

令和4年度一般選抜試験(後期)

理 科 (問 題)

注 意

- 1) 理科の問題冊子は全部で37ページあり、問題数は、物理4問、化学4問、生物4問である。白紙・余白の部分は計算・下書きに使用してよい。
- 2) 別に解答用紙が3枚ある。解答はすべてこの解答用紙の指定欄に記入すること。指定欄以外への記入はすべて無効である。
- 3) 3枚の解答用紙のすべての所定欄に、それぞれ受験番号を記入すること。氏名を記入してはならない。なお、記入した受験番号が誤っている場合や無記入の場合は、当該科目の試験が無効となる。また、※印の欄には何も記入してはならない。
- 4) 理科は物理・化学・生物のうち2科目を選択して解答すること。選択しない科目の解答用紙には(受験番号は忘れず記入の上)用紙全体に大きく×印をつけて、選択しなかったことがはっきりと分かるようにすること。
- 5) 3科目全部にわたって解答したもの、および解答用紙3枚のうち1枚に×印のないものは、理科の試験全部が無効となる。
- 6) 問題冊子は持ち帰ること。
- 7) 解答用紙は持ち出してはならない。
- 8) 試験終了時には、解答用紙を裏返して、下から順に物理、化学、生物の解答用紙を重ねて置くこと。解答用紙の回収後、監督者の指示に従い退出すること。

生 物 (後期)

I 次の(1)~(8)の間に答えなさい。ただし、複数回答で順番を問題にしていない場合は、アルファベット順に並べなさい。該当するものがない場合のみ、「該当なし」の記号を選びなさい。

(1) 筋原繊維において ATP を分解するモータータンパク質の名前を答えなさい。

(2) 生物の分類においてドメインに相当する言葉をすべて選びなさい。

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| A ウイルス | B 菌 類 | C 原核生物 | D 原生生物 |
| E 古細菌 | F 細 菌 | G 植 物 | H 真核生物 |
| I 動 物 | J 該当なし | | |

(3) 地球の生命の歴史上、中生代に出現したものをすべて選びなさい。

- | | | | |
|--------|--------|-------|--------|
| A シダ植物 | B 鳥 類 | C は虫類 | D 被子植物 |
| E 哺乳類 | F 裸子植物 | G 両生類 | H 該当なし |

(4) 動物細胞の微小管について、正しいものをすべて選びなさい。

- A 中心小体は3本1組の微小管(3連微小管)9組が管状構造を作っている。
- B べん毛は2本1組の微小管(2連微小管)8組が環状に並んでいる。
- C キネシンは微小管のマイナス方向に進む。
- D 微小管を構成するタンパク質はダイニンである。
- E 微小管は直径約 10 nm の管状構造である。
- F 微小管は動原体を介して染色体に付着する。
- G 該当なし

(5) 脊椎動物、扁形動物、棘皮動物の3つを比較した時、脊椎動物と扁形動物のみに共通する特徴をすべて選びなさい。

- A 原口が将来の口になる。
- B 原口が将来の肛門になる。
- C 脊索をもつ。
- D 多細胞からなる。
- E 個体を再生する能力がある。
- F 中胚葉をもつ。
- G 該当なし。

(6) 神経伝達物質とホルモンの両方にあてはまる適切なものを3つ選びなさい。

- A 作用する細胞の受容体に結合する。
- B 多くのものがエキソサイトーシスによって放出される。
- C 効果が数時間単位で持続的である。
- D 移動距離が数 μm 以下と非常に短い。
- E 血液によって運ばれる。
- F 細胞の核内に入って作用することがある。
- G 軸索によって運ばれることがある。

(7) 生態系の一定面積・期間の物質生産やエネルギーについて正しいものをすべて選びなさい。

- A 存在する生物量を現存量という。
- B 生産者によって生産された総有機物量を純生産量という。
- C 森林の遷移の初期では呼吸量が総生産量を上回り、現存量は増加する。
- D 生産者の純生産量は、総生産量から呼吸量を減じて算出する。
- E 生産者の成長量は、純生産量に被食量と枯死量を加算して算出する。
- F 消費者の生産量は、成長量、被食量、死亡・枯死量の和に等しい。
- G 該当なし。

