正しい」をマークしなさい。また誤っている場合は、正しい文になるように下線部を入れ替える最も適切なものをそれぞれ答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答えてもよい。

1. 血液について答えなさい。

- (1) 有形成分の1つである白血球には核がない。 17
  - (2) 成人の樹状細胞は肝臓で作られる。 18
  - (3) 呼吸で生じた二酸化炭素はアルブミンによって肺胞に運ばれる。 19
  - (4) 血液凝固の際に、ヘパリンはフィブリノーゲンに触媒として作用する。 20
- |         |           |          |
|---------|-----------|----------|
| ① 胸腺    | ② 血しょう    | ③ 血小板    |
| ④ 血べい   | ⑤ 好酸球     | ⑥ 抗体産生細胞 |
| ⑦ 骨髄    | ⑧ 骨盤      | ⑨ 骨皮質    |
| ⑩ トロポニン | ⑪ トロンピン   | ⑫ 心臓     |
| ⑬ フィブリン | ⑭ ヘルパーT細胞 | ⑮ 正しい    |

2. 呼吸色素タンパク質について答えなさい。

- (1) ヘモグロビンは1種類のポリペプチド鎖から構成される。 21
  - (2) 酸素と結合しているミオグロビン全体の立体構造は三次構造と呼ばれる。 22
  - (3) ミオグロビンは2個のヘムを含む。 23
  - (4) 酸素分圧が高いと、ヘモグロビンは酸素を解離しやすくなる。 24
- |              |         |         |
|--------------|---------|---------|
| ① 二酸化炭素分圧が低い | ② pHが低い | ③ 温度が低い |
| ④ 一次         | ⑤ 二次    | ⑥ 四次    |
| ⑦ 1          | ⑧ 2     | ⑨ 3     |
| ⑩ 4          | ⑪ 正しい   |         |

問2 呼吸色素タンパク質はそれぞれが特有な立体構造をとって、生体内で機能を果たしている。ここで、「特有な立体構造」とは、1つのポリペプチド鎖から成るタンパク質の場合には1つのポリペプチド鎖全体の立体構造を、複数のポリペプチド鎖から成るタンパク質の場合にはすべてのポリペプチド鎖が組み合わされてできる全体の立体構造を表すこととする。呼吸色素タンパク質について、以下の問いに答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答えてもよい。

1. ヘモグロビンとミオグロビンについての記述として、最も適切な組み合わせをそれぞれ答えなさい。

- (1) ヘモグロビン 25
  - (2) ミオグロビン 26
- A. 特有な立体構造1つ当たり、最大で酸素1分子が結合する。
  - B. 特有な立体構造1つ当たり、最大で酸素2分子が結合する。
  - C. 特有な立体構造1つ当たり、最大で酸素4分子が結合する。
  - D. 特有な立体構造に含まれるポリペプチド鎖1つ当たり、最大で酸素1分子が結合する。
  - E. 特有な立体構造に含まれるポリペプチド鎖1つ当たり、最大で酸素2分子が結合する。
  - F. 特有な立体構造に含まれるポリペプチド鎖1つ当たり、最大で酸素4分子が結合する。
- |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① A, D | ② A, E | ③ A, F | ④ B, D | ⑤ B, E |
| ⑥ B, F | ⑦ C, D | ⑧ C, E | ⑨ C, F |        |

2. 以下の図1の曲線のいくつかは、成人のヘモグロビンとミオグロビンについて、酸素分圧 (mmHg) とそれぞれの呼吸色素タンパク質の特有な立体構造1つ当たりの酸素含有量(相対値)の関係を示している。このうち4本の曲線は、4種類の二酸化炭素分圧(0, 20, 40, 80 mmHg)で測定したときのヘモグロビンの酸素含有量をそれぞれ示す。なお、成人における運動時の末梢組織の二酸化炭素分圧は約80 mmHgである。図1を参照して以下の問いに答えなさい。

