

問題・解答  
用紙番号

24

の解答用紙に解答しなさい。

## 生 物

〈受験学部・学科〉

理工学部(生命科学科)、看護学部、農学部【理系科目型】

問題は100点満点で作成しています。

I 発酵と呼吸に関する以下の文を読み、問1～5に答えよ。(25点)

生物は有機物を分解し、このときに放出されるエネルギーを用いてADPと[A]からATPを合成し、生命活動を営んでいる。微生物が酸素を用いない反応で有機物を分解しATPを合成する過程を発酵といい、酸素を用いてATPを合成する過程を呼吸という。グルコースは、まず複数の酵素によって段階的に分解され、[B]という中間産物を生じる。この過程でATPが合成されるとともに、 $\text{NAD}^+$ からNADHが生じる。この過程は[C]で行われ、発酵と呼吸で共通である。酸素がある条件では、[B]はミトコンドリアに取り込まれ、呼吸に使われる。ミトコンドリアに入った[B]は、さまざまな酵素の働きで徐々に分解され、<sup>①</sup>二酸化炭素を生じる。

発酵は、反応の最終産物の違いによっていくつかの種類に分けられる。<sup>②</sup>乳酸発酵の場合、[B]はNADHによって直接的に[D]され、乳酸を生じる。乳酸発酵と同じ反応は筋肉などの動物の組織でもみられ、はげしい運動で酸素が不足したときにATPを合成するとともに乳酸を生成する。一方、アルコール発酵では、二酸化炭素と[E]を生じる。

生物が呼吸を行うときに消費する酸素に対する、排出する二酸化炭素の体積比を呼吸商という。炭水化物の他に<sup>③</sup>アミノ酸や脂肪も呼吸に使われ、使われる有機物の種類によって呼吸商は異なる。特に<sup>④</sup>種子が発芽するときには呼吸が盛んになり、呼吸商を容易に測定することができる。

問1 文中の [A] ～ [E] にあてはまるものはどれか。最も適当なものを1～12から選んでマークせよ。

- |           |             |           |         |
|-----------|-------------|-----------|---------|
| 1. 水素     | 2. ピルビン酸    | 3. クエン酸回路 | 4. リン酸  |
| 5. オキサロ酢酸 | 6. アセチル CoA | 7. エタノール  | 8. 電子伝達 |
| 9. 細胞質基質  | 10. 酸化      | 11. 核     | 12. 還元  |

問2 下線部①について、ミトコンドリアにおいて二酸化炭素を放出する反応を触媒する酵素はどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

- |          |          |         |
|----------|----------|---------|
| 1. アミラーゼ | 2. カタラーゼ | 3. ペプシン |
| 4. 脱水素酵素 | 5. 脱炭酸酵素 |         |

問3 下線部②について、乳酸発酵では、グルコース1分子につき最終的に何分子のATPが合成されるか。最も適当なものを①～⑩から選んでマークせよ。

- |      |      |      |      |       |
|------|------|------|------|-------|
| ①. 1 | ②. 2 | ③. 3 | ④. 4 | ⑤. 5  |
| ⑥. 6 | ⑦. 7 | ⑧. 8 | ⑨. 9 | ⑩. 10 |

問4 下線部③について、アミノ酸や脂肪が呼吸で使われる過程の記述として誤っているものはどれか。最も適当なものを1～4から選んでマークせよ。

1. 脂肪酸が分解されてアセチル CoA を生成する反応を  $\beta$  酸化という。
2. 脂肪は、最終的には二酸化炭素と水に分解される。
3. アミノ酸がアミノ基をアンモニアとして遊離し、有機酸となる反応を脱アミノ反応という。
4. 脂肪がグリセリンと脂肪酸に分解された後、グリセリンは直接電子伝達系に入る。

問5 下線部④について、発芽種子を用いて呼吸商を測定するため、図のような実験を行った。  
以下の(1)～(3)の問いに答えよ。

#### 実験

図のような実験装置を用意し、三角フラスコA (KOH 溶液の入った容器を入れたもの)、  
B (水の入った容器を入れたもの) に、トウモロコシの発芽種子をそれぞれ同量ずつ入れた。活  
栓を同時に閉じて、一定時間後に、それぞれのメスピペット内の着色液の動きから、各フラ  
スコ内の気体の減少量を測定した。

