2024年度　**理　　科**

医療・保健系統（医学部医学科受験者用）

46 物理（1 ～ 6 ページ）
47 化学（7 ～ 22 ページ）　問　題　冊　子
48 生物（23～ 37 ページ）

注　意　事　項

(1) 試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見ないこと。

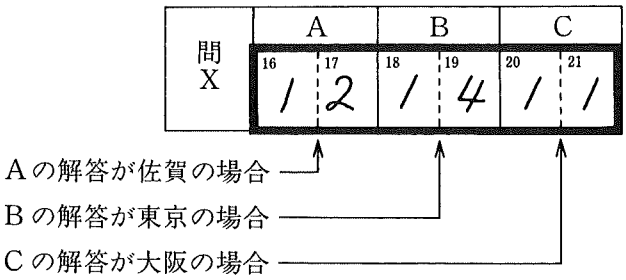
(2) 試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に申し出ること。

(3) 解答は別に配付する解答用紙の該当欄に正しく記入すること。ただし，解答に関係のない語句・記号・落書き等は解答用紙に書かないこと。

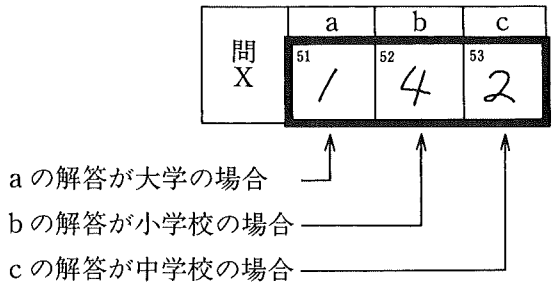
(4) 解答用紙上部に印刷してある受験系統コード，受験番号，氏名（カタカナ）を確認し，氏名欄に氏名（漢字）を記入すること。もし，印刷に間違いがあった場合は，手を挙げて監督者に申し出ること。

〔解答用紙記入例（選択式の場合）〕

例 1.〔語群〕が二桁で〔11〕大阪〔12〕佐賀〔13〕長崎〔14〕東京　とある場合



例 2.〔語群〕が一桁で（1）大学（2）中学校（3）高校（4）小学校 とある場合



㊽ 生　　物

◇M45(599—399)

〔Ⅰ〕 遺伝情報に関する文章を読み，**問1**～**問5**に答えよ。

生物の遺伝情報はゲノムのDNAに保存されており，RNAのはたらきによってタンパク質として発現する。DNAとRNAはヌクレオチドが鎖状に長く連結した高分子化合物である。DNAのヌクレオチドの糖は(　イ　)で，塩基はアデニン，チミン，グアニン，シトシンである。ゲノムでは2本のDNAのヌクレオチド鎖が逆向きに向かい合って結合し，二重らせん構造を形成している。(a) RNAのヌクレオチドの糖は(　ロ　)で，塩基はアデニン，ウラシル，グアニン，シトシンである。通常，RNAは1本のヌクレオチド鎖として存在する。

遺伝情報はDNAの複製によって受け継がれる。まず酵素XによってDNAの二重らせん構造がほどかれ，2本のヌクレオチド鎖に開裂する。そして，開裂したヌクレオチド鎖をそれぞれ鋳型として，リーディング鎖とラギング鎖という2本のヌクレオチド鎖が新生される。リーディング鎖は酵素Yにより開裂の方向に連続的に新生され，ラギング鎖は開裂と逆方向に不連続に新生されて酵素Zによって結合される。もとのヌクレオチド鎖の1本が保存され，それを鋳型として複製されたヌクレオチド鎖とともに新しい2本鎖DNAが作られることから，DNAの複製の様式は(　ハ　)と呼ばれる。

DNAがもつ遺伝情報に基づいて，タンパク質が合成される。真核生物の転写の過程では，核内においてDNAを鋳型として，mRNA前駆体が合成される。次に，合成されたmRNA前駆体は，修飾を受けて成熟mRNAとなる。成熟mRNAは核内から，核膜を通りぬけて細胞質基質へと移動する。(b) それに続く翻訳の過程で，成熟mRNAの塩基配列に基づき，指定されたアミノ酸が連結されてタンパク質が合成される。遺伝子の発現過程において，遺伝情報は常にDNA→mRNA→タンパク質の一方向に流れるという基本原則は(　ニ　)と呼ばれる。

