

# 生 物

1 ヒトの刺激の受容に関する次の文を読み、下の問1～6に答えなさい。

〔解答番号  ～  〕

ヒトなどの脊椎動物は、外界の情報をまず受容器で受け取り、その情報は感覚神経の興奮となって大脳に伝えられる。受容器を興奮させることができる刺激を  という。眼の  は電磁波の一種である光で、耳の  の一つは空気の振動である音である。

大きさ  $R$  の刺激が受容器に与えられているとき、その刺激の大きさが変化したことを感じるのに必要な最小変化量を  $\Delta R$  とすると、これらの比 ( $\Delta R/R$ ) は一定値  $K$  をとる。 $K$  の値は、感覚の種類によって異なり、 $K$  が  値をとれば、その感覚は敏感といえる。次の表1は、感覚A、感覚B、感覚Cについて、 $R$  および  $\Delta R$  の値の例を示している。この場合、感覚A、感覚B、感覚Cのうち、最も敏感な感覚は  であると考えられる。

表1

	感覚A	感覚B	感覚C
$R$	20	40	60
$\Delta R$	0.3	0.5	0.7

感覚神経などの末梢神経は、軸索に直接刺激を与えることで興奮を引き起こすことができる。1本のニューロン（神経細胞）に与えた a 刺激が小さいうちは全く興奮が生じないが、一定以上の刺激を与えると一定の大きさの興奮を生じ、 b 刺激を大きくしても興奮の大きさは変わらない。

問1 文中の **ア** ~ **ウ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 **1**

- |   | ア    | イ   | ウ    |
|---|------|-----|------|
| ① | かぎ刺激 | 大きい | 感覚 C |
| ② | かぎ刺激 | 大きい | 感覚 B |
| ③ | かぎ刺激 | 小さい | 感覚 A |
| ④ | かぎ刺激 | 小さい | 感覚 C |
| ⑤ | 適刺激  | 大きい | 感覚 B |
| ⑥ | 適刺激  | 大きい | 感覚 A |
| ⑦ | 適刺激  | 小さい | 感覚 C |
| ⑧ | 適刺激  | 小さい | 感覚 B |

問2 下線部 a のような法則に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 **2**

- ① ウェーバーの法則といい、筋細胞にはあてはまらない。
- ② ウェーバーの法則といい、筋細胞にもあてはまる。
- ③ ウェーバーの法則といい、興奮を生じる最小の刺激を閾値という。
- ④ 全か無かの法則といい、筋細胞にはあてはまらない。
- ⑤ 全か無かの法則といい、筋細胞にもあてはまる。
- ⑥ 全か無かの法則といい、興奮を生じる最大の刺激を閾値という。

問3 下線部bに関して、1本のニューロンのときとは異なり、ニューロンの束は刺激の強さの違いを伝えることができる。はじめにニューロンの束にある大きさの刺激Sを加えたところ、一部のニューロンが興奮した。そこから連続的に刺激の大きさを大きくしていくと、次の(あ)~(う)はどのように変化するか。その組合せとして最も適当なものを、下の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 3

(あ) 刺激Sを加えたときに興奮した1本のニューロンにおける活動電位の大きさ

(い) 刺激Sを加えたときに興奮した1本のニューロンにおける活動電位の発生頻度

(う) 活動電位を発生するニューロンの数

(あ)	(い)	(う)
① 変化しない	増加する	増加する
② 変化しない	増加する	変化しない
③ 変化しない	変化しない	増加する
④ 大きくなる	増加する	変化しない
⑤ 大きくなる	変化しない	増加する
⑥ 大きくなる	変化しない	変化しない

問4 眼の網膜上にある盲斑には視細胞が存在せず、光があたっても受容することができない。盲斑の大きさを調べるために、次のような実験を行った。

まず、次の図1のように、+印とそこから右に伸びた線を描いた紙を用意し、壁に貼った。次に、右眼が+印の正面にくるように立ち、左眼を閉じた状態で+印を右眼で見つめた。指示棒を用いて、その先端を線上に沿って左から右にゆっくりと動かしたところ、+印から15 cm離れたところで指示棒の先端が見えなくなった。さらに、+印から20 cm離れたところで、再び指示棒の先端が見えるようになった。なお、図中の大きな灰色の丸印●は指示棒の先端が見えなくなった範囲を示している。

紙と右眼の距離を60 cm、水晶体と網膜の距離を2.4 cmとし、網膜は平面であり、盲斑は円形であると考えたとき、盲斑の面積として最も適当なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、円周率は3.14とする。

mm<sup>2</sup>

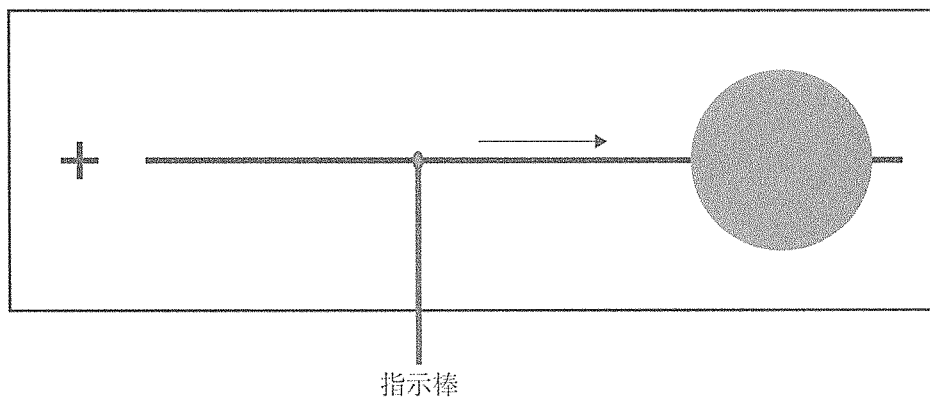


図1

① 1

② 3

③ 7

④ 10

⑤ 12

⑥ 20

問5 次の図2は、前庭動眼反射といわれる眼の反応の神経回路を模式的に表したものである。図中の神経核とは、中枢神経系のネットワーク上で、神経系の分岐点や中継点となっている神経細胞群のことである。また、外直筋は眼球を外側（耳側）に回転させる筋であり、内直筋は眼球を内側（鼻側）に回転させる筋である。前庭動顔反射には、興奮性ニューロンと抑制性ニューロンが関与しており、興奮性ニューロンは接続するニューロンに興奮を伝達し、抑制性ニューロンは接続するニューロンの興奮を抑制する。