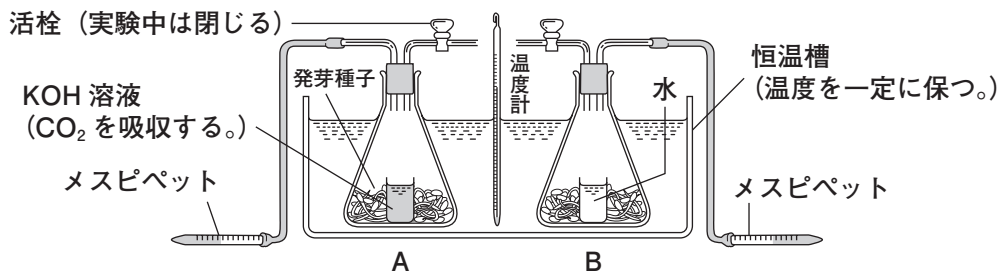


図 種子を用いた呼吸商の測定

トウモロコシの発芽種子を用いて実験した結果、表の数値が得られた。

表 気体の減少量 (mm<sup>3</sup>)

|             |     |
|-------------|-----|
| フラスコAの気体減少量 | 5.0 |
| フラスコBの気体減少量 | 1.5 |

(1) フラスコAとBの気体減少量について、それぞれ何を示すか。最も適当なものをそれぞ  
れ1～8から選んでマークせよ。

1. 消費した酸素量
2. 消費した二酸化炭素量
3. 発生した酸素量
4. 発生した二酸化炭素量
5. 消費した酸素量と消費した二酸化炭素量の差
6. 消費した酸素量と発生した二酸化炭素量の差
7. 発生した酸素量と消費した二酸化炭素量の差
8. 発生した酸素量と発生した二酸化炭素量の差

- (2) トウゴマの呼吸商を求めよ。小数点第二位を四捨五入して、(ア)、(イ)にあてはまる整数を0～9からそれぞれ1つ選び、該当する解答欄にマークせよ。

解は、

|     |     |
|-----|-----|
| (ア) | (イ) |
|-----|-----|

である。

- (3) 同じ実験をコムギの発芽種子で行ったところ、その呼吸商は1.0となった。これと実験の結果より、コムギとトウゴマはそれぞれ何を呼吸基質としていると考えられるか。最も適当な組み合わせを1～9から選びマークせよ。

| 選択肢 | コムギ   | トウゴマ  |
|-----|-------|-------|
| 1   | 炭水化物  | 脂肪    |
| 2   | 炭水化物  | タンパク質 |
| 3   | 炭水化物  | 炭水化物  |
| 4   | 脂肪    | タンパク質 |
| 5   | 脂肪    | 炭水化物  |
| 6   | 脂肪    | 脂肪    |
| 7   | タンパク質 | 炭水化物  |
| 8   | タンパク質 | 脂肪    |
| 9   | タンパク質 | タンパク質 |

Ⅱ 植生に関する以下の文を読み、問1～6に答えよ。(25点)

ある地域に生育する植物の集まりを植生という。植生は、年月とともに移り変わっていく。この植生の変化を遷移という。火山噴火後の溶岩上や海底火山の噴火でできた新しい島など、土壌のない裸地から始まる遷移を [A] 遷移という。これに対して、以前あった植生が森林の伐採や山火事などで破壊された後に、土壌中に種子や地下茎などが残っている場所で始まる遷移を [B] 遷移という。遷移が進み、構成種に大きな変化がみられなくなった状態を [C] という。また、ある地域でみられる植生と、そこに生息するすべての生物の集まりをバイオームという。世界の陸上における植生に基づいたバイオームは、森林、草原、荒原に大別される。世界には、[D] や [E] などの気候要因に対応してさまざまなバイオームが成立している。日本の陸上では、各地で十分に [E] があるため高山などの一部の場所を除けば、植生に基づいたバイオームの分布を決めるおもな気候要因は [D] である。森林の内部には、樹木の枝や葉が層状に分布した構造がみられ、この構造を階層構造という。また、森林の最上部を [F]、森林の地面に近い部分を [G] という。

問1 文中の [A] ～ [G] にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～14から選んでマークせよ。

