

科  
目

生 物

理学部・医学部

注 意

1. 開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題は、問題冊子の1ページから10ページにわたっています。
3. 解答用紙は5枚、下書き用紙は3枚で、問題冊子とは別になっています。
4. 問題冊子、解答用紙、下書き用紙が不備な場合は、直ちに監督者に申し出てください。
5. 受験番号は、すべての解答用紙の上部の欄(2か所)に記入しなさい。
6. 解答は、すべて横書きとし、解答用紙の所定の欄に記入しなさい。
7. 試験終了後、問題冊子と下書き用紙は持ち帰って下さい。

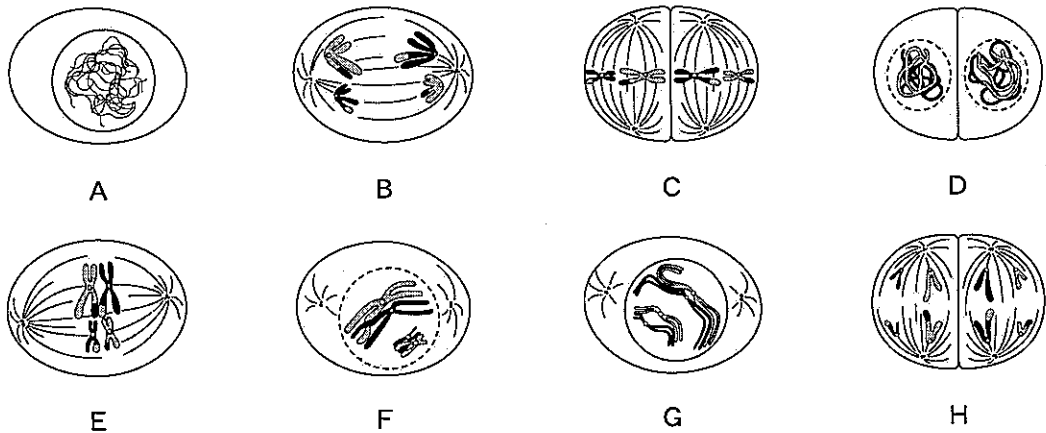
**I** 細胞とその分裂に関する次の文章を読み、問い(問1～3)に答えなさい。

真核生物の細胞は核と **a** からなり、**a** の最外層には **b** が存在し、細胞を取り囲んでいる。植物の細胞は **b** の外側に **c** をもっている。**c** は細胞の構造を保つうえで重要な働きをしており、その主成分は **d** である。一方、核は多数の孔をもつ **e** で包まれており、その内部にはDNAとタンパク質を主な成分とする染色体が存在する。また、核以外でDNAを含む細胞小器官として、動植物に共通する **f** と植物だけに存在する **g** が知られている。

真核生物の細胞分裂では **h** 分裂と減数分裂が見られる。細胞分裂には、染色体が二分される **i** 分裂と、**a** が二分される **a** 分裂がある。動物細胞では、**i** 分裂がおこるとき両極の **j** から放射状の **k** や紡錘体が形成される。そして、分裂期の後期には、染色体はその **l** とよばれる部分に付着した紡錘糸に引かれるように両極に移動する。やがて、細胞がくびれるように二分される **a** 分裂がおこり、娘核を1個ずつもった2個の娘細胞ができる。

