

生物基礎・生物

(全問必答)

第1問 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

ア クロレラ の 光合成 と 呼吸 について調べるために、容器内でクロレラを培養し、次に示す四つの条件で容器内の酸素量の変化を測定した。その結果が図1である。四つのグラフ(I・II・III・IV)は、

- 2500ルクスの光を30分間照射した後暗黒に30分間おく
- 7500ルクスの光を30分間照射した後暗黒に30分間おく
- 15000ルクスの光を30分間照射した後暗黒に30分間おく
- 暗黒のまま1時間おく

のいずれかの条件で測定した結果に相当する。なお、すべての実験を通じて、容器内の温度は20℃に維持され、容器内の二酸化炭素量は一定かつ十分であった。

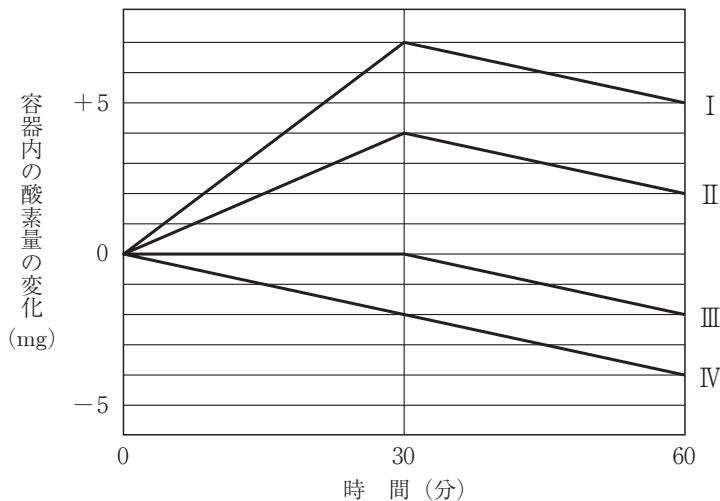


図 1

問1 下線部アと同じく、真核生物の緑藻類の仲間として適当なものを、次の①～⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 1 2

- ① クラミドモナス ② ユレモ ③ ヒジキ
 ④ テングサ ⑤ アオミドロ

問2 下線部イについて、緑色植物の行う光合成に関する次の問い(a～c)に答えよ。

a チラコイドでの反応に関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 光エネルギーを吸収し、活性化したクロロフィルで水が分解される過程を光化学系Ⅱという。
 ② 光合成において、青色光はクロロフィルで吸収され、赤色光はフィトクロムで吸収される。
 ③ ルーベンは、酸素の同位体を用い、光合成で生じる酸素が水に由来することを証明した。
 ④ チラコイド膜を伝達された電子は、 NADP^+ に受け取られる。

b 光リン酸化では、水素イオンがチラコイド膜のATP合成酵素の中を移動してATPが合成される。この際の水素イオンの輸送の方向と種類に関して最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① チラコイド内腔からストロマへ受動輸送
 ② チラコイド内腔からストロマへ能動輸送
 ③ ストロマからチラコイド内腔へ受動輸送
 ④ ストロマからチラコイド内腔へ能動輸送

生物基礎・生物

- c 二酸化炭素を固定し、チラコイドで生じた物質を利用して有機物を合成する反応系をカルビン・ベンソン回路という。これに関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① 二酸化炭素の固定は脱炭酸酵素により促される。
- ② 二酸化炭素は炭素数 3 の物質と結合し、固定される。
- ③ 二酸化炭素は固定された後、2 分子のホスホグリセリン酸になる。
- ④ カルビン・ベンソン回路は温度に影響されない反応系である。