問1　文中の(　イ　)～(　ニ　)に適切な語句を記入せよ。

問 2　文中の酵素X～Zの組み合わせとして正しいものを(1)～(6)から1つ選び，番号で答えよ。

番号	酵素X	酵素Y	酵素Z
(1)	DNAヘリカーゼ	DNAポリメラーゼ	DNAリガーゼ
(2)	DNAヘリカーゼ	DNAリガーゼ	DNAポリメラーゼ
(3)	DNAポリメラーゼ	DNAリガーゼ	DNAヘリカーゼ
(4)	DNAポリメラーゼ	DNAヘリカーゼ	DNAリガーゼ
(5)	DNAリガーゼ	DNAポリメラーゼ	DNAヘリカーゼ
(6)	DNAリガーゼ	DNAヘリカーゼ	DNAポリメラーゼ

問 3　下線部(a)に関連して，真核生物のゲノムDNAに関する記述として**誤っている**ものはどれか。次の(1)～(4)から1つ選び，番号で答えよ。

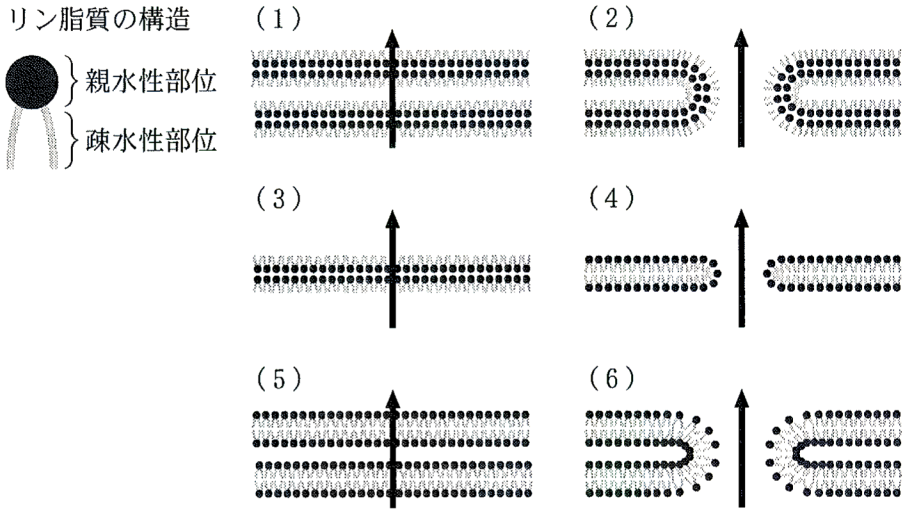
(1)　DNAはタンパク質とともにクロマチンを形成している。

(2)　DNAのヌクレオチド同士はペプチド結合によって連結している。

(3)　DNAの二重らせん構造は1回転あたり，10塩基対で構成されている。

(4)　アデニンとチミンは2か所で，グアニンとシトシンは3か所で水素結合を形成している。

問 4　下線部(b)に関連して，成熟 mRNA が通過する核膜の部位を表した図として，実際のリン脂質膜の構造に最も近いものを次の(1)～(6)から1つ選び，番号で答えよ。ただし，核膜を構成するリン脂質の構造は左に示すとおりとし，成熟mRNA は矢印の方向に核内から細胞質基質へ移動するものとする。



問 5　ある遺伝子のセンス鎖およびアンチセンス鎖が相補的に結合した2本鎖 DNA のエキソン α に含まれる塩基数を 200 個，この DNA から転写された mRNA のエキソン α に対応する塩基数を 100 個とする。2本鎖 DNA のエキソン α の塩基のうち，シトシンおよびグアニンが占める割合の合計は 72 % であった。転写された mRNA のエキソン α に対応する塩基のうち，ウラシルおよびグアニンが占める割合はそれぞれ 40 % と 22 % であった。この DNA のエキソン α のアンチセンス鎖の塩基のうち，チミンおよびシトシンはそれぞれ何個か。チミンの個数を**解答欄 I** に，シトシンの個数を**解答欄 II** にそれぞれ記入せよ。