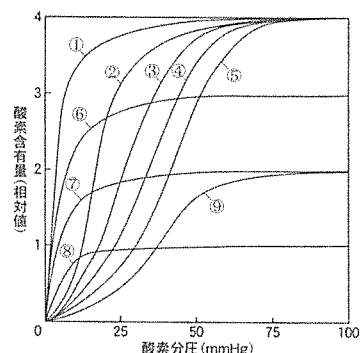


図1 成人の呼吸色素タンパク質の酸素含有量と酸素分圧の関係

- (1) ミオグロビンの酸素含有量を示した曲線として最も適切なものを図1から答えなさい。  
27
- (2) 一酸化炭素中毒になった場合のヘモグロビンの酸素含有量を示した曲線として、最も適切なものを図1から答えなさい。ただし、一酸化炭素中毒になると正常時に比べ、肺胞においてヘモグロビンに結合する酸素の割合が半分以下にまで低下し、低酸素分圧でのヘモグロビンからの酸素放出が妨げられる。  
28
- (3) 二酸化炭素分圧が20 mmHgのときのヘモグロビンの酸素含有量を示した曲線として、最も適切なものを図1から答えなさい。  
29

問3 胎盤における母体側の血管(子宮血管)と胎児側の血管(臍帯血管)の走行模式図を図2に示す。図3は図2で示した血管(A, B, C, D)の胎盤に入る直前(A, D)と胎盤から出た直後(B, C)の血液における酸素分圧(mmHg)と酸素含有量(mL/dL)の関係を示す。肺胞の酸素分圧は100 mmHgとし、胎盤から出た血液と子宮に流入する血液の酸素含有量に違いはないものとする。また、図3中の表には各曲線の血管A, B, C, Dの酸素分圧における縦軸の値が示されている。図2, 3および表を参照して以下の問いに答えなさい。

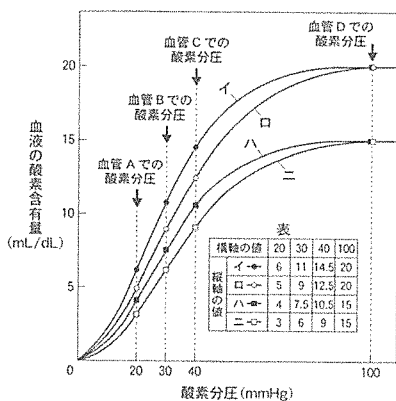
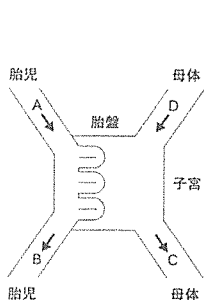


図2 子宮血管と臍帯血管矢印は血流方向を示す。

図3 子宮血管血と臍帯血管血における酸素分圧と酸素含有量の関係

1. 図2において動脈はどれか。最も適切な組み合わせを答えなさい。  
30  
 ① A, B ② A, C ③ A, D ④ B, C ⑤ B, D ⑥ C, D
2. 血管A~Dの酸素含有量を示したそれぞれの曲線を子宮動脈—子宮静脈—臍帯動脈—臍帯静脈という順で並べた場合、最も適切なものを答えなさい。  
31  
 ① イーロ—ハーニ ② ロ—イーハーニ ③ イーロ—ニーハ  
 ④ ロ—イーニーハ ⑤ ハーニ—イーロ ⑥ ハーニ—ローイ  
 ⑦ イーハーローニ ⑧ ハーイーニーロ ⑨ ハーイーローニ  
 ⑩ ニーハーイーロ
3. 母体から摂取した、胎児の血液1dL当たりの酸素量は、母体の肺胞でヘモグロビンと結合していた血液1dL当たりの酸素量の何%か。答えの数値(%)の小数点以下第1位を四捨五入し、最も適切な値を答えなさい。ただし、32は10の位の数字、33は1の位の数字をそれぞれ表す。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。  
32 33 %  
 ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5  
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0
4. 胎児と新生児を比較したときに、母体から摂取していた、胎児の血液1dL当たりの酸素量は、新生児の肺胞でヘモグロビンと結合していた酸素量の何%に相当するか。答えの数値(%)の小数点以下第1位を四捨五入し、最も適切な値を答えなさい。ただし、34は10の位の数字、35は1の位の数字をそれぞれ表す。また、新生児の肺胞における酸素分圧(mmHg)は母体と同じであり、新生児の血液における酸素分圧と酸素含有量の関係を示した曲線は胎児期のそれと変わらないものとする。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。  
34 35 %  
 ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5  
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

III 陸上植物の光合成に関する次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

陸上植物は、太陽の光エネルギーを光合成色素に吸収して化学エネルギーへと変換し、大気中の二酸化炭素を用いた有機物合成を行う。大気中の二酸化炭素は、葉の表面の気孔を通過して葉内に入り利用される。その際には、気孔からの蒸散によって植物体内の水が失われていく。