いま、頭を左方向（図の矢印の方向）に回転させると、眼球は、頭を向けた向きの反対となる右方向に運動した。次ページの(1)・(2)の問いに答えなさい。

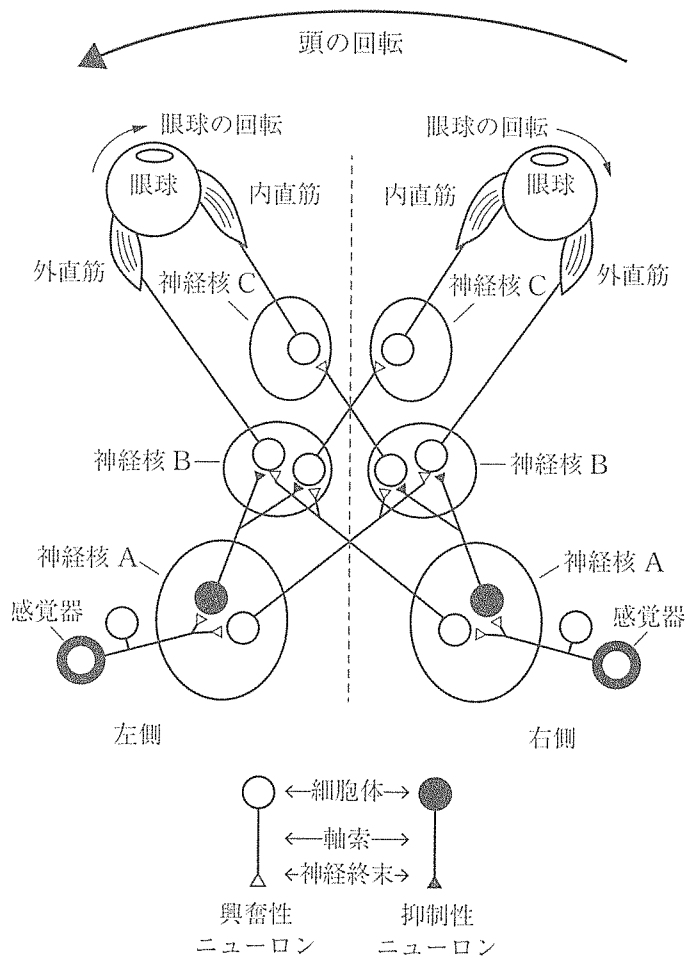


図2

(1) 左側の神経核 A では、右側の神経核 B へ興奮性ニューロンが接続し、左側の神経核 B へ抑制性ニューロンが接続している。次の(a)～(e)の記述のうち、このことに関する正しい説明の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 

5
---

- (a) 同じ側の神経核 B と神経核 C の活動がともに促進または抑制されることで、眼球の活動が円滑に行われる。
- (b) 同じ側の神経核 B と神経核 C の活動が一方は促進され他方は抑制されることで、眼球の活動が円滑に行われる。
- (c) 左右の神経核 B の活動がともに促進または抑制されることで、左右の眼で同じ方向に眼球が回転する。
- (d) 左右の神経核 B の活動がともに促進または抑制されることで、左右の眼における眼球の回転が抑制される。
- (e) 左右の神経核 B の活動が一方は促進され他方は抑制されることで、左右の眼で同じ方向に眼球が回転する。

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

(2) 一方の感覚器の活動が消失したときの、眼球の回転に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 

6
---

- ① 左右の眼球は同じ方向に回転する。
- ② 左右の眼球は反対の方向に回転する。
- ③ 左右の眼球の回転は速やかに停止する。
- ④ 左右の眼球はランダムに動きはじめる。
- ⑤ 感覚器が活動している側の眼球だけが動く。
- ⑥ 感覚器が活動していない側の眼球だけが動く。

問6 左右の耳に到達した音は聴覚器によって受容され、聴神経を介して蝸牛神経核と呼ばれる領域の神経細胞を興奮させる。左右の蝸牛神経核の神経細胞から伸びる軸索は、延髄の内側上オリーブ核と呼ばれる領域に多数の枝分かれを形成し、複数の神経細胞とシナプスを形成している。内側上オリーブ核の神経細胞は左右の蝸牛神経核の興奮が同時にシナプスに到達すれば興奮し、どちらか一方の興奮が単独でシナプスに到達しただけでは興奮しない。このしくみにより私たちは目を閉じていても、音の方向をある程度推定することができる。

次の図3に、このしくみの模式図を示す。なお、ここでは左右の耳は全方向からの音を受容できるものとし、蝸牛神経に至るまでの構造ならびに左右の蝸牛神経核の伝達速度は全く同じとする。細胞A～Eは内側上オリーブ核の神経細胞である。内側上オリーブ核の神経細胞Aは左耳側真横からの音に対して興奮し、神経細胞Eは右耳側真横からの音に対して興奮する。また、細胞A～Eは等間隔に並んでいる。なお、図を簡単にするため、神経細胞A～Eの軸索は省略してある。次ページの(1)～(3)の問いに答えなさい。

