

# 生 物

(注意) 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

1 血液に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ヒトなどの脊椎動物では、体内環境をつくる体液は、血管内を流れる血液、細胞を取り巻く組織液、リンパ管内を流れるリンパ液からなる。血液は液体成分である **ア** と有形成分である赤血球・白血球・血小板とからなる。

赤血球はヘモグロビンを含み酸素の運搬に関与する。図1は、ヒトの筋肉の毛細血管内の血液と肺の毛細血管内の血液に関して、酸素濃度(相対値)と酸素ヘモグロビンの割合(%)との関係を示している。ヘモグロビンが酸素と結合する力は、二酸化炭素濃度によっても大きく変化する。

血管が傷つくと、その部分に血小板が集まり、一連の血液凝固反応が起こる。この反応では、さまざまな凝固因子によりプロトロンビンが **イ** になり、これが **ウ** を **エ** に変化させる。**エ** は繊維状のタンパク質であり、血球とからまって **オ** を形成する。

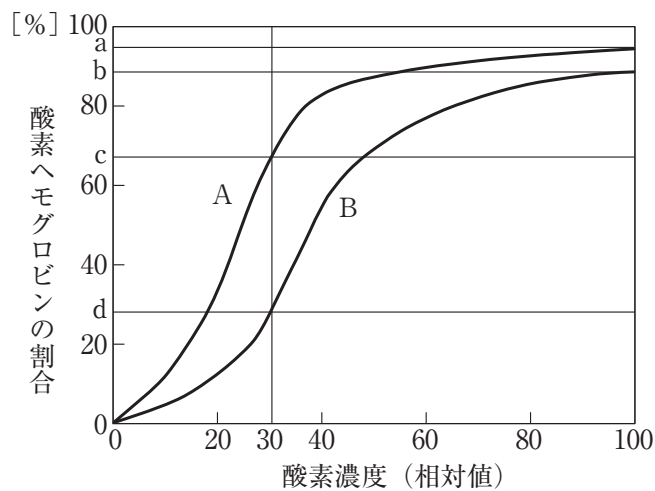


図1

問1 文章中の **ア** ~ **オ** に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①~⑧の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- |            |         |         |         |
|------------|---------|---------|---------|
| ① フィブリノーゲン | ② 血しょう  | ③ カルシウム | ④ トロンビン |
| ⑤ 血べい      | ⑥ フィブリン | ⑦ 間質液   | ⑧ 血清    |

問2 ヒトの **ア** 中に含まれる NaCl 濃度として最も適当なものを、次の①~④の中から一つ選べ。

- |        |        |      |      |
|--------|--------|------|------|
| ① 0.5% | ② 0.9% | ③ 5% | ④ 9% |
|--------|--------|------|------|

**カ**

問3 赤血球の大きさ（直径）として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

キ

- ① 2 μm      ② 8 μm      ③ 20 μm      ④ 50 μm      ⑤ 100 μm

問4 ヒトの血液 1 mm<sup>3</sup>中の赤血球・白血球・血小板の数の比較として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

ク

- ① 赤血球 > 白血球 > 血小板      ② 白血球 > 赤血球 > 血小板  
③ 赤血球 > 血小板 > 白血球      ④ 血小板 > 赤血球 > 白血球  
⑤ 白血球 > 血小板 > 赤血球      ⑥ 血小板 > 白血球 > 赤血球

問5 ヘモグロビンに関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

ケ

- ① ヘモグロビンは銅を含むタンパク質である。  
② ヘモグロビンは、それぞれ可変部と定常部と呼ばれる部分からなる。  
③ ヘモグロビンは1種類のペプチド鎖が4本集まった構造をしている。  
④ 酸素と結合したヘモグロビンは暗赤色を示す。  
⑤ 二酸化炭素濃度が低下すると、酸素と結合していないヘモグロビンの割合は低くなる。  
⑥ ヘモグロビンの立体構造が三日月型に変化したために起こる有名な遺伝性の貧血症がある。

