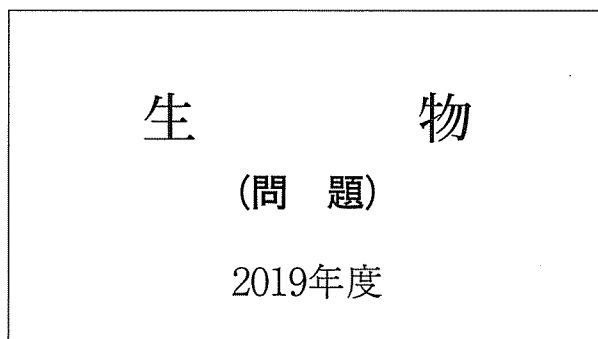




〈H31135319〉

注 意 事 項

1. 試験開始の指示があるまで、問題冊子および解答用紙には手を触れないこと。
2. 問題は2～13ページに記載されている。試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚損等に気付いた場合は、手を挙げて監督員に知らせること。
3. 解答はすべて、HBの黒鉛筆またはHBのシャープペンシルで記入すること。
4. マーク解答用紙記入上の注意
 - (1) 印刷されている受験番号が、自分の受験番号と一致していることを確認したうえで、氏名欄に氏名を記入すること。
 - (2) 所定の欄以外に受験番号・氏名を記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。
 - (3) マーク欄にははっきりとマークすること。また、訂正する場合は、消しゴムで丁寧に、消し残しがないようによく消すこと。

マークする時	☒ 良い	☐ 悪い	☐ 悪い
マークを消す時	☐ 良い	☐ 悪い	☐ 悪い

5. 解答はすべて所定の解答欄に記入すること。所定欄以外に何かを記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。
6. 試験終了の指示が出たら、すぐに解答をやめ、筆記用具を置き解答用紙を裏返しにすること。
7. いかなる場合でも、解答用紙は必ず提出すること。

I 原核生物の遺伝子発現調節に関する下記の文章を読み、各問いに答えなさい。

原核生物の一種である大腸菌は、様々な糖類を栄養源として利用し、生活している。例えば、ラクトースが存在している環境下では、これをグルコースとガラクトースに分解し、さらにガラクトースをグルコースに変換して利用する。ラクトースの分解に必要な3種類の酵素遺伝子は、DNA上にひとかたまりに並んでおり、これらの遺伝子群と、これを発現調節するためのプロモーターとオペレーターがまとまり、**ア**と呼ばれる単位を構成している。また、これら3種類の酵素遺伝子は、1本のmRNAとして転写される。培地中にラクトースが無い場合には、調節遺伝子から常に合成されている**イ**が**ウ**に結合しており、RNAポリメラーゼが酵素遺伝子の**エ**に結合できず、機能しない。培地中にラクトースがある場合には、^(a)菌体内でラクトースは誘導物質に変化し、この誘導物質がリプレッサーに結合する。これにより、RNAポリメラーゼが機能できるようになり、ラクトース分解酵素遺伝子群が転写・翻訳され、ラクトースの分解ができるようになる。^(b)転写の場と翻訳の場が核膜によって分けられている真核細胞とは異なり、核膜のない原核細胞では、転写と翻訳はほぼ同時に行われる。転写後すぐに翻訳されるため、原核細胞ではスプライシングは行われない。

問1

文中の空欄部 **ア** ～ **エ** に、各々あてはまる言葉の組み合わせとして、最も適切なものを次の①～⑧の中から1つ選びなさい。

- | | ア | イ | ウ | エ |
|---|----------|----------|----------|----------|
| ① | エキソン | オペレーター | リプレッサー | プロモーター |
| ② | エキソン | オペレーター | プロモーター | 活性部位 |
| ③ | エキソン | リプレッサー | オペレーター | プロモーター |
| ④ | エキソン | リプレッサー | プロモーター | 活性部位 |
| ⑤ | オペロン | オペレーター | リプレッサー | プロモーター |
| ⑥ | オペロン | オペレーター | プロモーター | 活性部位 |
| ⑦ | オペロン | リプレッサー | オペレーター | プロモーター |
| ⑧ | オペロン | リプレッサー | プロモーター | 活性部位 |