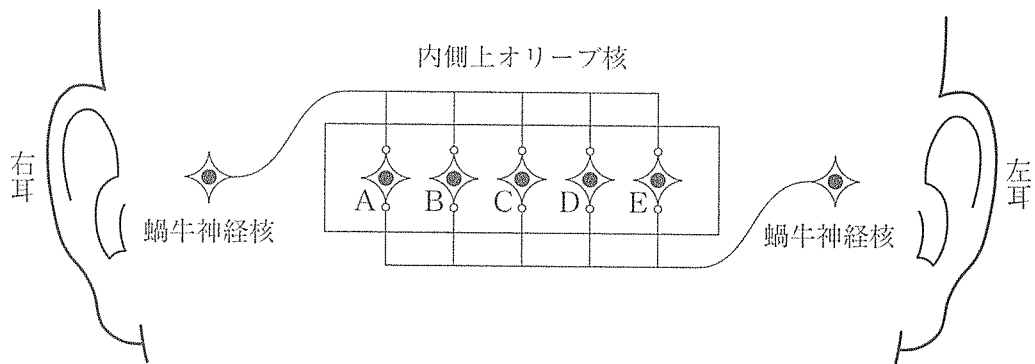


図3

- (1) 正面にある音源から出た音に対して興奮する神経細胞として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

7

- ① A                      ② B                      ③ C                      ④ D                      ⑤ E

- (2) 右耳側にある音源から出た音に対して興奮する可能性のある神経細胞の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

8

- ① A, B                      ② A, C                      ③ A, D                      ④ A, E  
⑤ B, C                      ⑥ B, D                      ⑦ C, E                      ⑧ D, E

- (3) 左右の耳は 21 cm 離れており, 音速は 350 m/ 秒であるとする。神経細胞 A と E の距離を 6 mm とすると, 左右の蝸牛神経核の細胞から伸びる軸索の伝導速度として最も適切なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし, 真横からの音が左右の耳に到達するまでの距離の差は, 左右の耳が離れている距離に等しいものとする。9 m/ 秒

- ① 2                      ② 4                      ③ 6                      ④ 8                      ⑤ 10                      ⑥ 12



2 酵素と代謝に関する次の文 (A・B) を読み、下の問1～7に答えなさい。

〔解答番号  ～  〕

A 生体内で起こる物質の化学変化を代謝という。代謝のうち、複雑な物質を簡単な物質に分解する反応を異化といい、簡単な物質から複雑な物質を合成する反応を同化という。 は異化の一種であり、 は同化の一種である。また、一般に、異化はエネルギーを するが、同化はエネルギーを する。

生物が常温常圧で代謝を行うことができるのは、さまざまな酵素が化学反応を触媒しているからである。酵素の本体は複雑な立体構造をもつタンパク質であるため、  
a 酵素は無機触媒とは異なる性質をもっている。

問1 文中の ～  にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

	ア	イ	ウ	エ
①	光合成	呼吸	吸収	放出
②	光合成	呼吸	放出	吸収
③	光合成	発酵	吸収	放出
④	光合成	発酵	放出	吸収
⑤	発酵	呼吸	吸収	放出
⑥	発酵	呼吸	放出	吸収
⑦	発酵	光合成	吸収	放出
⑧	発酵	光合成	放出	吸収

問2 代謝に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ  
選びなさい。

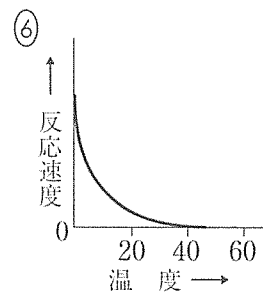
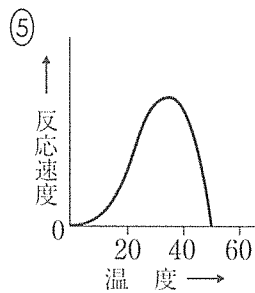
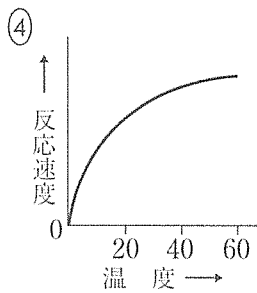
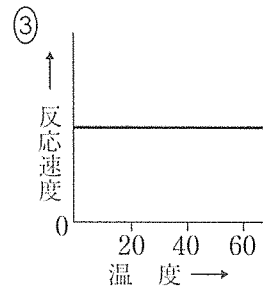
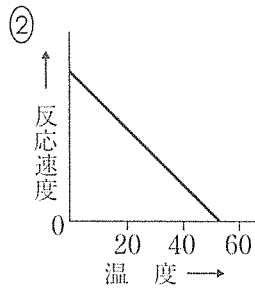
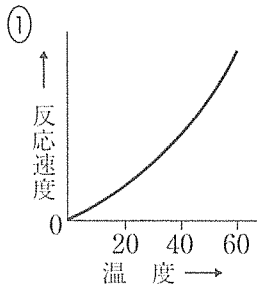
- ① 乳酸菌は乳酸発酵，酵母はアルコール発酵のみを行う微生物である。
- ② 解糖系では酸素がないと反応が進行しない。
- ③ 光合成を行う原核生物はすべて酸素非発生型の光合成を行う。
- ④ 原核生物には光エネルギーを利用せずに炭酸同化を行うものが存在する。
- ⑤ 原核生物は窒素同化を行うことができない。
- ⑥ 無機物だけで生育できる生物を従属栄養生物という。

問3 さまざまな酵素とその反応に関する記述として最も適当なものはどれか。次の  
①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① ペプシンやリパーゼはタンパク質分解酵素である。
- ② 乳酸発酵ではアセトアルデヒドから乳酸が生じる。
- ③ 電子伝達系では還元力の強い物質から弱い物質に次々と電子が伝達される。
- ④ ナトリウムポンプやミオシン頭部は、酵素としてATPをADPと水に分解する。
- ⑤ アミラーゼは、ヒトの消化管では膵のみから分泌される。
- ⑥ 呼吸ではたらく脱水素酵素は補酵素としてNADP<sup>+</sup>やFADを必要とする。

問4 下線部 a に関して、カタラーゼと酸化マンガン(IV)を用いた反応における温度と反応速度の関係を示すグラフとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つずつ選びなさい。ただし、反応に要する基質は十分に存在するものとする。