〔Ⅱ〕 同化に関する次の文章を読み，**問1**～**問6**に答えよ。

生体内におけるすべての化学反応をまとめて（　イ　）という。（　イ　）の中でも，単純な物質から複雑な物質を合成する過程を同化(a)という。特に，生物がエネルギーを利用して，二酸化炭素(b)を有機物に作りかえる同化を（　ロ　）という。細菌のうち，光エネルギーを用いて（　ロ　）を行うものは，光合成細菌と呼ばれ，緑色硫黄細菌(c)などがそれにあたる。一方，光エネルギーを利用せず，無機物を酸化する際に得られる化学エネルギーを用いて（　ロ　）を行う細菌も存在する。このような細菌は化学合成細菌(d)と呼ばれる。化学合成細菌がエネルギー源として利用できる無機物(e)の種類は限定されている。

問1　文中の（　イ　）および（　ロ　）に適切な語句を記入せよ。

問2　下線部(a)に関連して，植物のカルビン・ベンソン回路の記述として適切なものはどれか。次の(1)～(4)から1つ選び，番号で答えよ。

(1)　気孔から取り込まれた12分子の二酸化炭素は，6分子のリブロース二リン酸から12分子のホスホグリセリン酸を合成するのに利用される。

(2)　チラコイド膜で作られた6分子のATPと12分子のNADPHによって，12分子のホスホグリセリン酸から12分子のグリセルアルデヒドリン酸が生じる。

(3)　12分子のグリセルアルデヒドリン酸から，6分子のリブロース二リン酸が生じる過程で6分子の水が生成される。

(4)　12分子のグリセルアルデヒドリン酸の一部が有機物の合成に使用されたのち，6分子のATPによって再び6分子のリブロース二リン酸になる。

問 3　下線部(b)に関連して，夜間に二酸化炭素を取り入れ，有機酸としてたくわえたのち，その有機酸を昼間に分解することによって，二酸化炭素を再合成し，光合成に用いる植物が存在する。ベンケイソウに代表される，このような植物は何と呼ばれるか。

問 4　下線部(c)に関連して，緑色硫黄細菌などが行う細菌特有の光合成反応の産物として生じる無機物の組み合わせとして最も適切なものを，次の(1)～(4)から1つ選び，**解答欄Ⅰ**に番号で答えよ。また，緑色硫黄細菌がもつ光合成色素の名称を**解答欄Ⅱ**に答えよ。

(1)　O_2，H_2SO_4　　(2)　O_2，H_2O

(3)　S，H_2O　　(4)　S，O_2，H_2O

問 5　下線部(d)に分類される硝酸菌は，亜硝酸イオンを酸化して硝酸イオンに変える。硝酸イオンは植物に吸収され，窒素源として利用される。硝酸イオンのような窒素酸化物を植物が窒素源として利用する過程において，最初に生じるアミノ酸は何か。

問 6　下線部(e)に関連して，鉄細菌がエネルギー源として利用する鉄イオンの価数を数字で答えよ。

〔Ⅲ〕 移植に関する次の文章を読み，**問1**～**問6**に答えよ。

他者からの臓器や組織の移植は難治性の疾患に対する有効な治療として利用されている。その際に拒絶反応が問題となる。拒絶反応は，生体が(a)自己と非自己を区別することで(b)移植された臓器や組織を排除しようとする反応である。

胸腺は生体の免疫機構に関与する器官である。抗体産生と拒絶反応における胸腺の役割を確認するため，遺伝的に免疫機能の背景が異なるA系統，B系統およびC系統のマウスを用いて，**【実験1】**～**【実験3】**を行った。A系統およびB系統のマウスは正常な免疫機能を有し，C系統のマウスは胸腺が欠損している。