- (8) ある哺乳類の細胞に含まれる mRNA に UGA という塩基配列を見つけた。遺伝暗号表で UGA というコドン調べると終止コドンであった。この mRNA とそこからの翻訳に関しての以下の記述の中から、正しいものをすべて選びなさい。
- A この mRNA に対応する DNA 上の塩基配列はすべてイントロンに存在する。
 - B この mRNA に対応する DNA 上の塩基配列はすべてエクソンに存在する。
 - C この mRNA に対応する DNA 上の塩基配列はイントロンとエクソンの両方に存在する。
 - D この UGA 配列の 5' 側から始まってここまで進んできた翻訳は、この UGA で終了する確率が終了しない確率よりも高い。
 - E UGA というコドンに対応するアンチコドンをもつ tRNA は存在しない。
 - F この UGA 配列より 3' 側に開始コドンに相当する配列があっても、そこから翻訳が始まることはない。
 - G 該当なし。

II

光合成に関する以下の文を読み、問に答えなさい。

葉緑体の光合成色素には青緑色の(b)などがあり、これらによって光エネルギーが吸収される。(a)の膜には数種類の光合成色素とタンパク質からなる光化学系がある。光合成による有機物の合成過程は次のとおりである。まず、光化学系Ⅱに存在する(b)が光エネルギーを吸収して活性型となり電子を放出し、その代わりに(c)の分解によって生じた電子を受け取って還元される。次に、放出された電子が酸化還元反応を繰り返しながら(a)の膜に存在するタンパク質に受け渡されていく。この反応過程を電子伝達系といい、電子が移動していく過程で(d)から(a)内腔に H^+ が取り込まれる。その結果、(a)内腔に H^+ が蓄積し、膜に存在する(e)合成酵素を通過することで(e)が合成される。さらに、電子伝達系を伝わってきた電子は光化学系Ⅰに受け取られ、光によりエネルギーを得て H^+ と共に(f)の合成に使われる。このような光化学反応によって生成されたこれらの化合物は、(あ)カルビン・ベンソン回路内で使用される。

問 1 文中の(a)～(f)に入る適切な語句を下記から選び番号で答えなさい。

- | | | |
|--------------|--------------------|------------|
| 1) カロテン | 2) キサントフィル | 3) クリステ |
| 4) クロロフィル a | 5) クロロフィル b | 6) ストロマ |
| 7) チラコイド | 8) マトリックス | 9) ADP |
| 10) ATP | 11) $C_6H_{12}O_6$ | 12) CO_2 |
| 13) H_2O | 14) NAD^+ | 15) NADH |
| 16) $NADP^+$ | 17) NADPH | 18) O_2 |

問 2 下線部(あ)の各反応過程において、二酸化炭素はどの過程で使用(固定)されるか、以下から選び記号で答えなさい。

- A ホスホグリセリン酸からリン酸型ホスホグリセリン酸が生成される過程
- B リン酸型ホスホグリセリン酸が還元される過程
- C グリセルアルデヒドリン酸から糖などが合成される過程
- D グリセルアルデヒドリン酸からリブロースビスリン酸が合成される過程
- E リブロースビスリン酸からホスホグリセリン酸が合成される過程

問 3 光合成で生じる酸素分子は植物内のどの分子に由来するか、その分子名を書きなさい。

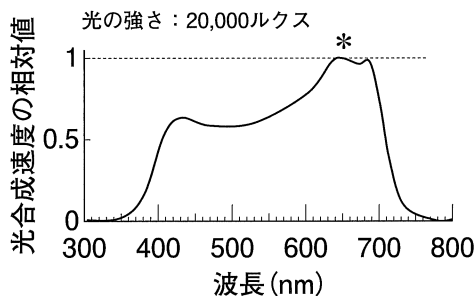
問 4 以下の実験について、(1)~(4)の間に答えなさい。

二種類の植物 A および B を、温度、湿度等が一定に制御できる栽培室に入れ、光の波長や強さと光合成速度との関係を調べた。

まず、300 nm ~ 800 nm までのさまざまな波長の光を 20,000 ルクスで順に植物 A、B の葉に照射していき、波長ごとの光合成速度を計測した。その結果をもとに、植物 A で最も効率良く光合成が行われた波長での光合成速度を基準とし、各波長での植物 A、B の光合成速度(相対値)をグラフにした(図 1)。