カタラーゼ       酸化マンガン(IV)



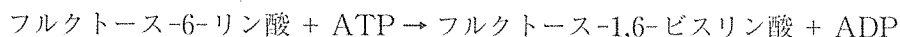
B 呼吸における解糖系全体の反応速度は、グルコースからグルコース-6-リン酸を生じる過程に大きく影響されており、これを触媒する酵素としてヘキソキナーゼとグルコキナーゼが知られている。一定量のヘキソキナーゼあるいはグルコキナーゼを用いてグルコースからグルコース-6-リン酸の産生量を比較すると1分間あたりのグルコース-6-リン酸産生量は添加するグルコース濃度に応じて次の表1のように変化する。

表1

グルコース濃度 (mmol/L)	5	10	15	20	25	30	35	40
ヘキソキナーゼ	3.7	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
グルコキナーゼ	4.0	5.2	6.3	7.0	7.5	7.9	8.2	8.4

※表内の数値は1分間あたりのグルコース-6-リン酸産生量（相対値）

次にフルクトース-6-リン酸は酵素であるホスホフルクトキナーゼによってフルクトース-1,6-ビスリン酸になり、その反応式は以下の通りである。



ホスホフルクトキナーゼについて、ある濃度 ( $C_1$ ) とそれよりも高い濃度 ( $C_2$ ) の ATP 存在下でのフルクトース-6-リン酸 (F-6-P) の濃度と反応速度の関係を調べたところ、次ページの図1のような結果になった。次に、基質である F-6-P の濃度を一定にして ATP の濃度を変化させ、反応速度を調べたところ、次ページの図2のような結果になった。なお、図1の  $C_1$  と  $C_2$  は図2の  $C_1$  と  $C_2$  とそれぞれ同一である。

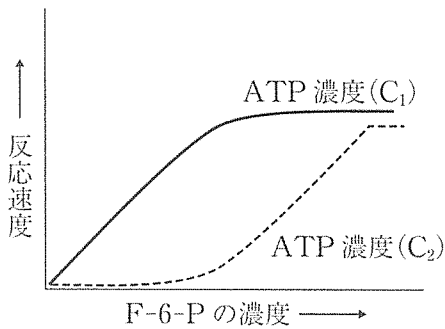


図 1

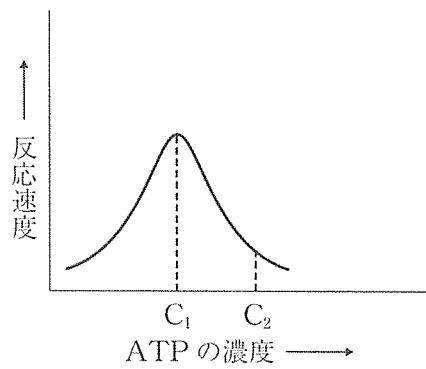


図 2

問 5 ヒトの場合，組織ごとにヘキソキナーゼとグルコキナーゼの発現量は異なっており，赤血球ではヘキソキナーゼが，すい臓β細胞ではグルコキナーゼが多く発現している。赤血球とすい臓β細胞内の両酵素の総量は同じであるとして，赤血球内にはヘキソキナーゼとグルコキナーゼが4：1で存在し，すい臓β細胞内にはヘキソキナーゼとグルコキナーゼが1：4で存在するものとする。

ある条件下で，すい臓β細胞のグルコース-6-リン酸の産生速度が，赤血球のグルコース-6-リン酸の産生速度の2倍であり，赤血球内のグルコース濃度が5 mmol/Lであった。このときのすい臓β細胞内のグルコース濃度はいくらか。表1の数値を参考にして，最も適当なものを次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

mmol/L

- ① 15      ② 20      ③ 25      ④ 30      ⑤ 35      ⑥ 40

問6 化合物 X, Y はそれぞれグルコキナーゼの阻害剤である。化合物 X はグルコースと類似した構造を有しており, グルコキナーゼとグルコースの結合を抑制する。一方, 化合物 Y はグルコキナーゼとグルコースの結合には全く影響を与えずにグルコース-6-リン酸産生量を抑制する。文 B の本文と同じ条件下で化合物 X あるいは Y を添加した状態での 1 分間あたりのグルコース-6-リン酸産生量(相対値)として最も適当なものはどれか。次の①~⑤のうちから一つ選びなさい。

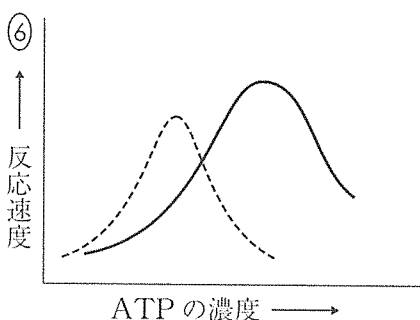
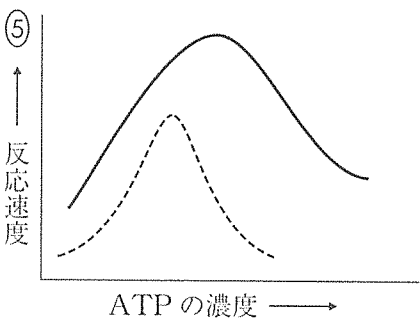
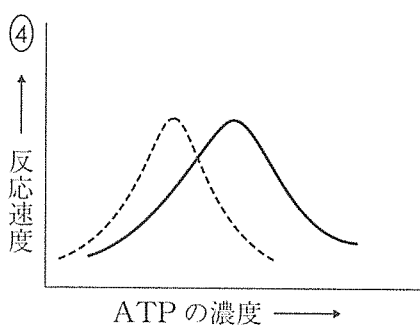
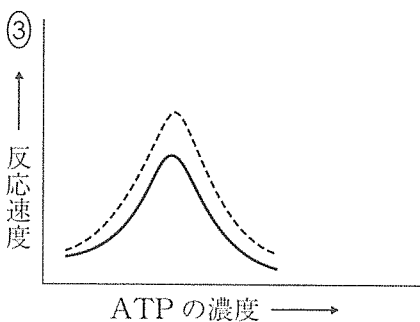
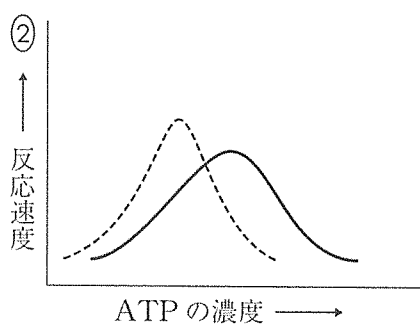
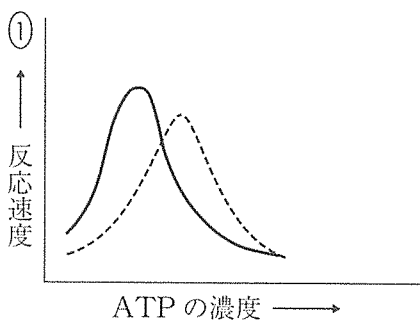
なお, 阻害剤を加えない場合, グルコース濃度 60 mmol/L では, グルコキナーゼはほぼすべて酵素基質複合体を形成するものとする。また,  と  には同一の選択肢は入らないものとする。