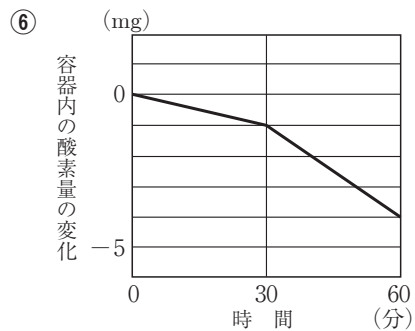
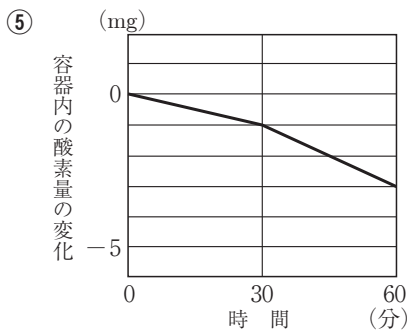
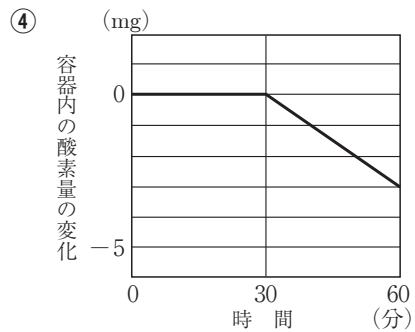
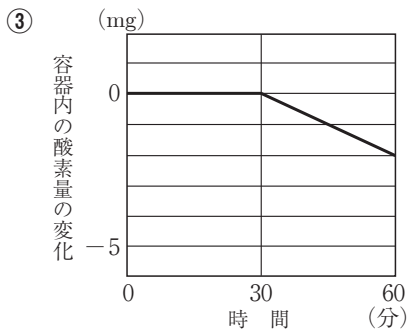
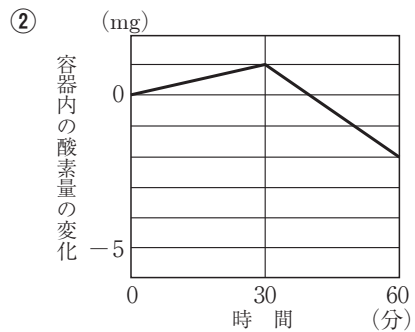
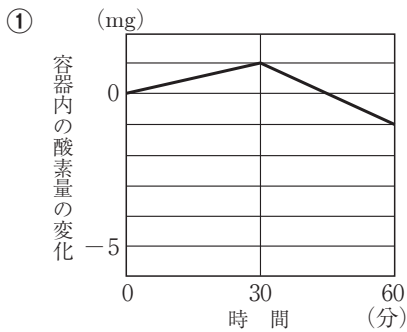
- 問 3 図 1 の 30 分以降、容器中の酸素は消費され、減少している。酸素を消費した反応系として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、選択肢の「電子伝達系」とは、ミトコンドリアで進行する反応系を示す。 6

- ① 解糖系
- ② クエン酸回路
- ③ 電子伝達系
- ④ 解糖系とクエン酸回路
- ⑤ クエン酸回路と電子伝達系

- 問 4 図 1 から考えられる記述として誤っているものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 7 8

- ① 光補償点は 2500 ルクスである。
- ② 2500 ルクスにおいて、見かけの光合成速度と呼吸速度は等しい。
- ③ 光飽和点は 15000 ルクスより強光である。
- ④ 光の強さが 7500 ルクスのとき、光合成速度の限定要因は光の強さである。
- ⑤ 15000 ルクスの光を 2 時間照射した後、暗黒に 7 時間おいて測定した場合、光照射前の容器内の酸素量と暗黒においた後の容器内の酸素量で変化はみられない。
- ⑥ 呼吸量は光の強弱に影響を受けない。

問5 クロレラを培養している容器内の温度を20℃から25℃に変化させた。そのまま25℃に維持し、2500ルクスの光を30分間照射した後、30分間暗黒におき、容器内の酸素量の変化を測定した。その結果を表したグラフとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、25℃は20℃に比べ、光合成にとって呼吸にとっても最適な温度であるものとする。なお、光補償点でのクロレラの光合成は、光強度が限定要因であるとする。 9



第2問 次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～7)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 24)

A ある植物種Xの花色には、2組の対立遺伝子が関与している。遺伝子Aは色素原(色はついていない)をつくる遺伝子で、劣性遺伝子である遺伝子aにはその作用はない。また、遺伝子Bは遺伝子Aにより生成された色素原を紫色に発色させる遺伝子で、劣性遺伝子である遺伝子bにはその作用はない。いま、遺伝子型の異なる ア 2種類の白色花をつける純系どうしを交配したところ、F₁のすべての株が紫色花をつけた。さらに、このF₁を自家受精したところ、イ F₂では紫色花をつける株と白色花をつける株が9 : 7で現れた。