- |        |        |          |          |          |
|--------|--------|----------|----------|----------|
| 1. 二次  | 2. 極相  | 3. 年平均気温 | 4. 限界    | 5. 三次    |
| 6. 先駆  | 7. 林冠  | 8. 年降水量  | 9. ギャップ  | 10. 年降雪量 |
| 11. 一次 | 12. 林床 | 13. 高原   | 14. 陰生植物 |          |

問2 下線部①について、この遷移の進行に関する記述として正しいものはどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. 草原、荒原、低木林、混交林、陰樹林、陽樹林の順で進行する。
2. 荒原、草原、低木林、混交林、陰樹林、陽樹林の順で進行する。
3. 荒原、草原、低木林、混交林、陽樹林、陰樹林の順で進行する。
4. 荒原、草原、低木林、陽樹林、混交林、陰樹林の順で進行する。
5. 荒原、草原、低木林、陽樹林、陰樹林、混交林の順で進行する。

問3 下線部②について、図はギャップの無い森林の階層構造と森林内の光の強さの関係を示したものである。ギャップの無い森林の階層構造と森林内の光の強さの関係をあらわすグラフとして正しいものはどれか。最も適当なものを1～4から選んでマークせよ。

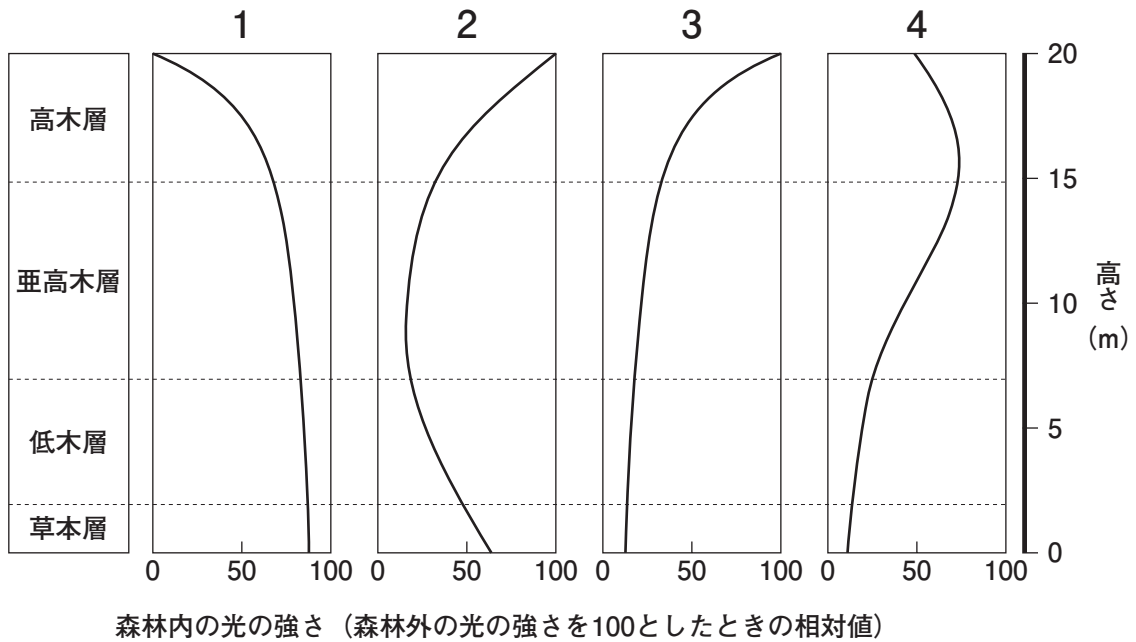


図 森林の階層構造と森林内の光の強さの関係

問4 下線部③について、このバイオームに属するステップにおいて優占する代表的な植物として正しいものはどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. アカシア
2. 地衣類
3. コケ植物
4. サボテン
5. イネのなかま

問5 下線部④について、バイオームの分布に関する記述として正しいものはどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. 夏緑樹林は、温帯の中でも比較的冷温な地域に分布する。
2. 照葉樹林は、亜寒帯の中でも比較的暖かな地域に分布する。
3. 雨緑樹林は、温帯の中でも雨季と乾季が明瞭な地域に分布する。
4. 熱帯多雨林は、亜熱帯多雨林より緯度が高い地域に分布する。
5. 硬葉樹林は、亜熱帯の中でも夏に雨量が多く、冬に乾燥する地域に分布する。