化合物 X  化合物 Y

グルコース濃度 (mmol/L)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80
阻害剤なし	4.0	5.2	6.3	7.0	7.5	7.9	8.4	9.1	9.9	9.9	9.9
①	6.7	7.0	8.1	8.3	8.5	9.0	9.3	9.6	9.9	9.9	9.9
②	2.8	4.0	5.1	5.8	6.3	7.0	8.0	8.8	9.6	9.6	9.6
③	2.5	4.0	4.8	5.2	5.7	6.0	6.7	7.3	7.9	7.9	7.9
④	4.0	7.0	8.7	9.9	10.7	11.3	12.0	12.9	13.9	13.9	13.9
⑤	3.2	5.0	7.0	8.1	9.0	9.9	11.1	12.0	12.6	12.6	12.6

問7 血中のグルコース濃度が上昇すると、F-6-P からフルクトース-2,6-ビスリン酸 (F-2,6-BP) という別の化合物が合成される。F-2,6-BP がホスホフルクトキナーゼに結合すると、F-6-P への結合親和性を高めると同時に、ATP 濃度の上昇に伴う反応速度の低下を抑えることが知られている。F-2,6-BP を添加して、図2と同じ実験を行ったとき、ATP の濃度に対する反応速度の変化を表したグラフとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、実線 ————— は F-2,6-BP が添加されている場合の変化を、破線 - - - - - は図2と同じ条件における変化を示している。

9



3 形質発現に関する次の文を読み、下の問1～4に答えなさい。

〔解答番号  ～  〕

生物の形質は、遺伝子の本体である DNA によって支配されている。DNA から mRNA が合成され（転写）、さらに、mRNA の情報に基づいてリボソーム上でタンパク質（ポリペプチド）が合成される（翻訳）。このような遺伝情報の流れを  という。

1945年、アメリカのビードルとテータムは、アカパンカビの胞子に X 線を照射して得た栄養要求性突然変異株（最少培地<sup>\*</sup>で生育できない突然変異株）を用いた実験の結果から、一つの遺伝子が一つの酵素の合成を支配するという説（一遺伝子一酵素説）を提唱し、遺伝子がタンパク質（ポリペプチド）の合成を支配することによって形質発現を支配しているという事実を解明する第一歩となった。

形質発現の調節は、転写の段階での調節が中心である。DNA に結合して転写の調節を担うタンパク質を  といい、 の遺伝子を  という。また、転写を行う酵素である RNA ポリメラーゼが結合する DNA 領域を  といい、 が結合する DNA 領域を原核生物では  という。これらは原核生物ではごく近傍にあり、一般的に、 領域は  領域の  にある。一方、真核生物では、 が結合する DNA 領域は  領域からやや離れている。

また、原核生物では、一つの  によって複数の遺伝子がまとめて発現されることがあり、このような遺伝子群をその  と合わせて  という。

※生物の生育に必要な最小限の栄養を含む培地で、アカパンカビでは糖、無機塩類、ビオチン（ビタミンの一種）を含む。



問1 文中の **ア** ~ **ウ** , **キ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 **1**

	ア	イ	ウ	キ
①	スプライシング	接着タンパク質	調節遺伝子	オペロン
②	セントラルドグマ	接着タンパク質	調節遺伝子	イントロン
③	スプライシング	接着タンパク質	構造遺伝子	オペロン
④	セントラルドグマ	接着タンパク質	構造遺伝子	イントロン
⑤	スプライシング	調節タンパク質	構造遺伝子	イントロン
⑥	セントラルドグマ	調節タンパク質	構造遺伝子	オペロン
⑦	スプライシング	調節タンパク質	調節遺伝子	イントロン
⑧	セントラルドグマ	調節タンパク質	調節遺伝子	オペロン

問2 文中の **エ** ~ **カ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。ただし、DNAの5'末端側を上流と呼び、DNAの3'末端側を下流と呼ぶこととする。 **2**

	エ	オ	カ
①	オペレーター	リプレッサー	上流
②	オペレーター	リプレッサー	下流
③	オペレーター	プロモーター	上流
④	オペレーター	プロモーター	下流
⑤	プロモーター	オペレーター	上流
⑥	プロモーター	オペレーター	下流
⑦	プロモーター	リプレッサー	上流
⑧	プロモーター	リプレッサー	下流

問3 アカパンカビの栄養要求性突然変異株1~4について、アミノ酸A、B、C、Dのいずれかを加えた場合およびアミノ酸を加えなかった場合の最少培地での生育を調べたところ、次の表1のようになった。なお、アミノ酸Dはアカパンカビの生育に必須で、最少培地中の前駆物質からアミノ酸A~Cを経て合成されるものとする。この結果に関して、下の(1)~(4)の問いに答えなさい。