問1. 文中の **a** ～ **l** に適切な語を記入しなさい。

問2. 減数分裂に関する次の図を見て、以下の問いに答えなさい。ただし、Aは間期の細胞で、B～Hは減数分裂期の細胞である。

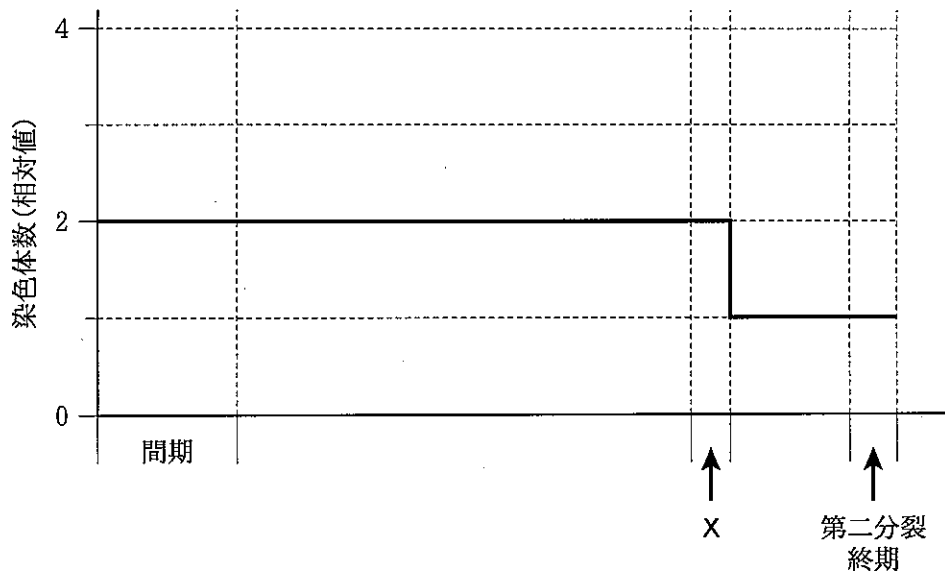


(1) 減数分裂の経過の順にB～Hを並べなさい。

(2) 以下の現象はどの時期におこるか、図中の記号A～Hで答えなさい。

1. 相同染色体の対合
2. 遺伝子の組換え
3. 相同染色体の分離と極への移動

問 3. 下図のグラフ(実線)は、間期の始まりから減数分裂が終了するまでの1細胞当たりの染色体数の変化を表している。縦軸の数値は、分裂前の細胞の染色体数の相対値を2としている。



- (1) 図の矢印Xは減数分裂のどの時期に当たるか、名称で答えなさい。
- (2) 1細胞当たりのDNA量の変化を解答欄の図中に実線で描きなさい。ただし、間期の始まりのDNA量の相対値を2として書き始めなさい。

II 遺伝に関する次の文章を読み、問い(問1～6)に答えなさい。

メンデルは、7組の対立形質に注目して純系のエンドウ間で交雑を行い、のちにメンデルの遺伝の法則として知られる優性、独立、それに<sup>①</sup>  の3つの法則を明らかにした。エンドウは、一年草であること、多くの品種が存在すること、容易に見分けられる対立形質をもっていること、それに自家受精をするという特性から、遺伝学の研究材料として適していた。メンデルは、1組の対立形質に注目して異なる2つの純系のエンドウ間で交雑を行うと、得られた雑種第1代(F<sub>1</sub>)には片方の親の形質だけが現れること、F<sub>1</sub>を自家受精させて得られた雑種第2代(F<sub>2</sub>)にはF<sub>1</sub>の両親と同じ2つの表現型が出現し、その割合は3:1であることを明らかにした。また、2組の対立形質に注目すると、2組とも優性の表現型をもつ純系のエンドウと、2組とも劣性の表現型をもつエンドウとを両親として交雑して得られたF<sub>1</sub>を自家受精させて得たF<sub>2</sub>では、9:3:3:1の割合で組み合わせの異なる表現型をもったエンドウが得られた。この結果から、2組の対立形質は互いに影響し合うことなく、性質も変えずに遺伝することを明らかにした。

モーガンらは、キイロショウジョウバエを用いて遺伝学の研究を行い、 が直線状に一列に配列していることを明らかにするとともに  を作成した。キイロショウジョウバエの幼虫のだ腺の細胞には、通常の細胞の染色体<sup>③</sup>に比べて、非常に大型の染色体が存在する。これは4本の染色体が付着したものであり、酢酸カーミン液などで染色すると多数の横しまが観察される。この横しまの並び方の違いとショウジョウバエの形質の違いから  の配列順序が推定され、各々の対応関係からも  を作るができる。また、この大型の染色体には、特定の横しま部分<sup>④</sup>がふくらんでいる場合がある。このふくらみは  とよばれ、染色体上に複数観察されることがある。<sup>⑤</sup>