問6 下線部⑤について、日本の高山のバイオームに関する記述として正しいものはa～eのどれか。最も適当な組合せを1～10から選んでマークせよ。

- a. 本州中部地方の高山帯では、コマクサやハイマツがよくみられる。
- b. 標高の低い方から順に、丘陵帯、山地帯、亜高山帯、高山帯にわけられる。
- c. 森林限界より高い標高では、植生はみられない。
- d. 本州中部地方の亜高山帯では、ブナやミズナラがよくみられる。
- e. 高山帯が現れる標高は、高緯度になるほど高くなる。

- |           |           |           |           |            |
|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1. (a, b) | 2. (a, c) | 3. (a, d) | 4. (a, e) | 5. (b, c)  |
| 6. (b, d) | 7. (b, e) | 8. (c, d) | 9. (c, e) | 10. (d, e) |

Ⅲ 遺伝情報の発現とバイオテクノロジーに関する以下の文を読み、問1～6に答えよ。(25点)

すべての生物は遺伝物質としてDNAをもつ。バイオテクノロジーを利用して、特定の生物の遺伝子を大腸菌などに導入して発現させ、その生物の<sup>①</sup>タンパク質をつくらせることができる。このとき、特定の生物のゲノムから目的の遺伝子を含むDNA断片を単離し、増幅する必要がある。この操作を<sup>②</sup>クローニングとよぶ。例えば、大腸菌を用いてクローニングを行う場合、制限酵素を用いて目的遺伝子を切り出したのち、Aとして利用するプラスミドとつなぎ合わせる。そして、目的DNA断片を組み込んだプラスミドを大腸菌に導入して増幅させる。このとき、プラスミドと目的DNA断片の結合にはBとよばれる酵素を用いる。DNA断片は<sup>③</sup>電気泳動法により分離、確認することができる。またプラスミドに組み込んだ様々な遺伝子を大腸菌内で発現させることにより、大腸菌の性質を変化させることができる。オワンクラゲの緑色蛍光タンパク質であるCの遺伝子をもつ大腸菌はその例の一つで、Cを発現させた大腸菌は青色光を当てると緑色に光る。

またクローニングにおいては、大腸菌を介さずに<sup>④</sup>PCR法を用いて目的のDNA断片を増やす方法もある。PCR法では、特定のDNA領域を増幅させるために、短いDNA断片であるプライマーと4種類のD、それに耐熱性のEを酵素として用いて、DNAを合成する。

問1 文中のA～Eにあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～12から選んでマークせよ。

- |            |             |               |
|------------|-------------|---------------|
| 1. オペレーター  | 2. DNA リガーゼ | 3. DNA ポリメラーゼ |
| 4. ヌクレオチド  | 5. RubisCO  | 6. DNA ヘリカーゼ  |
| 7. ベクター    | 8. GFP      | 9. プロモーター     |
| 10. クロロフィル | 11. 染色体     | 12. 糖         |

問2 下線部①について、タンパク質に関する記述として正しいものはa～eのどれか。最も適当な組み合わせを1～10から選んでマークせよ。

- a. タンパク質を構成するアミノ酸は、側鎖の違いによって20種類に分けられる。
- b. タンパク質を合成する反応は転写とよばれる。
- c.  $\alpha$ ヘリックス構造や $\beta$ シート構造等の三次構造がみられる。
- d. 抗体の主成分はタンパク質である。
- e. RNAポリメラーゼがタンパク質の合成を触媒する。

- |           |           |           |           |            |
|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1. (a, b) | 2. (a, c) | 3. (a, d) | 4. (a, e) | 5. (b, c)  |
| 6. (b, d) | 7. (b, e) | 8. (c, d) | 9. (c, e) | 10. (d, e) |

問3 下線部①について、図1は小さな人工タンパク質の全体の配列情報をもつ mRNA の塩基配列である。細胞内で、この mRNA からタンパク質が合成されるとき、そのアミノ酸配列の3番目は、どのアミノ酸になると予想されるか。表1の遺伝暗号表を参照し、最も適切なものを1～6から選んでマークせよ。なお、タンパク質末端のアミノ酸の切り離しやタンパク質の分解は生じないものとする。