表1

	最少培地に加えたアミノ酸				
	A	B	C	D	なし
変異株1	-	+	-	+	-
変異株2	+	+	-	+	-
変異株3	+	+	+	+	-
変異株4	-	-	-	+	-

※+は生育したことを、-は生育しなかったことを示す。

(1) 表1から考えて、アミノ酸Dが最少培地に含まれる前駆物質からアミノ酸A~Cを経て合成される経路として最も適当なものはどれか。次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 3

- ① アミノ酸A → アミノ酸B → アミノ酸C → アミノ酸D
- ② アミノ酸A → アミノ酸C → アミノ酸B → アミノ酸D
- ③ アミノ酸B → アミノ酸A → アミノ酸C → アミノ酸D
- ④ アミノ酸B → アミノ酸C → アミノ酸A → アミノ酸D
- ⑤ アミノ酸C → アミノ酸A → アミノ酸B → アミノ酸D
- ⑥ アミノ酸C → アミノ酸B → アミノ酸A → アミノ酸D

- (2) 変異株 1~4 がアミノ酸 A~D のいずれか一つのアミノ酸を合成する酵素を欠損しているとする。変異株 1~4 が欠損している酵素の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 4

	変異株 1	変異株 2	変異株 3	変異株 4
①	アミノ酸 A	アミノ酸 B	アミノ酸 C	アミノ酸 D
②	アミノ酸 A	アミノ酸 B	アミノ酸 D	アミノ酸 C
③	アミノ酸 B	アミノ酸 A	アミノ酸 C	アミノ酸 D
④	アミノ酸 B	アミノ酸 A	アミノ酸 D	アミノ酸 C
⑤	アミノ酸 C	アミノ酸 D	アミノ酸 A	アミノ酸 B
⑥	アミノ酸 C	アミノ酸 D	アミノ酸 B	アミノ酸 A
⑦	アミノ酸 D	アミノ酸 C	アミノ酸 A	アミノ酸 B
⑧	アミノ酸 D	アミノ酸 C	アミノ酸 B	アミノ酸 A

- (3) 変異株 1 と変異株 2 の菌糸 (核相  $n$ ) を接合させると、減数分裂後に孢子 (核相  $n$ ) を生じる。この孢子は核相  $n$  のまま成長し、新たな菌糸となる。このとき生じる孢子のうち、最少培地で生育できるものと最少培地で生育できないものの数の比として、最も適当なものはどれか。次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。なお、変異株 1 と変異株 2 で欠損している酵素の遺伝子は互いに独立であるものとする。 5

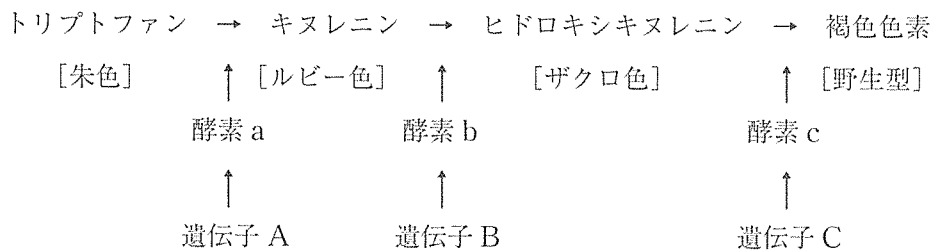
- ① 生育できる孢子 : 生育できない孢子 = 0 : 1
- ② 生育できる孢子 : 生育できない孢子 = 1 : 0
- ③ 生育できる孢子 : 生育できない孢子 = 1 : 1
- ④ 生育できる孢子 : 生育できない孢子 = 1 : 3
- ⑤ 生育できる孢子 : 生育できない孢子 = 3 : 1
- ⑥ 生育できる孢子 : 生育できない孢子 = 9 : 7

- (4) 変異株 1 と変異株 4 の菌糸を接合させると、減数分裂後に胞子を生じる。このとき生じる胞子のうち、最少培地で生育できるものと最少培地で生育できないものの数の比として、最も適当なものはどれか。(3)の①～⑥のうちから一つ選びなさい。なお、変異株 1 と変異株 4 で欠損している酵素の遺伝子は連鎖しており、組換えは起こらないものとする。

6

問4 野生型のキイロショウジョウバエの眼は赤色色素と褐色色素を含むため、赤褐色である。このうち、褐色色素は以下の経路で合成される。また、中間物質が蓄積するとそれぞれ [ ] 内に示した眼色になる。これに関して、下の(1)~(3)の問いに答えなさい。

遺伝子 A, 遺伝子 B, 遺伝子 C の優性遺伝子をそれぞれ  $A, B, C$  で表し, 劣性遺伝子を  $a, b, c$  で表したとき, 遺伝子型は, 朱色眼:  $aaBBCC$ , ルビー色眼:  $AAbbCC$ , ザクロ色眼:  $AABBcc$ , 野生型:  $AABBCC$  と表せる。なお, これらの遺伝子は互いに独立であるものとし, 以下のどの変異体も一对の対立遺伝子のみの機能が失われているものとする。また, どの遺伝子もヘテロ接合体においては優性の形質が発現する。



(1) 朱色眼の純系とザクロ色眼の純系の交配によって雑種第一代 ( $F_1$ ) を得た。この  $F_1$  を朱色眼の純系と交配して得られる個体の眼色の分離比として, 最も適当なものはどれか。次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 7