問1 文中の下線部アについて、以下の問いに答えなさい。

1. 電子伝達系の以下の段階で起こることの記述として、最も適切なものを【選択肢】からそれぞれ答えなさい。  
 (1) 光化学系I 36  
 (2) 光化学系II 37  
 (3) 光化学系IとIIの間の段階 38  
 (4) 最後の電子受容体に電子を供与する段階 39

【選択肢】

- ① イオンが能動輸送される。  
 ② アセチル CoA が生成される。  
 ③ アセチル CoA が消費される。  
 ④ 電子伝達系の中で最も酸化力の強い状態が生じる。  
 ⑤ 電子伝達系の中で最も還元力の強い状態が生じる。  
 ⑥ NADH が生成される。  
 ⑦ NADH が消費される。  
 ⑧ NADPH が生成される。  
 ⑨ NADPH が消費される。
2. 光化学系IとIIが活性化されると、それらの反応中心からは電子が1つずつ放出される。下線部アにより連続して酸素分子が発生しているとき、酸素が1分子発生するために必要な光化学系Iの活性化の回数と光化学系IIの活性化の回数は、合計何回になると考えられるか。最も適切な回数を答えなさい。  
40 回  
 ① 1 ② 2 ③ 4 ④ 6 ⑤ 8  
 ⑥ 10 ⑦ 12 ⑧ 14 ⑨ 16 ⑩ 20

3. 文中の下線部アの過程で起こる、葉緑体中の膜を挟んだイオンの輸送について以下の問いに答えなさい。

- (1) 輸送されるイオンとして最も適切なものを答えなさい。  
41  
 ① カリウムイオン ② カルシウムイオン  
 ③ 水素イオン ④ ナトリウムイオン
- (2) 上記の41の輸送についての記述として、最も適切な組み合わせを答えなさい。  
42  
 A. 内膜と外膜の間へと受動輸送される。  
 B. 内膜と外膜の間へと能動輸送される。  
 C. チラコイドの内腔へと受動輸送される。  
 D. チラコイドの内腔へと能動輸送される。  
 E. ストロマへと受動輸送される。  
 F. ストロマへと能動輸送される。  
 G. マトリックスへと受動輸送される。  
 H. マトリックスへと能動輸送される。  
 ① A, D ② A, F ③ A, H ④ B, C  
 ⑤ B, E ⑥ B, G ⑦ C, F ⑧ C, H  
 ⑨ D, E ⑩ D, G ⑪ E, H ⑫ F, G

4. 上記の42によって起こることとして、最も適切なものを答えなさい。  
43  
 ① グラナの形成 ② グラナの分解 ③ 光化学系Iの活性化  
 ④ 光化学系IIの活性化 ⑤ ADPの生成 ⑥ ATPの生成  
 ⑦ NADHの生成 ⑧ NAD<sup>+</sup>の生成 ⑨ NADPHの生成  
 ⑩ NADP<sup>+</sup>の生成

問 2 文中の下線部イについての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。ただし、C<sub>n</sub>は炭素数 n の化合物を表す。

葉緑体の 44 に存在するカルビン・ベンソン回路では、まず、1分子の二酸化炭素と1分子の(a)から、2分子の(b)が作られる。その後、2分子の 45 と3分子のATPを用いて1分子の(a)が再生され、これが再び二酸化炭素との反応に用いられる。