問1 花色が紫色になるのはある色素が合成されるためである。この色素の名称として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

① アントシアン

② フォトリポピン

③ カロテン

④ ナイルブルー

問2 下線部アの個体の遺伝子型として適当なものを、次の①～⑨のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

① AABB

② AABb

③ AaBB

④ AaBb

⑤ AAbb

⑥ Aabb

⑦ aaBB

⑧ aaBb

⑨ aabb

問3 植物種Xの花色の遺伝に関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

① 白色花をつける株の遺伝子型は5通りある。

② F₁には、遺伝子型AABBのものは含まれない。

③ F₂の紫色花をつける株において、遺伝子型AABBの株は最も多く含まれる。

④ F₁の株を検定交雑(劣性のホモ接合体と交配すること)した場合、次世代において紫色花をつける株の割合は $\frac{1}{4}$ となる。

問4 下線部イの結果は、2組の対立遺伝子が別々の染色体に存在することを示す。
 仮に、この2組の対立遺伝子が同一の染色体に連鎖して存在し、A-B間の組換え価が20%である場合、F₂での紫色花と白色花の比率はとなると予想されるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

紫色花：白色花 = 5

① 33 : 17

② 33 : 31

③ 41 : 23

④ 51 : 49

⑤ 73 : 71

生物基礎・生物

B 生物の細胞内には、一般的に、DNAとRNAの2種類の核酸が含まれており、DNAの複製や形質発現にはたらいている。

問5 核酸は、ヌクレオチドが重合した高分子化合物である。DNAのヌクレオチドの成分となる物質だけの組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- | | |
|------------|-----------------|
| ① リン酸・ウラシル | ② デオキシリボース・グアニン |
| ③ リボース・チミン | ④ アデニン・六炭糖 |

問6 DNAは、細胞分裂に先立って複製される。複製の様式については、大腸菌のDNAを重い窒素を含むDNAのみにしてから、その大腸菌を軽い窒素を含む培地に移して培養し、何回か複製させた実験から、半保存的複製であることが証明された。これに関する次の問い(a・b)に答えよ。

a この実験を行った人物名の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- | | |
|---------------|--------------|
| ① メセルソン， スタール | ② ハーシー， チェイス |
| ③ ワトソン， クリック | ④ ビードル， テイタム |

b 重い窒素を含むDNAをもつ大腸菌を5回分裂させた場合、培地に含まれるDNAの「重いDNA：中間の重さのDNA：軽いDNA」の比率はどのようになると考えられるか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。なお、重いDNAとは重い窒素のみを含むDNA、中間の重さのDNAとは重い窒素と軽い窒素の両方を含むDNA、軽いDNAとは軽い窒素のみを含むDNAのことである。 8

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| ① 0 : 15 : 1 | ② 1 : 15 : 0 | ③ 15 : 0 : 1 |
| ④ 15 : 1 : 0 | ⑤ 0 : 1 : 15 | ⑥ 1 : 0 : 15 |

問7 簡単な形質発現のモデルを考える。仮にいま、30万個のヌクレオチドからなるDNAがあり、その20%がタンパク質のアミノ酸配列を指定する領域であった場合、その領域のすべての塩基配列で指定することのできるアミノ酸の総数はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、20%の領域は、翻訳の際、重複して使われることはないものとする。 9

- ① 10000 ② 20000 ③ 30000 ④ 90000 ⑤ 120000

第3問 次の文章(A～C)を読み、各問い(問1～7)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 31)

A カエルのふくらはぎからア坐骨神経をつけたままの筋肉を取り出した。このような神経筋標本を三つ用意(標本 a, b, cとする)し、次の**実験1～3**を行った。

実験1 標本 a について、神経筋接合部から 1 cm, 2 cm, 3 cm 離れた地点 d, e, f を電気刺激し、筋肉が収縮するまでの時間(反応時間)を調べた結果、3 ミリ秒, 4 ミリ秒, 5 ミリ秒であった。