問 1. 文中の  ～  に適切な語を記入しなさい。

問 2. 下線部①の純系の意味を、50字以内で説明しなさい。

問 3. メンデルが注目した7組の対立形質以外の、ある2組の対立形質([A]と[a]、[B]と[b])<sup>\*</sup>に注目して、下線部②と同様の交雑を行った。F<sub>2</sub>では表現型[AB]が66個体、表現型[ab]が16個体得られた。表現型[Ab]と[aB]は9個体ずつ、合計18個体出現した。したがって、注目した2組の形質の遺伝子は連鎖していると判断できる。この実験で得られたF<sub>1</sub>を検定交雑した場合、表現型[Ab]と[aB]は合計何%出現すると考えられるか、答えなさい。なお、F<sub>1</sub>における組換えの起こる割合は、花粉形成と卵細胞形成ともに等しいものとする。

<sup>\*</sup>([A]と[a]、[B]と[b])は、それぞれ優劣関係にある形質を示す。)

問 4. 下線部③には, DNA とタンパク質が多く含まれている。以下の(1)~(3)に答えなさい。

- (1) DNA は, ヌクレオチドという単位が長く重合した分子であり, ヌクレオチドはリン酸と塩基と糖からなる。DNA ヌクレオチドに含まれる糖の名称を答えなさい。
- (2) 染色体にもっとも多く含まれているタンパク質は何か, 名称を答えなさい。
- (3) DNA に生じた突然変異で, ある遺伝子領域内の 1 ヌクレオチドが置換した場合と 1 ヌクレオチドが欠失した場合とを比較すると, 欠失の場合のほうが影響は大きい。それはなぜか, 考えられる理由を 100 字以内で答えなさい。

問 5. 下線部④では何が行われているか, 40 字以内で書きなさい。

問 6. 下線部⑤に関連して, 前蛹期の幼虫からだ腺を取り出し, 3 齢幼虫の腹部に移植した。移植しただ腺染色体のふくらみの位置は, その後どうなることが予想されるか。正しいものを選び, 記号で答えなさい。

- ア. 前蛹期の幼虫のだ腺染色体と同じ位置に現れる。
- イ. 移植された 3 齢幼虫のだ腺染色体と同じ位置に現れる。
- ウ. 前蛹期と 3 齢幼虫のだ腺染色体に共通の位置に現れる。
- エ. 前蛹期と 3 齢幼虫のだ腺染色体のすべてのふくらみの位置に現れる。
- オ. 前蛹期と 3 齢幼虫のだ腺染色体でふくらむ位置とはまったく異なる位置に現れる。

Ⅲ タンパク質に関する次の文章を読み、問い(問1～6)に答えなさい。

アミノ酸分子は、基とカルボキシル基とよばれる部分を持ち、また、個々のアミノ酸の性質を決めるとよばれる部分ももつ。アミノ酸どうしは、あるアミノ酸の基と別のアミノ酸のカルボキシル基が反応して脱水し、をつくることでつながることができる。アミノ酸が数十個から数百個つながった分子は、タンパク質とよばれる。タンパク質は、の違う種類のアミノ酸より生合成され、多くのタンパク質の構造と機能は、これらのアミノ酸の種類と配列順序によって規定される。このアミノ酸の配列が初めて明らかとなったタンパク質は、ウシのすい臓より単離されたである。

タンパク質は、生命を支える物質としてさまざまな機能を発揮する。例えば、筋肉の運動や植物細胞の原形質流動に関係するアクチンと、ホルモンとして血糖量の調節に働くとグルカゴン、だ液に含まれる消化酵素のアミラーゼと胃液に含まれる消化酵素のペプシン、赤血球に含まれる酸素を運搬する、そして皮ふに含まれるケラチンなど、生体には多種多様なタンパク質が存在している。タンパク質の多様性は、タンパク質分子全体の構造によってもたらされ、これにはジグザグ状の構造やらせん状の構造が含まれる。多くのタンパク質は、熱を加えたり、を変化させたり、あるいは重金属を加えたりすると性質が変化する。これをという。