5' —UUUGCACAUGGGGUACGAUCCCGAAACUGGAACCUGGGGCUGAUUUGUACAAUC—3'

A：アデニン      G：グアニン      C：シトシン      U：ウラシル

図1 mRNAの塩基配列

表1 遺伝暗号表

|        |   | 2番目の塩基                                             |                                        |                                                 |                                                     |                  |        |
|--------|---|----------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------|--------|
|        |   | U                                                  | C                                      | A                                               | G                                                   |                  |        |
| 1番目の塩基 | U | UUU } フェニルアラニン<br>UUC }<br>UUA } ロイシン<br>UUG }     | UCU }<br>UCC } セリン<br>UCA }<br>UCG }   | UAU } チロシン<br>UAC }<br>UAA } (終止)<br>UAG }      | UGU } システイン<br>UGC }<br>UGA } (終止)<br>UGG } トリプトファン | U<br>C<br>A<br>G | 3番目の塩基 |
|        | C | CUU }<br>CUC } ロイシン<br>CUA }<br>CUG }              | CCU }<br>CCC } プロリン<br>CCA }<br>CCG }  | CAU } ヒスチジン<br>CAC }<br>CAA } グルタミン<br>CAG }    | CGU }<br>CGC } アルギニン<br>CGA }<br>CGG }              | U<br>C<br>A<br>G |        |
|        | A | AUU }<br>AUC } イソロイシン<br>AUA }<br>AUG } メチオニン (開始) | ACU }<br>ACC }<br>ACA }<br>ACG } トレオニン | AAU } アスパラギン<br>AAC }<br>AAA } リシン<br>AAG }     | AGU } セリン<br>AGC }<br>AGA } アルギニン<br>AGG }          | U<br>C<br>A<br>G |        |
|        | G | GUU }<br>GUC } バリン<br>GUA }<br>GUG }               | GCU }<br>GCC }<br>GCA }<br>GCG } アラニン  | GAU } アスパラギン酸<br>GAC }<br>GAA } グルタミン酸<br>GAG } | GGU }<br>GGC } グリシン<br>GGA }<br>GGG }               | U<br>C<br>A<br>G |        |

1. システイン
2. ヒスチジン
3. グリシン
4. セリン
5. チロシン
6. バリン

問4 下線部②について、クローニングに関する記述として誤っているものはどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. 制限酵素は、特定の塩基配列を認識してDNAを切断する。
2. 制限酵素には、様々な種類があり、種類によって切断する塩基配列が異なる。
3. プラスミドは、一般的に環状構造をしている。
4. プラスミドは、ウイルスから人工的に作製されたDNAである。
5. 医療用のインスリンの多くは、ヒトのインスリン遺伝子を大腸菌などに導入してつくられている。

問5 下線部③について、アガロース（寒天の主成分）でできたゲルを用いたDNAの電気泳動実験に関する記述として正しいものはa～dのどれか。最も適当な組み合わせを1～6から選んでマークせよ。

- a. 長さが既知のDNAを並行して同時に泳動することで、目的のDNA断片の長さを推定できる。
- b. DNA断片は電極のマイナス極に向かって移動する。
- c. アガロースゲルは細かな網目の構造をもつ。
- d. 長さが長いDNA断片ほど、移動速度が速い。

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| 1. (a, b) | 2. (a, c) | 3. (a, d) |
| 4. (b, c) | 5. (b, d) | 6. (c, d) |

問6 下線部④について、図2の二本鎖DNAを鋳型とし、四角で囲った領域に対応するプライマーを合成して、PCR法によるこの二本鎖DNAの増幅を行う場合、必要なプライマーはa～fのどれか。最も適当な組み合わせを1～8から選んでマークせよ。



図2 二本鎖DNAの塩基配列

- a. 5' -TGACATT-3'
- b. 5' -CATTTGC-3'
- c. 5' -ACTGTAA-3'
- d. 5' -GTAAACG-3'
- e. 5' -CGTTTAC-3'
- f. 5' -GCAAATG-3'