問6 図1の曲線A・Bの名称として最も適当なものを、次の①～③の中から一つ選べ。

コ

- ① ヘモグロビン解離曲線      ② 酸素解離曲線      ③ 酸素結合曲線

問7 図1の曲線Aは、いずれの血液で調べたものか。次の①と②から一つ選べ。

サ

- ① 筋肉の毛細血管内の血液      ② 肺の毛細血管内の血液

問8 肺での酸素濃度（相対値）が100、筋肉での酸素濃度（相対値）が30の場合、筋肉まで運ばれてきた酸素の何%が放出されるか。最も適当な式を次の①～⑧から一つ選べ。

シ

- ①  $\frac{a-c}{a} \times 100$       ②  $\frac{a-d}{a} \times 100$       ③  $\frac{b-d}{a} \times 100$       ④  $\frac{c-d}{a} \times 100$   
⑤  $\frac{a-c}{b} \times 100$       ⑥  $\frac{a-d}{b} \times 100$       ⑦  $\frac{b-d}{b} \times 100$       ⑧  $\frac{c-d}{b} \times 100$

2 遺伝子の発現調節に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

図2は、大腸菌のラクトースオペロンにおける、遺伝子の発現調節の仕組みを示したものである。図2のように、ラクトースを含まない培地中では、*lac I* 遺伝子から発現した **ス** が **セ** に結合するため、**ソ** が **タ** に結合して *lac Z*、*lac Y*、*lac A* の遺伝子群を転写するのを妨げて、*lac Z*、*lac Y*、*lac A* の発現が抑制されている。

一方、炭素源としてラクトースだけを含まない培地中では、ラクトースが構造変化した物質が **ス** に結合することにより、**ス** が **セ** に結合できなくなるため、**タ** に結合した **ソ** が *lac Z*、*lac Y*、*lac A* の遺伝子群の転写を行ない、*lac Z*、*lac Y*、*lac A* の遺伝子群が発現することにより、ラクトースが代謝されるようになる。

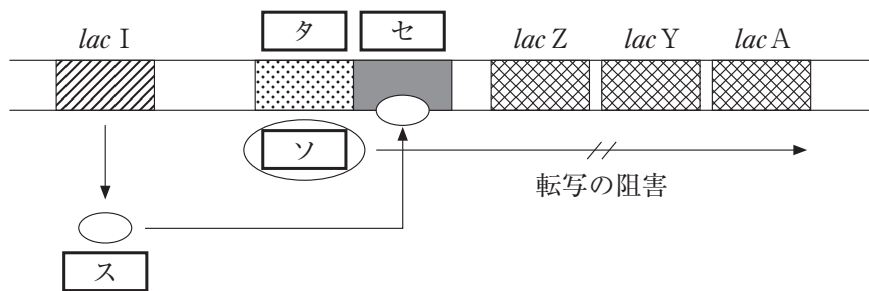


図2

問1 文章中の **ス** ~ **タ** に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①~⑨の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- |             |             |           |
|-------------|-------------|-----------|
| ① プロモーター    | ② ターミネーター   | ③ プライマー   |
| ④ リプレッサー    | ⑤ オペレーター    | ⑥ サプレッサー  |
| ⑦ DNAポリメラーゼ | ⑧ RNAポリメラーゼ | ⑨ DNAリガーゼ |

問2 *lac I* のような遺伝子を何というか。最も適当なものを、次の①~⑥の中から一つ選べ。

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| ① 構造遺伝子 | ② 抑制遺伝子 | ③ 酵素遺伝子 |
| ④ 調節遺伝子 | ⑤ 補足遺伝子 | ⑥ 条件遺伝子 |

チ

問3 次のラクトースオペロンに関する記述の  と  に当てはまる語句の組み合わせとして適当なものを、以下の①～⑥の中から二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

,

炭素源としてラクトースだけが培地中に存在すると、*lac Z*, *lac Y*, *lac A* の遺伝子群が発現する。このとき細胞中の  濃度は  。

	I	II
①	ラクトース	一時的に上昇する
②	ラクトース	一時的に減少する
③	ラクトース	常に一定である
④	グルコース	一時的に上昇する
⑤	グルコース	一時的に減少する
⑥	グルコース	常に一定である

問4 このような遺伝子の発現調節を初めて提唱した人物として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① ワトソンとクリック
- ② ビードルとテイタム
- ③ ジャコブとモノー
- ④ ハーシーとチェイス
- ⑤ メセルソンとスタール