問2

下線部 (a) の結果、リプレッサーはどのように考えられるか。最も適切なものを次の①～⑦の中から1つ選びなさい。

- ① プロモーターに強く結合する。
- ② RNAポリメラーゼと強く結合する。
- ③ RNAポリメラーゼから解離する。
- ④ オペレーターにより強く結合する。
- ⑤ オペレーターから解離する。
- ⑥ DNAを構成する糖に強く結合する。
- ⑦ DNAを構成する塩基に強く結合する。

問 3

大腸菌の中には、培地中にラクトースがない場合であっても、ラクトース分解酵素遺伝子群から mRNA が合成される変異体が存在している。以下のア～カは、この変異体に関する記述である。この記述の組み合わせとして、最も適切なものを次の①～⑧の中から 1 つ選びなさい。

- ア；リプレッサーが過剰に合成される。
 イ；オペレーターが欠損している。
 ウ；プロモーターが欠損している。
 エ；リプレッサーのオペレーター結合部位に立体構造上の変化が生じている。
 オ；調節遺伝子が欠損している。
 カ；リプレッサーの誘導物質結合部位が欠損している。

- ① ア, イ, エ ② ア, イ, オ ③ ア, ウ, カ ④ イ, ウ, エ
 ⑤ イ, エ, オ ⑥ ウ, エ, オ ⑦ ウ, オ, カ ⑧ エ, オ, カ

問 4

下線部 (b) に関して、図 I - 1 は大腸菌の転写及び翻訳の様子を模式的に示したものである。図中の空欄部

ア ～ エ にあてはまる言葉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 1 つ選びなさい。

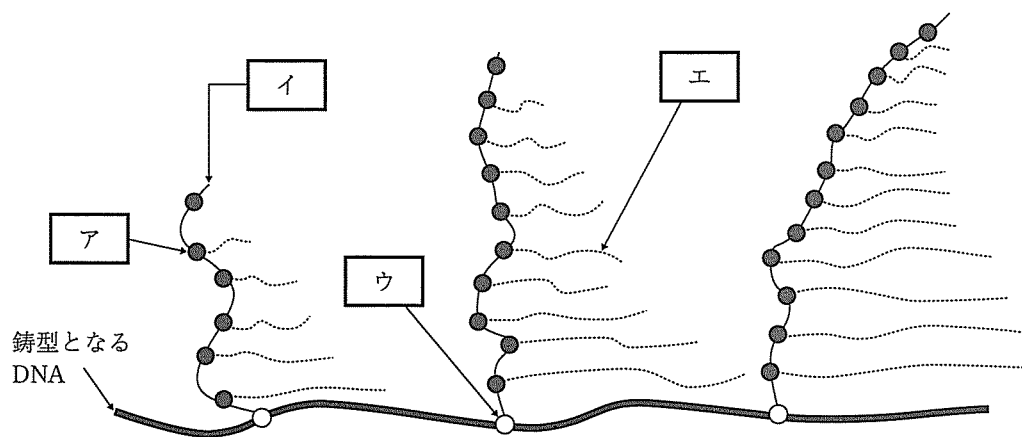


図 I - 1

- | ア | イ | ウ | エ |
|--------------|--------|------------|--------|
| ① RNA ポリメラーゼ | mRNA | リボソーム | ポリペプチド |
| ② RNA ポリメラーゼ | mRNA | 小胞体 | ポリペプチド |
| ③ RNA ポリメラーゼ | ポリペプチド | リボソーム | mRNA |
| ④ リボソーム | mRNA | RNA ポリメラーゼ | ポリペプチド |
| ⑤ リボソーム | ポリペプチド | RNA ポリメラーゼ | mRNA |
| ⑥ リボソーム | ポリペプチド | 小胞体 | mRNA |