- ① 野生型 : 朱色眼 : ルビー色眼 : ザクロ色眼 = 9 : 3 : 3 : 1
- ② 野生型 : 朱色眼 : ルビー色眼 : ザクロ色眼 = 9 : 4 : 3 : 0
- ③ 野生型 : 朱色眼 : ルビー色眼 : ザクロ色眼 = 9 : 1 : 6 : 0
- ④ 野生型 : 朱色眼 : ルビー色眼 : ザクロ色眼 = 3 : 1 : 0 : 0
- ⑤ 野生型 : 朱色眼 : ルビー色眼 : ザクロ色眼 = 1 : 1 : 0 : 0
- ⑥ 野生型 : 朱色眼 : ルビー色眼 : ザクロ色眼 = 1 : 0 : 0 : 0

(2) 朱色眼の純系とルビー色眼の純系の交配によって雑種第一代 ( $F_1$ ) を得た。この  $F_1$  どうしを交配して得られる雑種第二代 ( $F_2$ ) の眼色の分離比として、最も適当なものはどれか。(1)の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 

8
---

(3) (1)の  $F_1$  と(2)の  $F_1$  を交配して得られる個体の眼色の分離比として、最も適当なものはどれか。(1)の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 

9
---

4 植物の環境応答に関する次の文（A・B）を読み、下の問1～6に答えなさい。

〔解答番号  ～  〕

A 植物は、動物のように移動することはないが、外界からの刺激を受け取り、反応する。刺激源に対して一定の方向に曲がる運動である  や刺激の方向に関係なく刺激の強さの変化により生じる運動である  などがその例である。

光は光合成に利用されるだけでなく、 や  の刺激にもなる。また、そのほかにも明期や暗期の長さの影響を受ける反応である  や、赤色光で発芽が促進され、遠赤色光で発芽が抑制される  種子などがある。植物の体内には a いくつかの光受容体があり、それぞれが別の現象に用いられている。

問1 文中の  ～  にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- |   | ア  | イ  | ウ   | エ   |
|---|----|----|-----|-----|
| ① | 屈性 | 傾性 | 光走性 | 春化  |
| ② | 屈性 | 傾性 | 光周性 | 光発芽 |
| ③ | 屈性 | 傾性 | 明順応 | 光周性 |
| ④ | 傾性 | 屈性 | 光走性 | 春化  |
| ⑤ | 傾性 | 屈性 | 光周性 | 光発芽 |
| ⑥ | 傾性 | 屈性 | 明順応 | 光周性 |

問2 下線部 a に関して、次の(a)~(d)のうち、光受容体の名称とその受容体が関与する現象の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 2

光受容体	関与する現象
(a) クリプトクロム	光屈性
(b) フィトクロム	花芽形成
(c) フィトクロム	光発芽
(d) フォトリロピン	莖（胚軸）の伸長制御

① (a), (b)

② (a), (c)

③ (a), (d)

④ (b), (c)

⑤ (b), (d)

⑥ (c), (d)

⑦ (a), (b), (c)

⑧ (a), (c), (d)



B 植物ホルモンは、生理的な反応や成長の調節に関して微量ではたらく物質の総称であり、植物体内でつくられて特定部位に運ばれる。代表的な植物ホルモンである b オーキシン の研究は、19 世紀末にイギリスのダーウィン父子により行われた実験からはじまり、20 世紀のデンマークのボイセン・イエンセンやオランダのウェントらの研究により、さまざまな性質が明らかになっていった。

植物ホルモンには成長促進にはたらくものと成長抑制にはたらくものがあり、前者には、オーキシンのほか、c ジベレリン、d サイトカイニン、e ブラシノステロイド などがある。また後者には、f アブシシン酸 や g エチレン などがある。ユニークなものでは、ジャスモン酸は食害に対する傷害応答にはたらくことが知られている。

問3 植物ホルモンの特徴として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 

3
---

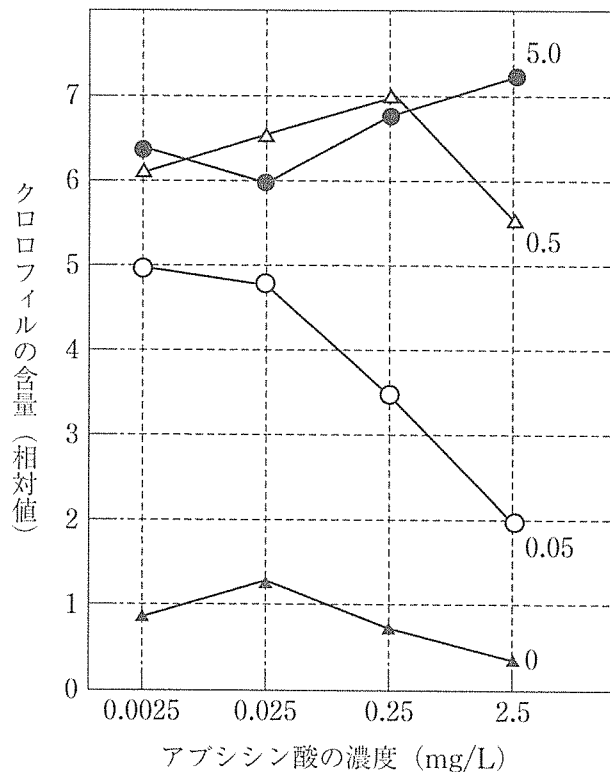
- ① 内分泌腺から放出される。
- ② ペプチド系のホルモンしか存在しない。
- ③ 細胞を介した移動がみられる。
- ④ 種特異性がある。
- ⑤ ほかの植物ホルモンの分泌を調節するものはない。
- ⑥ 茎の先端部や根の先端部でのみつくられる。

問4 次の(あ)～(え)の記述は、下線部b～gのいずれかのホルモンのはたらきを示している。それぞれの文とホルモン名の記号の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑨のうちから一つ選びなさい。 4

- (あ) 側芽の成長を促進する。
- (い) 種子や芽の休眠を解除させる。
- (う) 種子や芽の休眠を維持する。
- (え) 果実の成熟を促進する。

	(あ)	(い)	(う)	(え)
①	b	d	f	e
②	b	d	c	g
③	b	e	c	f
④	d	c	f	g
⑤	d	c	b	g
⑥	d	e	b	f
⑦	f	b	e	d
⑧	f	b	d	e
⑨	f	e	d	f