【実験1】

A系統およびC系統のマウスそれぞれに，ニワトリの卵白から精製したアルブミン(卵白アルブミン)を等量ずつ実験開始後0日目と40日目に注射した。実験開始後20日目と60日目で採血を行い，血清中の卵白アルブミンに対する抗体量を測定した。

【実験2】

同系統および異系統のマウスの個体間での皮膚片の移植を7例行い，移植されたマウスに個体番号1～7をつけて，飼育した。個体番号ごとに，皮膚片を移植されたマウスの系統と移植した皮膚片の系統，および皮膚片が生着もしくは脱落しているかを移植後14日目に確認した結果を**表1**に示す。なお，個体番号2のマウスでは移植された皮膚片の脱落は移植後10日目に生じた。

表1

個体番号	移植されたマウス	移植した皮膚片	結　果
1	A系統	A系統	生　着
2	B系統	A系統	脱　落
3	C系統	A系統	生　着
4	A系統	B系統	（　イ　）
5	C系統	B系統	（　ロ　）
6	B系統	C系統	（　ハ　）
7	C系統	C系統	（　ニ　）

【実験3】

【実験2】で皮膚片を移植された個体番号1～7の7匹のマウスに再度，B系統のマウスの皮膚片を移植して飼育した。皮膚片が生着もしくは脱落するかを，移植後14日目まで，経時的に観察した。

問1　下線部(a)に関連して，哺乳類では，自己と非自己の区別にかかわるタンパク質は，細胞表面に発現し，ウイルスや自己のペプチド断片をのせて，細胞表面に提示し，免疫細胞に情報を伝える。さらに，このタンパク質の立体構造は他の個体と一致する確率が非常に低く，移植の可否の判断材料の1つとなる。ヒトにおけるこのタンパク質の名称を答えよ。

問 2 下線部(b)に関連して，移植された組織片の拒絶にかかわる，抗体が関与しない免疫のしくみは何か。**解答欄 I** に答えよ。また，このしくみに当てはまらない免疫反応として適当なものを(1)～(4)から1つ選び，**解答欄 II** に番号で答えよ。

(1) ツベルクリン反応
(2) ウイルス感染細胞に対する反応
(3) がん細胞に対する反応
(4) スギ花粉によるアレルギー反応

問 3 **【実験 1】**の結果として適切なものを，次の(1)～(4)から1つ選び，番号で答えよ。

(1) C系統マウスおよびA系統マウスの抗体量は実験開始後20日目では同等であった。
(2) C系統マウスの抗体量は実験開始後20日目では検出下限値未満であったが，60日目ではA系統マウスと同等であった。
(3) C系統マウスの抗体量は実験開始後60日目ではA系統マウスに比べて多かった。
(4) C系統マウスの抗体量は実験開始後20日目，60日目ともに検出下限値未満で，A系統マウスよりも少なかった。

問 4 **【実験 2】**の表中の(　イ　)～(　ニ　)は，「生着」，「脱落」のどちらであるか答えよ。

問 5 【**実験 2**】で個体番号 3 のマウスでは皮膚片は生着した。この結果をふまえて，C 系統のマウスに欠損している免疫機能をもつ細胞は何か。次の(1)～(4)から適切なものを 1 つ選び，番号で答えよ。

(1) 好中球　　(2) T 細胞

(3) マスト細胞(肥満細胞)　　(4) マクロファージ

問 6 【**実験 3**】で，最初に皮膚片が脱落すると考えられるのは個体番号 1 ～ 7 のマウスのいずれか。**解答欄 I** に個体番号で答えよ。また【**実験 3**】で移植された 7 つの B 系統マウスの皮膚片のうち，脱落せずに生着する割合は何%か。**解答欄 II** に小数点以下 2 桁目を四捨五入して答えよ。