問 5

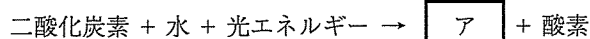
大腸菌のゲノム中に、転写領域の長さが $1.42\ \mu\text{m}$ の「ある遺伝子 X 」が含まれていると仮定する。この遺伝子 X から合成されるタンパク質の分子量を求め、次の①～⑥の中から最も値に近いものを1つ選びなさい。

ただし、遺伝子 X の転写領域は全てタンパク質に翻訳されるものとする。DNA の 10 ヌクレオチド対で構成される鎖の長さを $3.4\ \text{nm}$ 、アミノ酸の平均分子量を 100 とする。

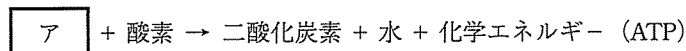
- ① 35,000 ② 70,000 ③ 140,000 ④ 280,000 ⑤ 560,000 ⑥ 1,120,000

II 光合成と呼吸に関する下記の文章を読み、各問いに答えなさい。

植物は、光エネルギーを利用して有機物を合成する。この光合成は、細胞の葉緑体で行われる。ここでは、光エネルギーが ATP の化学エネルギーに変換され、このエネルギーが利用され、酵素の働きで二酸化炭素などから有機物が合成される。光合成の反応をまとめると次のようになる。



さらに、植物を含む多くの生物は、酸素を使って呼吸基質を完全酸化する。この呼吸は、細胞内では、細胞質基質から始まり、ミトコンドリアで完結する。酵素の働きで、酸素を用いて $\boxed{\text{ア}}$ を完全に分解すると、二酸化炭素と水になり、エネルギーが放出される。このエネルギーで ATP を合成し、一時的な化学エネルギーがたくわえられる。呼吸の反応をまとめると次のようになる。



問 1

文中の $\boxed{\text{ア}}$ に入る最も適切な言葉を、次の①～⑤の中から1つ選びなさい。

- ① アミノ酸 ② グルコース ③ カタラーゼ ④ RNA ⑤ グルカゴン

問 2

葉緑体やミトコンドリアには、 H^+ の濃度勾配を利用して ATP を合成する酵素がある。その酵素を含む構造は何か。次の①～⑥の中から最も適切な組み合わせを1つ選びなさい。

- ① チラコイド, ストロマ ② クリステ, マトリックス ③ チラコイド, クリステ
④ チラコイド, マトリックス ⑤ ストロマ, マトリックス ⑥ ストロマ, クリステ

問 3

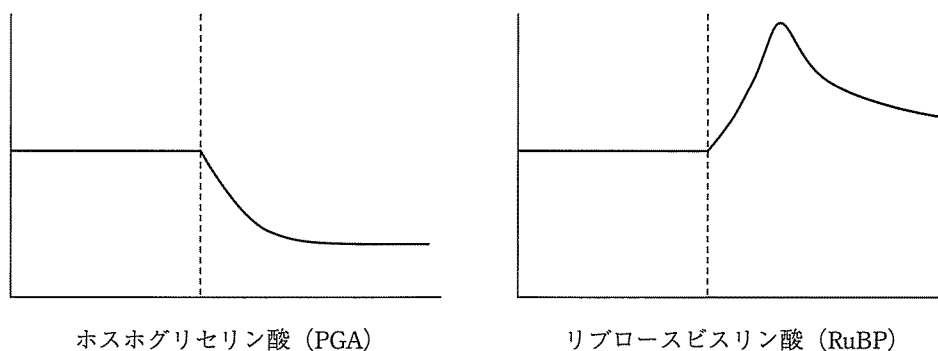
呼吸は3つの反応系に分かれている。酸素を用いて $\boxed{\text{ア}}$ を完全に分解するとき、最も多く ATP を合成するのはどの反応系か。次の①～③の中から最も適切なものを1つ選びなさい。