問5 遺伝子の発現調節に関する記述として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選べ。

- ① 遺伝子の発現調節は、細菌のみに備わっている機能である。
- ② 転写の調節には、転写を抑制する負の調節のみがある。
- ③ 遺伝子の発現調節には、転写後に行われるものもある。
- ④ 1つの遺伝子の発現調節には1つの調節タンパク質のみが関わっている。

3 光合成に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

植物は光エネルギーを用いて無機物のみから有機物を合成することができる。二酸化炭素から有機物を作る反応は炭酸同化と呼ばれ、光エネルギーを用いた炭酸同化を光合成と呼ぶ。光合成では、光エネルギーを利用してATPなどを合成し、これらの物質のもつ化学エネルギーを使い、数々の酵素のはたらきにより二酸化炭素から糖類などの有機物を合成している。

緑色植物の光合成の場は<sub>A</sub>葉緑体である。光合成の反応は、葉緑体の I における光が直接関係する反応段階（<sub>B</sub>第一段階）と、II における光が直接関係しない反応段階（<sub>C</sub>第二段階）の2つに大きく分けられる。

一般的な植物では、気孔を通して取り入れた二酸化炭素を、そのまま炭酸同化に用いている。しかし、<sub>D</sub>サトウキビやトウモロコシなどの植物は、葉肉細胞内で二酸化炭素をC<sub>3</sub>化合物と結合させてC<sub>4</sub>化合物の有機酸にする。この有機酸を維管束鞘細胞に送り、再び二酸化炭素に分解することで炭酸同化に利用している。

問1 文章中の I と II に当てはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

ニ

	I	II
①	グラナ	クリステ
②	クリステ	グラナ
③	ストロマ	チラコイド
④	ストロマ	クリステ
⑤	チラコイド	ストロマ
⑥	チラコイド	グラナ

問2 文章中の下線部Aに関して、葉緑体の中の光エネルギーを吸収する物質として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

ヌ

- |           |         |        |
|-----------|---------|--------|
| ① アントシアニン | ② ベタレイン | ③ クロレラ |
| ④ クロロフィル  | ⑤ ユーグレナ |        |

問3 文章中の下線部Bに関して、この第一段階の反応では酸素が放出されるが、この酸素はどの物質に由来するか。由来する物質と、それを証明する実験を行った人物の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

ネ

	由来する物質	人 物 名
①	水	フィスケとローマン
②	二酸化炭素	フィスケとローマン
③	水	ヒルとルーベン
④	二酸化炭素	ヒルとルーベン
⑤	水	ヴァンニールとケーグル
⑥	二酸化炭素	ヴァンニールとケーグル

問4 文章中の下線部Cに関して、この第二段階の反応ではATPなどを消費してグルコースを合成するが、この反応経路の名称として最も適切なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

ノ

- ① クエン酸回路                      ② ニューロン回路                      ③ カルビン・ベンソン回路  
 ④ 電子伝達系                      ⑤ 解糖系

問5 文章中の下線部Dに関して、このような植物についての説明として最も適切なものを、次の①～④の中から一つ選べ。

ハ

- ① 二酸化炭素を C<sub>3</sub>化合物と結合させることから C<sub>3</sub>植物と呼ばれ、二酸化炭素濃度が低くても反応を進めることができる。  
 ② 二酸化炭素を C<sub>3</sub>化合物と結合させることから C<sub>3</sub>植物と呼ばれ、光が弱くても反応を進めることができる。  
 ③ C<sub>4</sub>化合物の有機酸を作ることから C<sub>4</sub>植物と呼ばれ、二酸化炭素濃度が低くても反応を進めることができる。  
 ④ C<sub>4</sub>化合物の有機酸を作ることから C<sub>4</sub>植物と呼ばれ、光が弱くても反応を進めることができる。

問6 光合成は、植物だけでなく一部の微生物でも行われており、これを光合成細菌と呼ぶ。光合成細菌として最も適切なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

ヒ

- ① 大腸菌                      ② 酵母菌                      ③ 根粒菌  
 ④ シアノバクテリア                      ⑤ アグロバクテリウム                      ⑥ ヘリコバクター

4 骨格筋に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

骨格筋は光学顕微鏡で観察すると、**フ**と呼ばれる特徴的な模様が見られる。骨格筋の**ヘ**と呼ばれる細長い細胞内には、**ホ**が多数存在し、電子顕微鏡で観察すると、**マ**フィラメント（太いフィラメント）と**ミ**フィラメント（細いフィラメント）が規則的に重なり合った構造をしている。