次に、発光ダイオードを用いて (イ) 青色光(410 nm - 460 nm)、(ロ) 緑色光(510 nm - 560 nm)、(ハ) 赤色光(640 nm - 690 nm)の 3 つの波長の光をそれぞれ植物 A、B の葉に照射し、各波長条件において光の強さを変えながら二酸化炭素吸収量を測定した。そのうち、植物 A では波長条件 (イ) と (ハ)、植物 B では波長条件 (ロ) と (ハ) における単位面積当たりの二酸化炭素吸収速度を算出しグラフにした(図 2)。

植物 A



植物 B

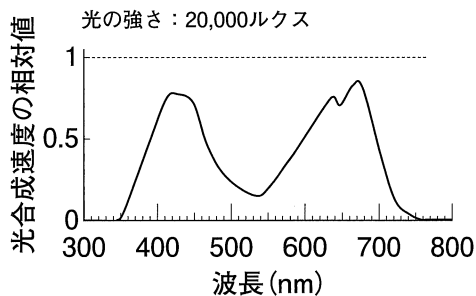


図1 各波長での植物 A, B の葉における光合成速度の相対値

植物 A で最も効率良く光合成が行われた波長での光合成速度(*)を 1 として相対値を示した。

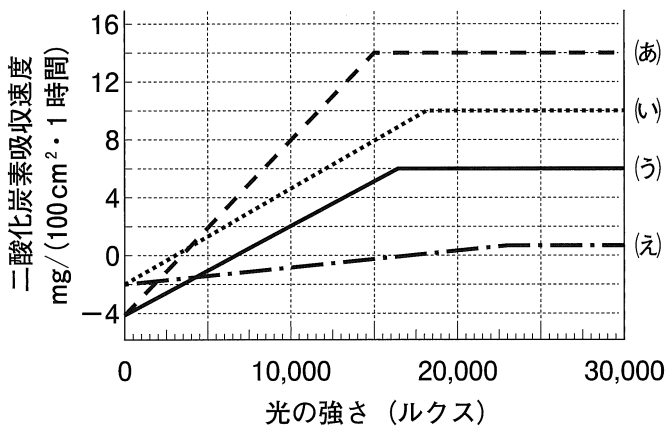


図2

- (1) 図2において、グラフ (い) と (う) は植物 A, B のどちらか、また波長条件は植物 A では (イ) または (ハ)、植物 B では (ロ) または (ハ) のどちらか、それぞれの組み合わせを順に書きなさい。

(解答例：(い) A, (イ))

(2) 植物 A, B の葉を用意し, 波長条件 (ハ) の光を, それぞれ 15,000 ルクスで照射した。この時のそれぞれの葉の 100 cm^2 あたりの光合成速度 ($\text{mg}/\text{時間}$) を A, B の順に 2 つ続けて書きなさい。(解答例: 2, 20)

(3) 植物 A の葉の 350 cm^2 範囲に波長条件 (イ) の光を 20,000 ルクスの光で 8 時間, 次に同じ葉に続けて波長条件 (ハ) の光を 10,000 ルクスで 8 時間照射した。その後発光ダイオードの電源を切り暗所に 8 時間放置した。ここでは, 葉の 350 cm^2 範囲での光合成と呼吸のみ考え, 植物 A が吸収した二酸化炭素は光合成によってすべてグルコース合成に使用されたとし, 以下の問い a)~c) に小数点以下第一位を四捨五入して答えなさい。ただし, 原子量は $\text{H} = 1$, $\text{C} = 12$, $\text{O} = 16$ とする。

a) この 24 時間での二酸化炭素総吸収量 (mg) を書きなさい。

b) この 24 時間での見かけ上の二酸化炭素吸収量 (mg) を書きなさい。

c) この 24 時間で増加したグルコース量 (mg) を書きなさい。

(4) 図 1 のグラフをもとに, 自然光のもとで植物 A と植物 B のどちらの葉がより緑に見えるか答えなさい。また, 選んだ植物を主語として, その理由を 30 字以内で答えなさい。