- ① 電子伝達系 ② 解糖系 ③ クエン酸回路

問 4

カルビン・ベンソン回路では、多くの酵素が関与し、さまざまな反応がおき、さまざまな有機物が合成されている。強い光の量と高い二酸化炭素濃度の条件下では、カルビン・ベンソン回路が活発に働き、各有機物の量が安定する。しかし、条件の悪化や酵素の活性低下などがおき、一部の連鎖反応が遅くなると、基質が増え、生成物が減り、各有機物の量に偏りが生じる。これは、回路の中で、多くの反応が円滑に進むのに対して、一部の反応だけが遅延するのが原因である。この現象に関する実験を行い、光合成の条件を悪化させて、炭素数3のホスホグリセリン酸 (PGA) と炭素数5のリブローズビスリン酸 (RuBP) の物質量がどのように変化するかを調べた。

(1) 植物に十分な量の光と二酸化炭素を長時間与えた後、二酸化炭素濃度が著しく低い条件下に置く実験を行った。

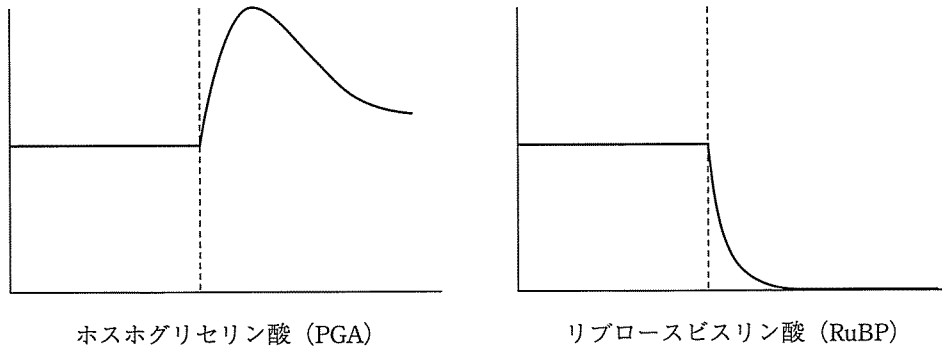


図Ⅱ－1

実験結果を示した図Ⅱ－1に関する説明として、最も適切なものを①～⑥の中から1つ選びなさい。図Ⅱ－1の2つのグラフにおいて、縦軸は物質量を、横軸は経過時間を示している。単位は省略した。横軸の経過時間は同じスケールで示している。図中の点線は、条件を変更した時点を示している。

- ① 1分子のPGAに、2分子の二酸化炭素が固定され、1分子のRuBPが生成される。
- ② 1分子のRuBPから2分子の二酸化炭素がとれ、1分子のPGAが生成される。
- ③ PGAからRuBPが生成される過程で、二酸化炭素の固定が行われている。
- ④ PGAからRuBPが生成される過程で、脱炭酸反応がおきている。
- ⑤ RuBPからPGAが生成される過程で、二酸化炭素の固定が行われている。
- ⑥ RuBPからPGAが生成される過程で、脱炭酸反応がおきている。

(2) 植物に十分な量の光と二酸化炭素を長時間与えた後、光を消す実験を行った。



図Ⅱ－2

実験結果を示した図Ⅱ－2に関する説明として、最も適切なものを①～④の中から1つ選びなさい。なお、(1)の答えも考慮すること。図Ⅱ－2の2つのグラフにおいて、縦軸は物質量を、横軸は経過時間を示している。単位は省略した。横軸の経過時間は同じスケールで示している。図中の点線は、条件を変更した時点を示している。

- ① 光化学反応のために、RuBPが必要である。
- ② 二酸化炭素の固定には、光化学反応が必要である。
- ③ 光照射で生成する物質が、脱炭酸反応には必要である。
- ④ カルビン・ベンソン回路には、光照射で生成する物質が必要である。

Ⅲ ヒトの血液中のグルコース，およびその調節に関する下記の文章を読み，各問いに答えなさい。

問 1

グルコースは，細胞・組織・臓器のエネルギー源として非常に重要である。次の臓器のうち，血中グルコースの需要が1日を通して最も高いものはどれか。①～⑤のうち最も適切なものを1つ選びなさい。