実験2 ある薬物 X を標本 b, 別の薬物 Y を標本 c に添加し、作用させた。その後、**実験1**と同様に測定を行った結果、薬物 X 添加の場合は、地点 d, e, f を電気刺激してから 4 ミリ秒, 6 ミリ秒, 8 ミリ秒で、薬物 Y の場合は 4 ミリ秒, 5 ミリ秒, 6 ミリ秒であった。ただし、これらの薬物は、坐骨神経を刺激した際の興奮閾値には影響を与えない。

実験3 標本 a, b, c について、それぞれ筋肉自体を高頻度で刺激し、収縮の様子を記録すると、どの標本についても同じ結果が得られた。

問1 下線部アは運動神経である。運動神経に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 脊髄の背根を通る。
- ② 感覚神経と同様、自律神経の一種である。
- ③ 脊髄神経節には運動神経の細胞体が存在する。
- ④ アセチルコリンにより筋肉に興奮を伝える。

問2 **実験1**より、薬物の作用がない場合の坐骨神経における興奮の伝導速度(m/秒)を求め、その値として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

m/秒

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 10 ⑤ 20 ⑥ 30

問3 神経筋標本における薬物XおよびYの作用として最も適当なものを、次の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。薬物X： 薬物Y：

- ① 興奮の伝導速度を大きくする。
- ② 興奮の伝導速度を小さくする。
- ③ 興奮の伝達に要する時間を長くする。
- ④ 興奮の伝達に要する時間を短くする。
- ⑤ 筋繊維の興奮や収縮を阻害する。

問4 通常、骨格筋が運動神経から神経伝達物質を受け取ると、筋繊維では以下のような過程が進み、筋収縮が起こる。次の文章中の空欄～に入る語として最も適当なものを、下の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

筋繊維の筋小胞体からイオンが細胞質中に放出され、フィラメントのと結合し、フィラメントの構造が変化する。フィラメントのATP分解酵素が活性化し、との相互作用で筋収縮が起こる。骨格筋は明暗の縞模様が見える横紋筋であり、明帯と暗帯のうち収縮にともないその長さが短くなるのはである。

- ① 暗帯 ② ミオシン ③ カルシウム ④ ナトリウム
- ⑤ アクチン ⑥ トロポニン ⑦ トロポミオシン ⑧ 明帯

生物基礎・生物

B ヒトのからだには、体外の環境が変化しても内部環境を一定に維持しようと性質があり、これを恒常性と呼ぶ。恒常性には、内分泌系と交感神経および副交感神経が大きな役割を果たしている。

問5 副交感神経の作用として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

10

- ① 気管支の収縮
- ② 消化液分泌の抑制
- ③ 瞳孔の縮小
- ④ 心臓拍動の抑制

問6 ヒトの内分泌系に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

11

- ① 発汗により体液の水が奪われた場合、脳下垂体後葉からのバソプレシンの分泌が抑制され、尿量は減少する。
- ② 血糖量が増加すると、それを感知した視床下部が交感神経を介してすい臓のランゲルハンス島B細胞を刺激し、インスリンを分泌させる。
- ③ グルカゴンはグリコーゲンの分解を促進し、アドレナリンはタンパク質の糖化を促進し、血糖量を調節する。
- ④ 毎日、一定量の糖質コルチコイドを注射し続けた場合、脳下垂体前葉からの副腎皮質刺激ホルモンの分泌量が減少する。

C ある健康なウサギ(ウサギXとする)を用いて、次の**実験**を行った。

実験 過去にニワトリの卵アルブミン(以下、卵アルブミン)を体内に取り込んだことのないウサギXの静脈中に、卵アルブミンを注射した。1週間後にウサギXから採血し、得た血清を試験管に入れ、そこに卵アルブミンを加えたところ、沈殿を生じた。

問7 **実験**に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

12

- ① ウサギXの体内で、卵アルブミンを食作用により取り込んで分解し、キラーT細胞に提示したのは、主に樹状細胞である。
- ② ウサギXの体内では、B細胞から生じた抗体産生細胞が卵アルブミンに対する免疫グロブリンを産生した。
- ③ ウサギXの体内で起こった免疫は、細胞性免疫である。
- ④ ウサギXの体内で起こった免疫では、記憶細胞は形成されない。