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

**Ⅳ** 生物の環境応答に関する以下の[1]～[2]の文を読み、問1～6に答えよ。(25点)

[1] 一般に、動物は外界からの刺激を、眼、鼻、耳などの受容器により受け取り、その刺激に応じた反応や①生得的な行動を示す。刺激の方向に近づくように移動することを[A]の走性、刺激とは逆の方向に移動する行動を[B]の走性とよぶ。たとえば、メスのカイコガが分泌する「におい物質」は、オスとの出会いに不可欠な刺激としてはたらく。メスの腹部末端から放出した「におい物質」は気流にのって漂い、これをオスが楯状の[C]で感知する。オスは感知した「におい物質」をたどり、②メスを探し当て交尾に至る。このカイコガの示す生得的行動は[A]の化学走性の一例として知られており、このような「におい物質」の総称を[D]とよぶ。

問1 文中の[A]～[D]にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～12から選んでマークせよ。

- |         |         |          |       |
|---------|---------|----------|-------|
| 1. ホルモン | 2. シナプス | 3. 触覚    | 4. 脚部 |
| 5. 正    | 6. 負    | 7. フェロモン | 8. 視覚 |
| 9. 嗅覚   | 10. 効果器 | 11. 触角   | 12. 翅 |

問2 下線部①について、生得的行動の記述として誤っているものはどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. 特定の刺激に常に同じ行動を示す場合、この刺激をかぎ刺激という。
2. 経験や学習によって生じる行動を、生得的行動とよぶ。
3. 動物がある刺激に対して、自分のからだを特定の方向に向けることを定位とよぶ。
4. ガヤカメムシが光源に集まるのは、光に対する走性を示すためである。
5. ミツバチは円形ダンスにより、えさ場が近くにあることを仲間のミツバチに伝えている。

問3 下線部②について、カイコガのオスがメスに近づけると考えられる条件はa～dのどれか。

最も適当な組み合わせを1～6から選んでマークせよ。

- a. 透明なガラスのコップをかぶせて、メスを閉じ込めた。
- b. 不透明なガラスのコップをかぶせて、メスを閉じ込めた。
- c. メスに伏せたザルをかぶせた。
- d. メスの前脚の先端を切除した。

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| 1. (a, b) | 2. (a, c) | 3. (a, d) |
| 4. (b, c) | 5. (b, d) | 6. (c, d) |

[2] ③ 電気的な信号を発生し、それを情報として高速に伝え処理できる特殊化した細胞は、 [E] とよばれる。[E] は多数の [F] が突き出した細胞体と、そこから伸びる一本の軸索から構成されている。[F] は複雑に枝分かれしており、他の細胞からの信号を受け取る役割をもち、軸索は長く伸びて離れたところに信号を伝える機能をもつ。[E] に一定以上の刺激を与えると活動電位が発生する。活動電位が発生する最小限度の刺激の強さを [G] という。脊椎動物の [E] がもつ軸索の多くは、[H] でできた神経鞘で包まれている。[E] 同士は ④ シナプス とよばれる構造を介してつながっており、化学物質を介した信号のやり取りを行っている。

問4 文中の [E] ～ [H] にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～10から選んでマークせよ。

- |           |           |          |        |
|-----------|-----------|----------|--------|
| 1. 不応期    | 2. ランビエ絞輪 | 3. ニューロン | 4. T細胞 |
| 5. シュワン細胞 | 6. 樹状突起   | 7. 樹状細胞  | 8. 糸球体 |
| 9. 閾値     | 10. 血管    |          |        |

問5 下線部③について、この細胞に関する正しい記述はどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

- 1. 核は軸索に存在する。
- 2. ミトコンドリアが存在しない。
- 3. 静止状態では、細胞膜の内外で電位差がない。
- 4. 同じ太さの有髄神経繊維と無髄神経繊維では、有髄神経繊維の方が興奮の伝導速度が大きい。
- 5. 活動電位が発生するとき、一般的に細胞外に対して細胞内の電位が一時的に負（－）となり、やがて正（＋）に戻る。

問6 下線部④について、シナプスに関する記述として誤っているものはどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. シナプスでは接続する細胞同士が融合し、細胞間には隙間がない。
2. シナプス後細胞の活動電位の発生を抑制するようにはたらくシナプスが存在する。
3. シナプスを介した興奮の伝達には、神経伝達物質と結合するイオンチャネルが関係する。
4. シナプスを介した興奮の伝達を担う化学物質の例としてアセチルコリンが知られている。
5. 運動神経の興奮は、シナプスを介して筋肉などの効果器に伝わる。