- ① すい臓 ② 脳 ③ 心臓 ④ 肝臓 ⑤ 骨格筋

問 2

血液中のグルコース濃度（血糖値）を調節する上で最も重要なホルモンは，インスリンである。下記の文①～⑤は，インスリンとは異なるホルモンの働きや特徴を示している。このうち，その化学的成分がインスリンと同じ種類のはどれか。①～⑤のうち最も適切なものを1つ選びなさい。

- ① 腎臓の細尿管からの Na^+ の再吸収を増加させる。
② 女性生殖器の発達や排卵を促進する。
③ 骨の成長を促進し，過剰な分泌は巨人症や末端肥大症の原因となる。
④ ヨウ素を含んでおり，物質の分解を促す。
⑤ 副腎髄質から分泌される。

問 3

血糖値の上昇は，主に(a)と(b)において感知され，(b)については(c)を介して情報伝達が行なわれ，いずれもインスリンの分泌を増加させる。インスリンは，全身の多くの細胞にある(d)を介して作用し，細胞でのグルコースの取り込みを促進する。(e)においては，グルコースはグリコーゲンの合成原料として，その消費量が増加する。①～⑥は，(a)～(e)に当てはまる言葉の組み合わせを示している。①～⑥のうち最も適切なものを1つ選びなさい。

- ① (a) 間脳視床下部 (b) すい臓ランゲルハンス島 (c) グルカゴン (d) 細胞質受容体 (e) 肝細胞
② (a) 肝臓 (b) すい臓ランゲルハンス島 (c) 副交感神経 (d) 細胞質受容体 (e) 脂肪細胞
③ (a) すい臓ランゲルハンス島 (b) 間脳視床下部 (c) 副交感神経 (d) 膜受容体 (e) 肝細胞
④ (a) 肝臓 (b) すい臓ランゲルハンス島 (c) 交感神経 (d) 核内受容体 (e) 筋細胞
⑤ (a) すい臓ランゲルハンス島 (b) 間脳視床下部 (c) 交感神経 (d) 膜受容体 (e) 筋細胞
⑥ (a) 肝臓 (b) すい臓ランゲルハンス島 (c) グルカゴン (d) 核内受容体 (e) 脂肪細胞