第4問 次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 20)

A 生物進化の仕組みについて、1858年、ダーウィンは自然選択説を発表した。そして今まで進化の仕組みについてはさまざまに論じられてきたが、現在、「集団内の遺伝子頻度の変化」が進化の要因とされており、次のように説明されている。

- (1) 同種内で突然変異が生じ、自然選択により集団の遺伝子頻度が変化する。
- (2) (1)が に隔離された複数の集団でそれぞれはたらくと、各グループの遺伝子構成が変化する。
- (3) また、ア生存や繁殖に有利でも不利でもない突然変異が生じ、 によって集団内で頻度に変化する。これは、その集団が 場合に大きく効果が現れる。

問1 上の文章中の空欄 ～ に入る語句として最も適当なものを、次の①～⑦のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- | | | | |
|-------|-------|---------|---------|
| ① 生殖的 | ② 小さい | ③ 中程度の | ④ 地球的変動 |
| ⑤ 大きい | ⑥ 地理的 | ⑦ 遺伝的浮動 | |

問2 図1のi～ivは、ある生物集団の中で突然変異より生じた四つの遺伝子の頻度が、どのように変化するかを示したものである。下線部アの仕組みで変化しているグラフ、またはその組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

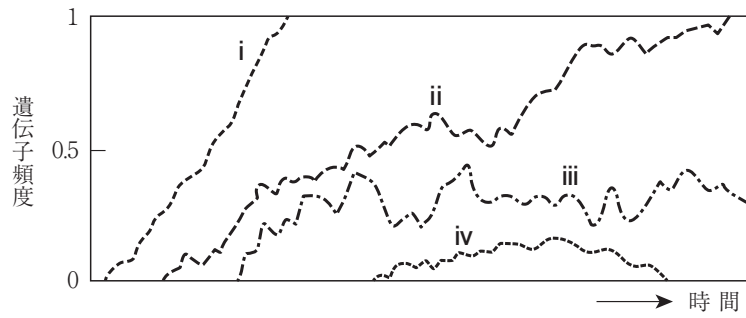


図 1

- | | | |
|---------|----------|---------------|
| ① i | ② ii | ③ iii |
| ④ i, ii | ⑤ ii, iv | ⑥ ii, iii, iv |

生物基礎・生物

- B イ ハーディ・ワインベルグの法則が成立する条件を満たした集団では、遺伝子頻度が世代を経ても変わらない。しかし、自然界では集団内の遺伝子頻度が変化する場合もあり、その要因を探索することは進化の原動力を解明する手がかりになると考えられている。

いま、ウ ハーディ・ワインベルグの法則が成立しているある種の野生ネズミの集団がある。その体色には白色と茶色があり、白色の個体どうしを交配させても茶色の個体は生まれない。

- 問3 下線部イについて、ハーディ・ワインベルグの法則が成立する条件として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① 集団において個体の移出入がない。
- ② 集団内の交配は任意に行われる。
- ③ 生殖に有利不利を示す遺伝形質がない。
- ④ 集団における雌雄の構成比が1 : 1である。

- 問4 下線部ウの集団について、いま エ ある世代において、白色個体が4匹、茶色個体が45匹いた。 次の問い(a・b)に答えよ。

- a 体色の白色遺伝子および茶色遺伝子のうち、劣性形質を支配する遺伝子の頻度として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① $\frac{2}{7}$ ② $\frac{5}{7}$ ③ $\frac{4}{49}$ ④ $\frac{45}{49}$

- b この世代の49匹から白色個体をすべて取り除き、残った茶色個体どうしを任意で交配させた場合の次世代に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① 下線部エの世代に比べて、白色遺伝子の頻度は高くなる。
- ② 下線部エの世代に比べて、白色遺伝子の頻度は低くなり、0となる。
- ③ 下線部エの世代に比べて、白色遺伝子の頻度は低くなるが、0にはならない。
- ④ 白色遺伝子の頻度は、下線部エの世代と同じである。

問5 マウスの系統分類に関する用語として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

8

- ① はしご形神経系 ② 新口動物 ③ 閉鎖血管系 ④ 真体腔