〔Ⅳ〕 ショウジョウバエのビコイド遺伝子に関する次の文章を読み，**問 1** ～**問 7** に答えよ。

ショウジョウバエの卵細胞の細胞質には，様々な遺伝子から転写されたRNAが存在する。これらのRNAの中には，卵細胞内で不均一に分布するものがある。例えば，(a)ビコイド遺伝子から転写されたRNA(ビコイドmRNA)は卵の前端のみに蓄えられている。受精後に(b)ビコイドmRNAの塩基配列に基づいてビコイドタンパク質が翻訳されると，卵の前端から後端に向けてビコイドタンパク質の濃度勾配が形成され，これが(c)胚の前後軸の決定に重要な役割を果たす。そのため，ビコイドタンパク質の濃度勾配が形成されないと，胚は正常に発生せずに致死となる。

ショウジョウバエのビコイド遺伝子は常染色体上にある。正常なビコイド遺伝子を遺伝子B，ビコイドタンパク質が合成されない変異ビコイド遺伝子を遺伝子bとしたときに，共にヘテロ接合体(Bb)のメスとオスを交配すると，産卵された受精卵はすべて正常に発生した。(d)得られた個体(F 1)から十分に多数のメスを選び，ヘテロ接合体(Bb)のオスと交配すると，受精卵(F 2)の25％が正常に発生せず致死となった。

問 1 ビコイド遺伝子から転写されたRNAのように，卵細胞に蓄えられて受精後の胚の発生過程に影響を及ぼす因子を何と呼ぶか。

問 2 下線部(a)に関連して，ビコイドmRNAは微小管上を輸送される。ATPを分解しながら，微小管上を移動するタンパク質を2つ挙げよ。

問 3 下線部(b)に関連して，それ自身の塩基配列は翻訳されないが翻訳過程に直接かかわる，mRNA以外のRNAを2つ挙げよ。

問 4 下線部(b)に関連して，mRNAで最初に翻訳される塩基配列を特に何と呼ぶか。

問 5　下線部(c)に関連して，ビコイド遺伝子と同様に，そこから転写されたRNAが卵細胞内に不均一に分布し，胚の軸の決定に関わるショウジョウバエの遺伝子を1つ答えよ。

問 6　下線部(d)の交配で，オスがホモ接合体(BB)だった場合に，何%の受精卵が致死になると考えられるか。小数点以下を四捨五入し，整数で答えよ。

問 7　下線部(d)の交配で得られたF2から十分に多数のメスを選び，ヘテロ接合(Bb)のオスと交配させた場合に，何%の受精卵が致死になると考えられるか。小数点以下を四捨五入し，整数で答えよ。

〔V〕 森林の遷移に関する次の文章を読み，**問1**～**問6**に答えよ。

日本列島の暖温帯で，噴出した年代が異なる5ヵ所の溶岩流の上に発達した森林(Ⅰ～Ⅴ)について調べた。それぞれの森林に，同じ大きさの方形枠を設定して，その中に自生している2種類の樹木(A種およびB種)の幹の直径とその本数を計測したところ，**図1**のような結果であった。