1. 文中の 44 に最も適切なものを答えなさい。  
 ① クリステ      ② ストロマ      ③ チラコイドの膜      ④ チラコイドの内腔  
 ⑤ マトリックス      ⑥ 外膜      ⑦ 内膜      ⑧ 外膜と内膜の間
2. 文中の 45 に最も適切な物質を答えなさい。  
 ① アセチル CoA      ② NADH      ③ NAD<sup>+</sup>  
 ④ NADPH      ⑤ NADP<sup>+</sup>
3. 文中の(a)と(b)にそれぞれ当てはまる化合物として、最も適切な組み合わせを答えなさい。 46  
 ① (a) C<sub>1</sub> (b) C<sub>1</sub>      ② (a) C<sub>1</sub> (b) C<sub>2</sub>      ③ (a) C<sub>2</sub> (b) C<sub>1</sub>  
 ④ (a) C<sub>2</sub> (b) C<sub>1</sub>      ⑤ (a) C<sub>3</sub> (b) C<sub>1</sub>      ⑥ (a) C<sub>3</sub> (b) C<sub>2</sub>  
 ⑦ (a) C<sub>4</sub> (b) C<sub>3</sub>      ⑧ (a) C<sub>4</sub> (b) C<sub>2</sub>      ⑨ (a) C<sub>5</sub> (b) C<sub>4</sub>  
 ⑩ (a) C<sub>5</sub> (b) C<sub>3</sub>      ⑪ (a) C<sub>6</sub> (b) C<sub>1</sub>      ⑫ (a) C<sub>6</sub> (b) C<sub>3</sub>  
 ⑬ (a) C<sub>7</sub> (b) C<sub>4</sub>      ⑭ (a) C<sub>7</sub> (b) C<sub>4</sub>
4. カルビン・ベンソン回路から、その直接の生成物であるグリセルアルデヒド-3-リン酸(GAP)1分子が出ていくには、二酸化炭素3分子の消費が必要である。このときにカルビン・ベンソン回路で使われる 45 を生成するため、光化学系IIの反応中心は何回活性化される必要があると考えられるか。最も適切な回数を答えなさい。 47 回  
 ① 3      ② 4      ③ 6      ④ 8      ⑤ 10      ⑥ 12      ⑦ 14  
 ⑧ 16      ⑨ 18      ⑩ 20      ⑪ 24      ⑫ 32      ⑬ 36

問 3 文中の下線部ウについて、以下の問いに答えなさい。

1. 気孔を開かせる光受容体とそこに作用する光として、最も適切なものを答えなさい。  
48  
 ① フィトクロムへの青色光      ② フィトクロムへの赤色光  
 ③ フィトクロムへの遠赤色光      ④ フォトリピンへの青色光  
 ⑤ フォトリピンへの赤色光      ⑥ フォトリピンへの遠赤色光  
 ⑦ フロリゲンへの青色光      ⑧ フロリゲンへの赤色光  
 ⑨ フロリゲンへの遠赤色光
2. 上記の 48 によって気孔が開く際には、孔辺細胞には一連の変化が生じる。一連の変化を、生じる順に並べた場合、49 ~ 52 に当てはまる最も適切なものをそれぞれ答えなさい。  
49 → 50 → 51 → 52 → 孔辺細胞の形状が変化し気孔が開いていく。  
 ① 孔辺細胞の浸透圧が上昇する。  
 ② 孔辺細胞の浸透圧が減少する。  
 ③ 孔辺細胞の膨圧が上昇する。  
 ④ 孔辺細胞の膨圧が減少する。  
 ⑤ 孔辺細胞に水が流入する。  
 ⑥ 孔辺細胞から水が流出する。  
 ⑦ 孔辺細胞にカリウムイオンなどが流入する。  
 ⑧ 孔辺細胞からカリウムイオンなどが流出する。  
 ⑨ 孔辺細胞にナトリウムイオンなどが流入する。  
 ⑩ 孔辺細胞からナトリウムイオンなどが流出する。
3. 上記の一連の変化の後、孔辺細胞は形状変化を停止し気孔が開いたままの状態となった。形状変化が停止した理由として、最も適切なものを答えなさい。 53  
 ① 浸透圧と吸水力が一致したから      ② 吸水力と膨圧が一致したから  
 ③ 膨圧と浸透圧が一致したから      ④ 浸透圧が吸水力を下回ったから  
 ⑤ 吸水力が膨圧を下回ったから      ⑥ 膨圧が浸透圧を下回ったから

4. ホウレンソウに光を当てると、「光合成反応全体」と蒸散によって合計 1.50 g の水が植物体内から失われ、500 μmol の(a)がカルビン・ベンソン回路で再生された。蒸散によって失われた水の量(g)を求め、答えの小数点以下第3位を四捨五入して最も適切な値を答えなさい。なお、計算には C、H、O の原子量として 12、1、16 をそれぞれ用いること。ただし、54 は1の位の数字、55 は小数点以下第1位の数字、56 は小数点以下第2位の数字をそれぞれ表す。なお、同じ選択肢を複数回答えてもよい。

- 54 . 55 56 g  
 ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5  
 ⑥ 6      ⑦ 7      ⑧ 8      ⑨ 9      ⑩ 0