<sup>A</sup>運動神経の興奮が終末まで伝わると、<sup>B</sup>神経伝達物質が放出され、<sup>C</sup>骨格筋の細胞膜が興奮する。その興奮は骨格筋内部の**ム**に伝えられて、**ム**内部の**メ**イオンが骨格筋細胞内に放出される。**メ**イオンは**モ**というタンパク質と結合し、太いフィラメントと細いフィラメントが接触できるようになる。太いフィラメントの上には突起が並んでいて、この部分が**ヤ**活性をもち、**ユ**が分解される。このとき放出されるエネルギーを使って、太いフィラメントと細いフィラメントの間の滑り運動が引き起こされる。その結果、Z膜からとなりのZ膜までの**ヨ**の幅が短くなって、骨格筋全体が収縮する。このように**マ**は、滑り力を発生するタンパク質で、<sup>D</sup>モータータンパク質と呼ばれる。

問1 文章中の**フ**～**ミ**に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑧の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- |        |        |      |      |
|--------|--------|------|------|
| ① アクチン | ② ミオシン | ③ 横紋 | ④ 平滑 |
| ⑤ 筋原繊維 | ⑥ 筋繊維  | ⑦ 核  | ⑧ T管 |

問2 文章中の**ム**～**ヨ**に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑨の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- |           |           |          |
|-----------|-----------|----------|
| ① ミトコンドリア | ② トロポミオシン | ③ ATP    |
| ④ 筋小胞体    | ⑤ サルコメア   | ⑥ トロポニン  |
| ⑦ ナトリウム   | ⑧ カルシウム   | ⑨ ATPアーゼ |

問3 文章中の下線部Aに関して、次のa～eの活動電位に関する記述のうち、正しいものの組み合わせとして最も適当なものを、以下の①～⑥の中から一つ選べ。

ラ

- a 活動電位の発生には閾値<sup>いきち</sup>を超える刺激が必要となる。
- b 活動電位が発生する際に、電位依存性ナトリウムチャンネルが開くと、細胞内から細胞外へナトリウムイオンが流出する。
- c 電位依存性ナトリウムチャンネルは活動電位が静止電位付近に戻るまで開口し続ける。
- d 活動電位の下降には、細胞内から細胞外へのカリウムイオンの流出が関係している。
- e 活動電位の発生に伴って流出入したナトリウムイオンとカリウムイオンの分布は、イオンポンプの働きで、元の状態に戻る。

- ① a, b                      ② a, c                      ③ a, d, e  
④ b, c, d                    ⑤ b, d, e                    ⑥ d, e

問4 文章中の下線部Bに関して、この運動神経終末から放出される神経伝達物質として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

リ

- ① アドレナリン              ② ノルアドレナリン              ③ セロトニン  
④ アセチルコリン            ⑤ ドーパミン

問5 文章中の下線部Cに関して、次のa～fの記述のうち、正しいものの組み合わせとして最も適当なものを、以下の①～⑧の中から一つ選べ。

ル

- a 運動神経の終末から放出された神経伝達物質は、骨格筋の細胞膜に存在する代謝型の受容体で受容される。
- b 運動神経の終末から放出された神経伝達物質は、骨格筋の細胞膜に存在するイオンチャンネル型の受容体で受容される。
- c 神経伝達物質が骨格筋の細胞膜にある受容体に結合すると、ナトリウムイオンなどの透過性が上昇し、シナプス後膜は脱分極する。
- d 神経伝達物質が骨格筋の細胞膜にある受容体に結合すると、骨格筋の細胞内にcAMPが産生し、骨格筋の細胞は脱分極する。
- e 骨格筋の細胞膜に生じた興奮は、T管を介して骨格筋全体に伝播<sup>でんぱ</sup>される。
- f 骨格筋の細胞膜に生じた興奮は、ATPの産生を引き起こす。

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



問6 文章中の下線部Dに関して、骨格筋の収縮と同じモータータンパク質が関与するものとして最も  
適当なものを、次の①～③の中から一つ選べ。

レ

- ① 精子のべん毛運動
- ② 神経細胞の軸索内輸送
- ③ 原形質流動