問5 植物の老化に対するさまざまな植物ホルモンの効果を調べるため、ダイコンの葉を用いた実験を行った。次の図1は、ダイコンの葉のクロロフィル含量に対するアブシシン酸の効果を示すグラフである。また、複数の折れ線は、異なるサイトカイニンの濃度に対するクロロフィル含量の値を示している。下の(あ)の濃度のときには、(い)の濃度のときと比べて、クロロフィルの含量は何倍になるか。最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 5 倍



※折れ線の右端の数値は、サイトカイニンの濃度 (mg/L) を示す。

図1

(あ) アブシシン酸の濃度 0.25 mg/L    サイトカイニンの濃度 0.05 mg/L

(い) アブシシン酸の濃度 0.025 mg/L    サイトカイニンの濃度 0.5 mg/L

- ① 0.5    ② 0.8    ③ 1.2    ④ 1.7    ⑤ 1.9    ⑥ 2.1

問6 図1のグラフに関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 

6
---

- ① 葉の老化はサイトカイニンにより抑制されるが、サイトカイニンの濃度が0.05 mg/L のときにはアブシシン酸の作用により老化が促進される。
- ② 葉の老化はサイトカイニンにより抑制されるが、サイトカイニンの濃度が5.0 mg/L のときにはアブシシン酸の作用により老化が促進される。
- ③ 葉の老化はサイトカイニンにより抑制されるが、サイトカイニンの濃度が0.05 mg/L のときにもアブシシン酸の作用により老化が抑制される。
- ④ 葉の老化はサイトカイニンにより促進されるが、サイトカイニンの濃度が0.05 mg/L のときにもアブシシン酸の作用により老化が促進される。
- ⑤ 葉の老化はサイトカイニンにより促進されるが、サイトカイニンの濃度が5.0 mg/L のときにもアブシシン酸の作用により老化が促進される。
- ⑥ 葉の老化はサイトカイニンにより促進されるが、サイトカイニンの濃度が0.05 mg/L のときにはアブシシン酸の作用により老化が抑制される。

5 進化に関する次の文を読み、下の問1～6に答えなさい。

〔解答番号  ～  〕

地球上の最初の生命は、約40億年前に出現したと考えられている。その後、進化の過程を経てさまざまな生物が出現と絶滅を繰り返してきた。a 進化のしくみを説明する学説はいくつかある。

真核生物の化石として最も古いものは、約21億年前の藻類と考えられる生物である。先カンブリア時代末期（約6億5千万年前）には b エディアカラ生物群が生息していた。その後カンブリア紀に入ると動物は非常に多様化し、現存するほぼすべての門の動物が出現した。これらの動物には c バージェス動物群が含まれる。約4億年前の古生代シルル紀になると、植物が陸上へ進出した。化石として発見されている最も古い陸上植物はクックソニアである。デボン紀末期になると最初の両生類が出現した。中生代には、植物では裸子植物、脊椎動物ではは虫類が繁栄したが、およそ  年前に起こった大絶滅で、恐竜など多くの種が地球上から姿を消した。新生代に入ると哺乳類などが繁栄し、最古の d 人類と考えられる化石は、アフリカの約700万年前の地層から発見されている。

進化はこのように長く複雑な過程を経て続いてきたものであり、化石種だけでなく e 現存する生物の構造や機能にも進化の痕跡が残っている。

問1 下線部 a に関して、進化に関する学説として「よく使う器官は発達し、それが子孫に受け継がれる」という考え方がある。この学説の名称と、これを提唱した科学者の名前の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1

学 説	科学者
① 自然選択説	ダーウィン
② 自然選択説	ド・フリース
③ 自然選択説	ラマルク
④ 用不用説	ダーウィン
⑤ 用不用説	ド・フリース
⑥ 用不用説	ラマルク

問2 下線部 b に関して、エディアカラ生物群の特徴として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2

- ① 光合成を行う生物がはじめて出現した。
- ② 酸素を用いて呼吸を行う生物がはじめて出現した。
- ③ 昆虫類がはじめて出現した。
- ④ 脊椎動物がはじめて出現した。
- ⑤ 軟体質で骨格や殻をもたない生物である。
- ⑥ 運動能力の高い多細胞生物を多く含んでいる。

問3 下線部 c に関して、バージェス動物群に含まれる生物の名称として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 3

- |            |             |          |
|------------|-------------|----------|
| ① スプリギナ    | ② デイキンソニア   | ③ ピカイア   |
| ④ アグラオフィトン | ⑤ ユーステノプテロン | ⑥ メガテリウム |

問4 文中の **ア** にあてはまる年代として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **4** 年前

- ① 1億                                    ② 8500万                                    ③ 6600万  
④ 3000万                                    ⑤ 1500万                                    ⑥ 800万

問5 下線部 **d** に関して、ヒトとゴリラなどのほかの霊長類との相違点として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **5**

- ① ヒトでは大後頭孔の位置が後方に偏っている。  
② ヒトでは眼窩上隆起が発達している。  
③ ヒトでは胸部がより前後に広がっている。  
④ ヒトでは骨盤がより左右に広がっている。  
⑤ ヒトではより大腿骨が細く下肢が短い。  
⑥ ヒトでは足底部が扁平になっている。

問6 下線部 **e** に関して、生物の進化についての記述として誤っているものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **6**

- ① ヒトの腕とクジラの胸びれは共通の骨格をもつ。  
② ヒトには尾骨や虫垂など機能していない構造や器官がある。  
③ カモメの翼とチョウの翅は、発生上の起源が異なる相似の関係にある。  
④ ニワトリの発生過程で、窒素排出物がアンモニア→尿素→尿酸と変化する。  
⑤ 脊椎動物においては、発生初期の形態が非常に類似している。  
⑥ サボテンのとげとぶどうの巻きひげは、発生上の起源が等しく相同である。