III

生体防御に関する以下の文を読み、問に答えなさい。

免疫の本質は、a 自分(自己)と自分以外(非自己)を厳密に区別し、非自己を排除することである。哺乳類においては、食細胞やリンパ球などが非自己である抗原を認識して、食作用や抗体産生などを通じて生体防御を行う。ただし、非自己であっても免疫寛容になる場合もある。抗体を産生するのは(あ)細胞である。(あ)細胞を含めた免疫に関係する細胞の幹細胞は骨髄に存在するが、(い)細胞は骨髄で一定の分化の後、さらに胸腺でも分化(成熟)が行われる。毛がほとんど生えないため b 「ヌードマウス」と名付けられた突然変異マウスでは胸腺が発達しない。そのためヌードマウスの免疫機能は低下しており、ヌードマウスに別の系統のマウスで生じたがん細胞を移植しても体内で拒絶反応が起こらないことが知られている。

問 1 下線部 a について、妊婦を例にとって考える。妊婦にとって胎児は (1) 自己、または (2) 非自己のどちらに該当するか、番号を答えなさい。また、その理由を 25 字以内で答えなさい。

問 2 免疫に関係する(あ)細胞、(い)細胞の名前と、それぞれの細胞で結合した分子を非自己と認識する受容体分子の名前を、それぞれの解答欄に順番に書きなさい。(解答例：神経、アクチン)

また、樹状細胞(う)についても、結合した分子を非自己と認識する受容体分子の名前を書きなさい。

問 3 分子量 50,000 のある抗原タンパク質には、抗体 A の結合部位は 1 カ所のみ存在する。抗体 A の分子量を 150,000 とすると、抗体 A 60 mg に対して、この抗原タンパク質は最大何 mg 結合するかを答えなさい。

問 4 血液に含まれる抗体と別の血しょうタンパク質であるアルブミンの濃度を比較する。体重 65 kg のある成人男性において、血液中の抗体のモル濃度が 1.7×10^{-4} mol/L で、全血液に含まれるアルブミンの総量が 230 g であることがわかっている。血液に含まれる抗体の質量パーセント濃度は、アルブミンの質量パーセント濃度の約何倍か、最も近い数字を選び記号で答えなさい。ただし、抗体の分子量を 150,000 とし、全血液の量は体重の $1/13$ であり、血液の比重を 1 とする。

A 0.36 B 0.53 C 0.72 D 0.97 E 1.20 F 2.06

問 5 下線部 b のヌードマウスでは、どの機能が低下していると考えられるか、以下の選択肢の中から適切なものを 3 つ選び記号で答えなさい。

A 神経 B 自然免疫 C 獲得免疫 D 代謝
E 細胞性免疫 F 内分泌 G 体液性免疫

問 6 動物は共通の祖先から進化してきたため、多くの共通の遺伝子をもつが、それらの塩基配列は動物種によって少しずつ異なっている(共通の遺伝子を相同遺伝子という)。各種動物がもつ相同遺伝子由来のタンパク質を抗原としてマウスに注射したときに、一般的に抗体が最も産生されやすいと予想される動物と最も産生されにくいと予想される動物をそれぞれ選び、1 つの解答欄に順に書きなさい。ただし、ここでは抗原のアミノ酸配列がマウスの相同遺伝子由来のタンパク質のアミノ酸配列と違いが大きいほど抗体は産生されやすいものとする。(解答例：A, B)