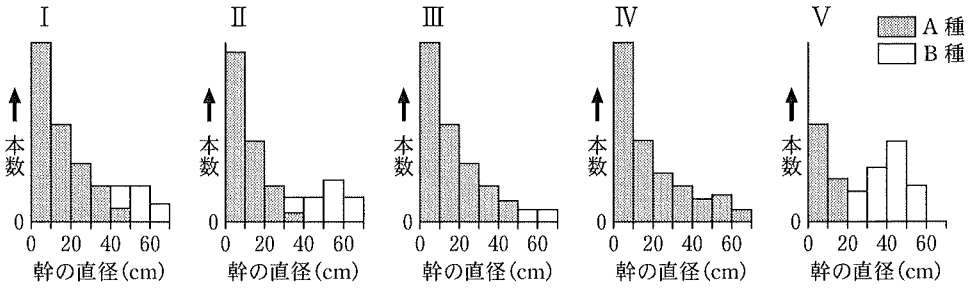


図1

問1 Ⅰ～Ⅴの森林を，溶岩流を起点とする森林の遷移の過程と見た場合，遷移の順序として適切なものを，次の(1)～(6)から1つ選び，番号で答えよ。

(1) Ⅱ→Ⅲ→Ⅳ→Ⅴ→Ⅰ　　(2) Ⅴ→Ⅲ→Ⅰ→Ⅱ→Ⅳ
(3) Ⅳ→Ⅱ→Ⅰ→Ⅲ→Ⅴ　　(4) Ⅴ→Ⅱ→Ⅰ→Ⅲ→Ⅳ
(5) Ⅲ→Ⅱ→Ⅴ→Ⅰ→Ⅳ　　(6) Ⅳ→Ⅲ→Ⅰ→Ⅱ→Ⅴ

問2 A種とB種に該当する樹木として，適切なものを次の(1)～(6)からそれぞれ1つ選び，A種については**解答欄Ⅰ**，B種については**解答欄Ⅱ**に番号で答えよ。

(1) アカマツ　　(2) ブ　ナ
(3) ミズナラ　　(4) シラビソ
(5) シ　イ　　(6) ダケカンバ

問 3　**図 2** の曲線はＡ種の樹木の種子からの芽生えに室内でいろいろな強さの光をあてたときの二酸化炭素の吸収速度を示す。Ｂ種の芽生えを使って同じ条件のもとで二酸化炭素の吸収速度を測定した場合の曲線では，**図 2** の点(ａ)の位置と(ｂ)の値はどのようになると考えられるか。適切なものを次の(１)～(８)から１つ選び，番号で答えよ。

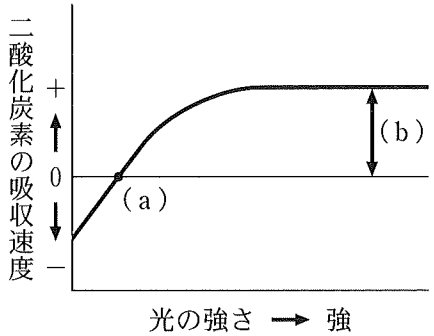


図 2

(１)　点(ａ)の位置は左に移動し，(ｂ)の値は大きくなる。
(２)　点(ａ)の位置は左に移動するが，(ｂ)の値は変わらない。
(３)　点(ａ)の位置は左に移動し，(ｂ)の値は小さくなる。
(４)　点(ａ)の位置は変わらず，(ｂ)の値は小さくなる。
(５)　点(ａ)の位置は変わらず，(ｂ)の値は大きくなる。
(６)　点(ａ)の位置は右に移動し，(ｂ)の値は大きくなる。
(７)　点(ａ)の位置は右に移動するが，(ｂ)の値は変わらない。
(８)　点(ａ)の位置は右に移動し，(ｂ)の値は小さくなる。

問 4　Ａ種の樹木の芽生えで，**問 3** と同様の実験を二酸化炭素の濃度を１/２にして行うとすると，**図 2** の曲線の点(ａ)の位置と点(ｂ)の値はどのようになると考えられるか。適切なものを**問 3** の選択肢(１)～(８)から１つ選び，番号で答えよ。

問 5　溶岩流での森林遷移の場合，最初に地衣類が出現し，次に先駆種としてススキなどの多年生草本が出現する。多年生草本が先駆種となり得る理由を，次の(1)～(4)から1つ選び，番号で答えよ。

(1)　種子が比較的大きく，栄養分を十分蓄えている。
(2)　種子が比較的大きく，風などでとばされにくい。
(3)　種子が比較的小さく，風などでとばされやすい。
(4)　種子が比較的小さく，動物に食べられやすい。

問 6　本州中部の亜高山帯の複数ヶ所の森林伐採跡地は，**図1**に似た森林遷移の過程と見なすことができる。この場合の遷移を何と呼ぶか。**解答欄Ⅰ**に答えよ。また，この亜高山帯に分布する樹木を次の(1)～(6)から1つ選び，**解答欄Ⅱ**に番号で答えよ。

(1)　ハイマツ　　(2)　スダジイ
(3)　アラカシ　　(4)　クスノキ
(5)　トチノキ　　(6)　コメツガ