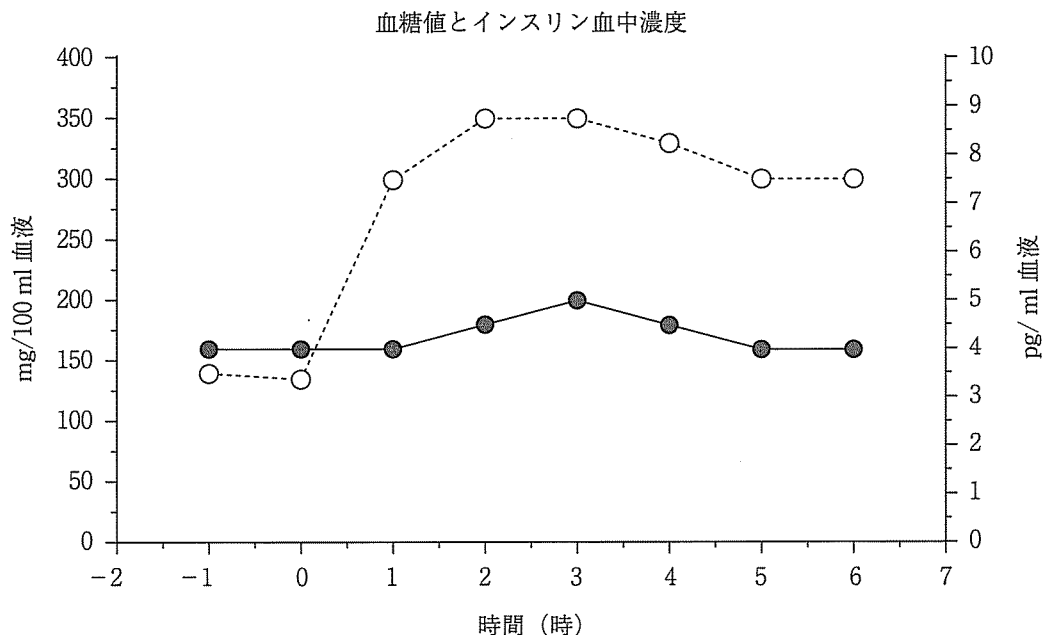
問 4

血糖値は，様々な要因で変化する。下記の①～⑤のうち，血糖値の上昇に関係が少ないものはどれか。最も適切なものを1つ選びなさい。

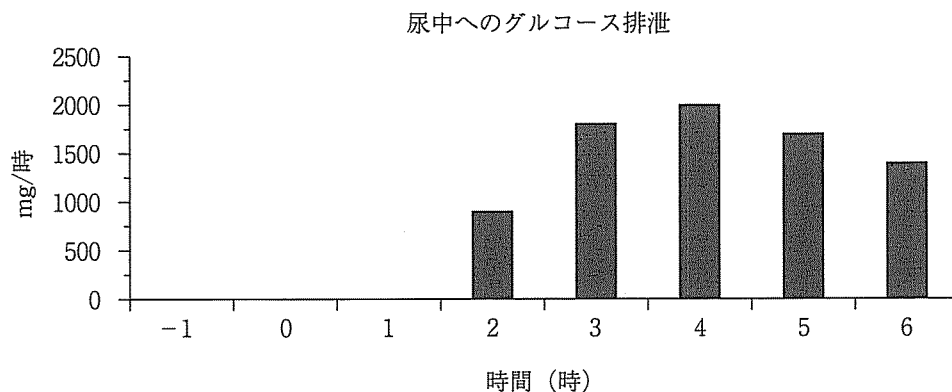
- ① 短距離走を行った。
② すい臓ランゲルハンス島A細胞からのホルモンの分泌が増えた。
③ ステロイド薬（糖質コルチコイドを含んだ薬剤）を病気の治療のため服用している。
④ 暑くて水分摂取が追いつかず尿量が減少している。
⑤ 末端肥大症を患っている。

問 5

図Ⅲ－1は、ある人の食後（時間0で食事を終えている）の血糖値、インスリンの血中濃度の測定結果を示している。図中の実線、破線のいずれかが、各々の値の変化に該当する。また、同時に尿中へのグルコースの排泄量を測定した結果を図Ⅲ－2に示している。測定結果の考察のうち正しいものはどれか。①～⑤のうち最も適切なものを1つ選びなさい。



図Ⅲ－1



図Ⅲ－2

- ① この人は糖尿病患者であり、インスリンの分泌が減少している。この結果、インスリンによる尿細管におけるグルコースの取り込みが減少し、尿中へのグルコース排泄の増加が見られた。
- ② 血糖値が高くなると、腎臓に障害がなくても尿中へのグルコース排泄の増加が見られる。
- ③ この人の肝細胞のグリコーゲンの含有量は、健常な人に比べて増加している。
- ④ この人は糖尿病患者で、糸球体の血管の障害が生じているため、尿中へのグルコース排泄が増加している。
- ⑤ この人の体脂肪量は、エネルギーが過剰に蓄積された結果増加している。

IV オオシモフリエダシヤクの工業暗化に関する下記の文章を読み、各問いに答えなさい。

ヨーロッパには、オオシモフリエダシヤクというガの1種が生息する。このガは、その体色から暗色型と明色型に分けられる。暗色型は、突然変異した、ただ1つの優性対立遺伝子の表現型であることが知られている。1960年代、イギリスの工業地帯では大気汚染のために樹木の樹皮がよごれた。このため、カヤクグリやロビンによる暗色型の捕食率が明色型より大幅に低下し、集団中に占める暗色型の割合が増加した。この時代に、この工業地帯の中に調査地を設定し、このガの個体数に関する調査が行われた。調査の内容と結果を以下に示す。