A ドブネズミ B カエル C チンパンジー
D ヤギ E カツオ F ウニ

問 7 ヒト抗体分子(IgG)の構造に含まれる S - S 結合に関して正しいものをすべて選び記号で答えなさい。

- A 2本のH鎖同士を直接つなぐS-S結合が存在する。
- B 2本のL鎖同士を直接つなぐS-S結合が存在する。
- C H鎖とL鎖を直接つなぐS-S結合が存在する。
- D 1個の抗体分子の中で、ポリペプチド間をつなぐS-S結合は3箇所ある。
- E 1個の抗体分子の中で、ポリペプチド間をつなぐS-S結合は4箇所ある。
- F 1個の抗体分子の中で、ポリペプチド間をつなぐS-S結合は6箇所ある。
- G 該当なし。

問 8 免疫について正しいものをすべて選び記号で答えなさい。

- A ヒトの免疫系では膨大な種類の抗原に対する抗体を産生することができる。
- B 一度感染した病原体には、再度かかりにくかったり、かかったとしても症状が軽かったりすることが多い。
- C 1つの細胞から産生される抗体は、父方の遺伝子から1種類、母方の遺伝子から1種類、合計2種類産生される。
- D 細胞のゲノムの中に自己の成分に反応する抗体の遺伝子断片はもともと存在しない。
- E 1つの抗原には1種類の抗体のみが産生される。
- F ワクチンによる予防接種は、免疫記憶のしくみを利用している。
- G I型糖尿病はグルカゴンの分泌細胞を標的とした自己免疫疾患である。

IV

神経伝達および筋収縮に関する以下の文を読み、問に答えなさい。

細胞では細胞膜を境に内側と外側で電位差が存在する。細胞の外側の基準電圧を 0 mV としたときの細胞内外の電位差を膜電位と呼ぶ。膜電位は通常の状態では $-70\text{ mV} \sim -60\text{ mV}$ に保たれているが、細胞が刺激を受けると膜電位が 0 mV に近づく。この現象を(あ)という。この細胞膜の電気特性を利用して情報を伝達しているのが神経細胞である。神経細胞が他の細胞からの信号や実験的な電気刺激を受けると(あ)が起こり、電位差が一定の値を超えると活動状態になるが、その後、電位差はすぐに元に戻る。この神経細胞で起こる一連の電位変化を活動電位と呼び、神経細胞が活動状態になることを(い)という。また、神経細胞で活動電位が生じる最小の刺激の強さを(う)という。このような細胞内外の電位差の維持、変化には①ナトリウムポンプやイオンチャネルが重要な役割を果たしている。

図1はカエルの腓腹筋とそれにつながる神経を取り出した神経筋標本である。いま、②軸索の点A、Bにそれぞれ一定の強さの電気刺激を与えたところ、点Aを刺激すると0.15ミリ秒後、点Bを刺激すると0.2ミリ秒後に筋肉の収縮が起こった。この収縮反応は電気刺激によって発生する活動電位が軸索に伝わり、③神経終末に到達後、シナプスを介して刺激が筋細胞に伝達され起こったものである(図2)。神経細胞からの刺激を受けた筋細胞では筋小胞体から(え)が放出され、(お)というタンパク質と結合すると筋収縮が起こる。

筋収縮にはATPがエネルギー源として利用されている。筋肉へのATP供給は呼吸や解糖系によって行われるが、筋肉には高エネルギーリン酸結合を持った(か)が多量に含まれており、これが分解される際に放出されるエネルギーによってADPからATPを合成することができる。これによって、筋収縮を繰り返しても筋細胞ではATP量が一定に保たれる。しかし、長時間激しい運動が続くと、酸素の供給が間に合わなくなり、ATP量が減少する。このような場合は、④乳酸発酵と同じ過程でグルコースを分解する解糖系が主に働き、ATPが生成される。