問 1. 文中の～に適切な語や数字を記入しなさい。

問 2. タンパク質の生合成に用いられるアミノ酸のうち、最も構造が単純なアミノ酸は何か、名称を答えなさい。

問 3. 6個のアミノ酸のつながったペプチドのアミノ酸配列には、最大何通りの可能性が考えられるか、答えなさい。

問 4. 下線部①について、だ液に含まれる消化酵素アミラーゼは、どんな化学反応を触媒するのか、化学反応、基質および生成物の名称をそれぞれ答えなさい。

問 5. 下線部②について、なぜタンパク質の性質が変化するのか、20字以内で答えなさい。

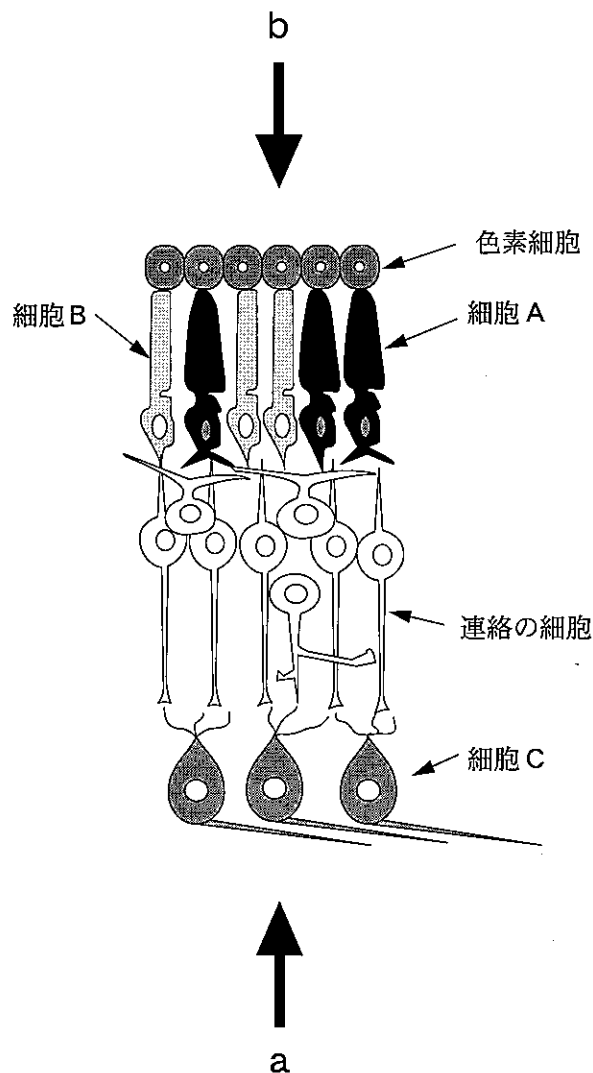
問 6. 次の文章のうち、正しいものをすべて選び、記号で答えなさい。

- ア. 抗体はタンパク質なので、人工的な化学物質を抗原とする抗体は生合成できない。
- イ. 牛肉だけを食べていると、筋肉の構成タンパク質のアミノ酸配列が牛肉に似るようになる。
- ウ. 摂氏 90 度の熱水中でも生息できる生物が存在する。
- エ. バクテリオファージは核酸をもつが、タンパク質をまったくもたない。
- オ. 一般に動物細胞を構成する物質中で、タンパク質の占める割合(重量比)は水に次いで大きい。

IV 視覚に関する次の文章を読み、問い(問1～6)に答えなさい。

下図は脊椎動物の網膜の構造を示している。細胞Aと細胞Bは光受容細胞(視細胞)である。細胞Aは色を見分けるのに必要である。細胞Bは細胞Aより光強度の変化に敏感で、弱い光でも感じることができるが、色の区別はできない。これらの細胞で受容された光情報は、連絡の細胞を介して、細胞Cへと伝えられる。さらに、細胞Cは突起を脳まで伸ばし、情報を脳まで伝えている。