【調査1】 工業地帯の中に設けられた調査地で、ガの個体数が調べられた。樹木にとまっていたガの捕獲を試みた。この結果、130頭が捕獲され、翅に小さな黒点をマークして放した。翌日またガの捕獲を試みたところ、今度は110頭が捕獲され、このうち50頭に黒点のマークが確認できた。

【調査2】 複数の地点に調査地を設定して調査を行った結果、この工業地帯全域でのガの暗色型と明色型の個体数の比率は、暗色型：明色型＝21：4と推定された。

問1

調査1での結果をもとに、この調査地に生息しているガの個体数は何頭と推定されるか。標識再捕法にもとづいて推定しなさい。以下の①～⑤の中から最も適切なものを1つ選びなさい。

- ① 240 ② 286 ③ 325 ④ 371 ⑤ 412

問2

問1で採用した標識再捕法による推定が成立するために、必要でない条件はどれか。以下の①～⑤の中から最も適切なものを1つ選びなさい。

- ① 黒点のマークが、ガに影響を与えず、形態や行動を変化させない。
- ② 調査地域内でのガの個体の空間分布は、一様分布をしている。
- ③ 1回目と2回目の捕獲は、全て同じ条件で行い、個体の捕獲される確率は変化しない。
- ④ 1回目と2回目の間で、ガの個体は、調査地内外で移出入しない。
- ⑤ 1回目と2回目の間で、ガの個体は新たに出生したり、死亡しない。

問3

調査2より、この地域のガの暗色型をもたらし優性対立遺伝子の集団内での遺伝子頻度はどれだけになるか。以下の①～⑤の中から最も適切なものを1つ選びなさい。

- ① 0.3 ② 0.4 ③ 0.5 ④ 0.6 ⑤ 0.7

問 4

この地域のガのうち、暗色型のヘテロ接合体の集団内での割合は、どれだけになるか。以下の①～⑤の中から最も適切なものを1つ選びなさい。

- ① 0.32 ② 0.36 ③ 0.48 ④ 0.52 ⑤ 0.84

問 5

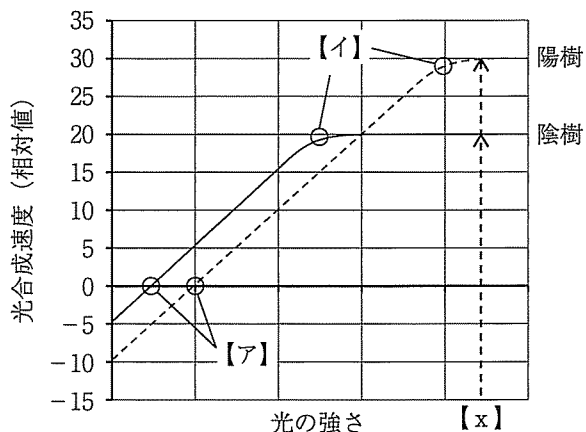
1960年代におこった、このガの遺伝子頻度の変化に直接的に関係していると考えられる現象や法則、または原因を示す用語はどれか。以下①～⑧の中から最も適切な語群を1つ選びなさい。

- ① 自然選択, 選択圧, 擬態, 生物間相互作用
- ② 自然選択, ハーディ・ワインベルグの法則, 地理的隔離, 適応放散
- ③ 中立進化, 選択圧, 地理的隔離, 擬態
- ④ 中立進化, 遺伝的浮動, ハーディ・ワインベルグの法則, 生物間相互作用
- ⑤ 中立進化, ビン首効果, 遺伝的浮動, 適応放散
- ⑥ 共進化, 生物間相互作用, 擬態, 適応放散
- ⑦ 共進化, ビン首効果, 選択圧, 同所的種分化
- ⑧ 性選択, 擬態, ハーディ・ワインベルグの法則, 選択圧