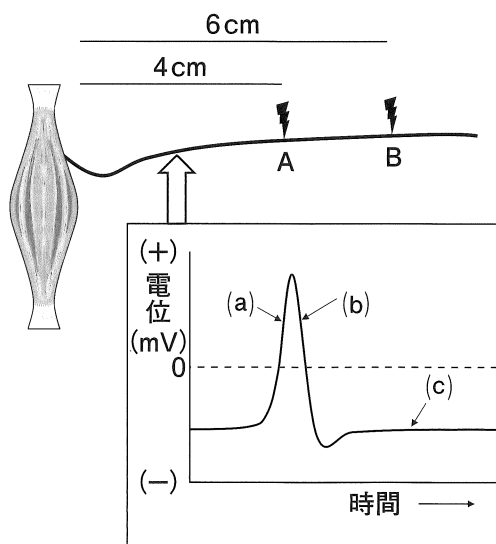


図 1

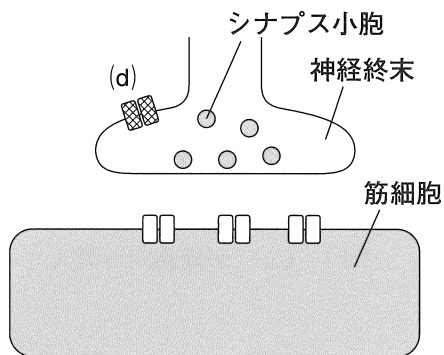


図 2

問 1 (あ)～(か)にあてはまる語句を書きなさい。

問 2 下線部①のナトリウムポンプについて正しいものを (ア)～(オ) から 3 つ 選び記号で答えなさい。

- (ア) Na^+ を細胞外に放出する。
- (イ) K^+ を細胞内に取り込む。
- (ウ) アクアポリンとともに水分子を輸送する。
- (エ) ATP のエネルギーを使って輸送する。
- (オ) 濃度の高い側から低い側に、濃度勾配に従って輸送する。

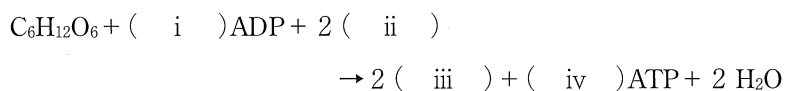
問 3 下線部②について、活動電位が神経終末に到達してから、筋肉が収縮するまでの時間(ミリ秒)を求めなさい。

問 4 図 1 のグラフは軸索に電気刺激を与えた際の細胞膜の電位変化を示している。グラフ中の (a) ~ (c) において神経細胞膜で起きているイオンの流入, 流出についてあてはまるものを (ア) ~ (カ) からすべて選び, 記号で答えなさい。ただし, ここでは静止電位の発生に関わる輸送タンパク質の働きも含めるものとする。

- (ア) Na^+ が細胞内へ流入 (イ) Na^+ が細胞外へ流出
(ウ) K^+ が細胞内へ流入 (エ) K^+ が細胞外へ流出
(オ) Ca^{2+} が細胞内へ流入 (カ) Ca^{2+} が細胞外へ流出

問 5 下線部③について, 図 2 中の (d) はシナプス小胞中の物質を細胞外に放出させるために必要なイオンチャネルであり, (I) 依存性 (II) チャネルと呼ばれる。(I) と (II) にあてはまる語句を書きなさい。

問 6 下線部④について, 下記はグルコースを基質として用いた場合の解糖の反応式である。(i) と (iv) にあてはまる数字, (ii) と (iii) にあてはまる化学式を 1 つの解答欄に (i) ~ (iv) の順に続けて書きなさい。
(解答例: 1, NaCl , CH_4 , 2)



出典

後期 理科 生物 I V

愛知医科大学 医学部 2018年度 III を一部改変

訂正

令和4年度一般選抜試験（後期） 理科（問題）生物

<訂正1> p23 下から5行目 I(4) 選択肢C

誤： マイナス方向  正： マイナス端方向

<訂正2> p24 13行目 I(6) 選択肢F

選択肢Fを削除する。

<訂正3> p30 2~3行目 II 問4(2)

誤： 光合成速度 (mg/時間)



正： 光合成速度 (二酸化炭素吸収速度：mg/時間)

<訂正4> p30 11行目 II 問4(3)a)

設問 a) を削除。 (解答不要)

<訂正5> p31 3行目 III リード文

誤： 非自己である抗原



正： 異物