明るいところから暗いところに入ると、しばらくの間は何も見えないが、やがて徐々に見えるようになってくる。これは、暗いところにいると視細胞の感度が増加するためである。



問 1. 細胞A, 細胞B, 細胞Cの名称を答えなさい。

問 2. 下線部①について, ヒトが受容できる光の波長の範囲として適切なものを選び, 記号で答えなさい。

ア. 200~700 nm

イ. 200~500 nm

ウ. 400~700 nm

問 3. 図の場合, 光はa, bのどちらの方向から入射するのか, 答えなさい。

問 4. 細胞Aを用いて色を見分けるしくみを, 100字以内で説明しなさい。

問 5. 下線部②について, この突起の名称を答えなさい。また, この突起における情報の伝わるしくみを, 40字以内で答えなさい。

問 6. 下線部③のように視細胞の感度が調節されることを何とよぶのか, 答えなさい。

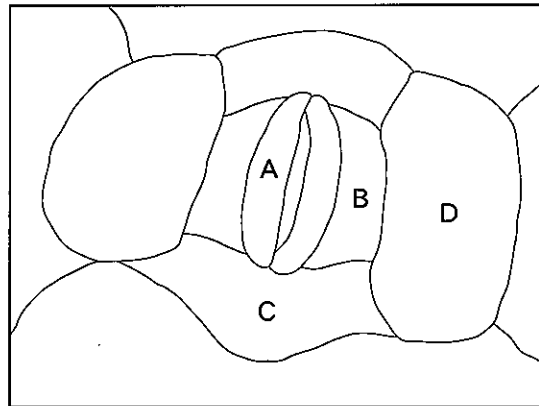
V 植物の気孔の役割に関する次の文章を読み、問い(問1～5)に答えなさい。

植物の葉の表皮は、層でおおわれており、葉の表面から、直接、蒸発する水分は少ない。しかし、葉の表皮には、2個の孔辺細胞で形づくられた気孔が多数存在し、植物体からの水分の蒸発は、主にこの気孔を通して調節されている。植物体内の水分が、水蒸気として空気中に放出される現象をという。

気孔の開閉は、孔辺細胞の膨圧の変化によっておこる膨圧運動である。一般に、光合成が活発<sup>①</sup>になるような環境条件のときに、孔辺細胞の膨圧が上がり、気孔は開く。しかし、植物体が水不足の状態になると、ある植物ホルモンの含量が増加し、気孔は閉じる<sup>②</sup>。このように、気孔は、光合成のために必要なの取り込みとの調節において、重要な役割を果たしている。

問1. 文中の～に適切な語を記入しなさい。

問2. 下の図は、ツユクサの葉の表皮をはがして光学顕微鏡で観察したときのスケッチである。



- (1) 解答欄の図中で、気孔を黒く塗りつぶしなさい。
- (2) 葉緑体をもつ細胞はどれか、A～Dより選び、記号で答えなさい。

問3. 植物の膨圧運動は、下線部①の気孔開閉の例以外にも知られている。下記の現象のうち、膨圧運動に最も関連の深いものを一つ選び、記号で答えなさい。

- ア. ある植物の頂芽を切除すると、側芽が成長し始めた。
- イ. チューリップの花が、気温の変化に応じて開閉した。
- ウ. マカラスムギの芽ばえが、光の方向に屈曲した。
- エ. オジギソウにさわると、葉が急速に閉じた。
- オ. レタスの種子に赤色光をあてると、発芽が促進された。

問 4. 下線部②に関して、孔辺細胞の膨圧が上がると気孔が開くしくみについて、80字以内で書きなさい。

問 5. 下線部③の植物ホルモンの名称を答えなさい。また、下記の現象のうち、この植物ホルモンが最も関係しているものを選び、記号で答えなさい。

ア. 頂芽優勢

イ. 種子の発芽促進

ウ. 種子の休眠

エ. 不定芽の形成

オ. 果実の成熟