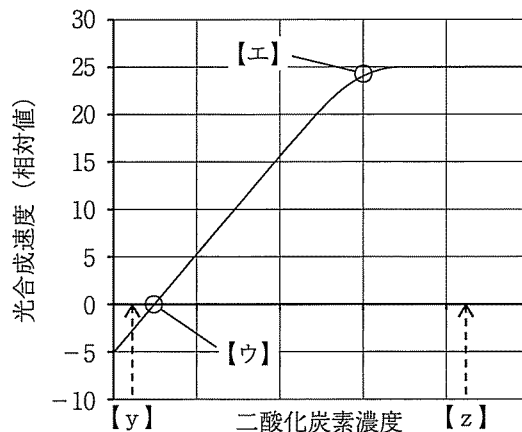
V 光合成速度と植生遷移に関する下記の文章を読み、各問いに答えなさい。

植生遷移を促す環境要因の1つが、地表に届く光の量である。林冠が形成されていない草地等では、陽樹は陰樹に比べて葉の^(a)光合成速度が高くなる。ただし、光合成速度は環境に依存することから^(b)限定要因がある。草地から^(c)森林への段階的な遷移においては、先に林冠を形成するのは光合成速度が高い陽樹であり、その後に耐陰性の高い陰樹に移移するのが一般的である。

A



B



図V-1

問1

図V-1 Aは陰樹と陽樹の光の強さと光合成速度の関係、そして図V-1 Bはある樹木の二酸化炭素濃度と光合成速度の関係を示している。ただし、呼吸速度と温度は一定と仮定する。文中の下線部 (a)の光合成速度について、図V-1の【ア】～【エ】にあてはまる言葉の組み合わせとして、次の①～⑥の中から最も適切なものを1つ選びなさい。

【ア】	【イ】	【ウ】	【エ】
① 二酸化炭素飽和点	光補償点	二酸化炭素中和点	光飽和点
② 光補償点	二酸化炭素補償点	二酸化炭素飽和点	光飽和点
③ 光補償点	光飽和点	二酸化炭素飽和点	二酸化炭素補償点
④ 光補償点	光飽和点	二酸化炭素補償点	二酸化炭素飽和点
⑤ 光飽和点	光補償点	二酸化炭素飽和点	二酸化炭素補償点
⑥ 二酸化炭素飽和点	光補償点	光飽和点	二酸化炭素補償点

問 2

文中の下線部 (a) の光合成速度について、図 V-1 A は陽樹と陰樹の値を示している。図 V-1 A の【x】のときの陽樹の見かけの光合成速度、及び陰樹の呼吸速度の組み合わせとして、次の①～⑥の中から最も適切なものを 1 つ選びなさい。

	【陽樹の見かけの光合成速度】	【陰樹の呼吸速度】
①	20	5
②	30	5
③	30	0
④	20	15
⑤	20	0
⑥	20	10

問 3

文中の下線部 (b) の限定要因について、図 V-1 B の二酸化炭素濃度【y】及び【z】のときの組み合わせとして、次の①～⑥の中から最も適切なものを 1 つ選びなさい。

	【y】	【z】
①	光の強さ	二酸化炭素濃度
②	二酸化炭素濃度	二酸化炭素濃度
③	光の強さ	光の強さ
④	二酸化炭素濃度	光の強さ
⑤	温度	光の強さ
⑥	光の強さ	温度

問 4

文中の下線部 (c) の森林への段階的な遷移について、日本海側の東北地方で自生する代表的な陽樹と陰樹の組み合わせとして、次の①～⑥の中から最も適切なものを 1 つ選びなさい。

	【陽樹】	【陰樹】
①	コナラ	アカマツ
②	シラカンバ	ブナ
③	ブナ	クスノキ
④	イタヤカエデ	コナラ
⑤	クスノキ	ヒノキ
⑥	アカマツ	シラカシ

〔以 下 余 白〕

