

理 科

9 : 00~11 : 00

解 答 上 の 注 意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題紙を開いてはならない。
2. 問題紙は、32 ページある。このうち、「物理」は2～7 ページ、「化学」は8～16 ページ、「生物」は17～25 ページ、「地学」は26～32 ページである。
3. 「物理」、「化学」、「生物」、「地学」のうちから、あらかじめ届け出た2科目について解答せよ。各学部・系の必須科目(◎印)と選択科目(○印)は下表のとおりである。

学部・系・専攻 科目	理 学 部				医 学 部						歯 薬 学 部		工 学 部			農 学 部			獣 水 産 学 部					
	数 理 系	物 理 系	化 学 系	生 物 系	医 学 系	保 健 学 系		学 術 科 攻	理 学 法 学 攻	専 業 法 学 攻	専 業 法 学 攻	歯 学 部	薬 学 部	材 料 ・ 化 学 系	情 報 工 学 系	口 頭 レ ク ス 系	物 理 工 学 系	社 会 工 学 系	農 ・ 綜 合 系	農 ・ 化 学 系	農 ・ 生 物 系	獣 医 学 部	水 産 学 部	
						看 護 学 専 攻	放 射 線 技 術 専 攻																	
物理	◎	◎	○	○	○	○	◎	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎	○	○	○	○	○	○	○	○
化学	○	○	◎	○	○	○	○	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	○	○	○
生物	○	○	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	○	○	○
地学	○	○	○	○													○	○	○	○	○	○	○	○

注：工学部(社会工学系)は、物理又は化学を含む2科目選択

4. 受験する科目の解答用紙には、受験番号および座席番号(上下2箇所)を、監督員の指示に従って、指定された箇所に必ず記入せよ。
5. 解答はすべて解答用紙の指定された欄に記入せよ。
6. 必要以外のことを解答用紙に書いてはならない。
7. 問題紙の余白は下書きに使用してもさしつかえない。
8. 下書き用紙は回収しない。

生 物

解答はすべて各問題の指示にしたがって解答用紙の該当欄に記入せよ。

1 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

地球上にすむ全生物を5界説に基づいて分類すると、界、原生物界、界、植物界、動物界に分けられる。動物界をその発生様式で分類すると、胚葉未分化の動物、二胚葉段階の動物を経て三胚葉段階の動物に至る。さらに三胚葉段階の動物は、原腸形成の様式の違いで、^a旧口動物^bと新口動物に分けられる。

多細胞動物の個体は、もとは1個の受精卵から生じたものであり、どの体細胞核の遺伝子構成もすべて同じはずである。しかし各組織・器官を作っている細胞は、それぞれ異なった形態や機能を持っている。たとえば、ヒトの肝細胞は血液凝固に関与するフィブリノーゲンや、血しょうの主要な成分であるアルブミンなど多くのタンパク質を生成し、すい臓のβ細胞はインスリンというホルモンを分泌する。つまり、細胞には多くの遺伝子が含まれているが、^cすべての遺伝子がおなじように発現しているのではなく、分化した細胞ではその細胞のはたらきにかなった特定の遺伝子が発現している。しかし、分化した細胞でも、完全な個体^dの形成に必要な能力を持っていることは、多くの事実や実験から推定されている。このことは、分化した細胞でも個体形成に必要なすべての遺伝子を持っている^eことを示している。

問 1 文章中の～に適切な語を入れよ。

問 2 下線部 a に関して、旧口動物と新口動物の発生様式はどう違うのか、簡潔に述べよ。

問 3 次の動物群で、下線部 b に属するものをすべてあげ、番号で答えよ。

- | | | |
|----------|---------|--------|
| ① カブトガニ | ② カエル | ③ ヒトデ |
| ④ バッタ | ⑤ ゴカイ | ⑥ ハマグリ |
| ⑦ ナメクジウオ | ⑧ カモノハシ | ⑨ ヒドラ |

問 4 下線部 c に関して、ある動物の発生途中の遺伝子発現が時間的・空間的に変化する様子を顕微鏡下で観察できる現象がある。適当な動物名をあげ、その現象を説明せよ。

問 5 下線部 d のような細胞の能力を何とよぶか。

問 6 下線部 e を証明する実験または事実として正しいものはどれか。次の①～⑦の中からすべて選び、番号で答えよ。

- ① ウニの 4 細胞期胚の割球をそれぞれ単離して飼育したところ、4 匹の完全なプルテウス幼生へと発生した。
- ② イモリ成体の前肢を上腕部で切断し、再生させたところ、完全な前肢が生じた。
- ③ カエル胞胚の動物極側細胞を取り出し、いろいろな成長因子(アクチビンなど)の存在下で培養すると、^{せきさく}脊索や筋肉が分化した。
- ④ カエル初期のう胚(原腸胚)の原口背唇部を切り取り、別の初期のう胚の胞胚腔へ移植したところ、二次胚が形成された。
- ⑤ ヒツジの乳腺細胞と、除核された未受精卵とを細胞融合し、その後発生した胚を仮親の子宮に移植する方法でクローンヒツジが生まれた。
- ⑥ ニンジンの根の細胞からカルスを形成させ、加える植物ホルモンの濃度を調節して培養し完全な植物体を得た。
- ⑦ 細胞性免疫を担当する T 細胞には多くの種類があり、それぞれ特定の抗原だけと反応するので、体内に侵入するさまざまな抗原に対応することができる。

2 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

被子植物の葯やくの中で分化した花粉母細胞は、ア 分裂によって、4個の細胞のイになる。イは孢子に相当し、まわりのウに相当する組織から栄養をもらって成熟花粉に発達する。花粉は、雄性エであり、花粉内で雄性オに相当する精細胞がつくられる。

花粉が発達の途中で退化する突然変異(卵細胞は健全)が、タマネギでみつかった。花粉不稔と呼ばれるこの変異をひき起こす遺伝子(Sと名づける)は細胞質に含まれており、卵細胞のみを通じて子孫に伝えられる。一方、Sの働きを抑える遺伝子が核の染色体上にあり、この核遺伝子をもつタマネギは、細胞質にSがあっても受精能力を備えた稔性花粉をつくる。

稔性花粉を全く作れない完全不稔型タマネギに、稔性花粉を交配して得たF₁植物の葯やくを調べたところ、花粉はすべて稔性を示した(これを完全稔性型と呼ぶ)。このF₁を自家受精させると、F₂では完全稔性型個体と完全不稔型個体が3 : 1の割合で分離した。また、F₁植物の花粉を完全不稔型タマネギに交配して得た次代では、完全稔性型個体と完全不稔型個体が1 : 1の割合で生じた。

細胞質遺伝子と核遺伝子との相互作用によってひき起こされる花粉不稔は、イネでもみついている。しかし、イネとタマネギでは花粉不稔の遺伝のしくみに相違もみられる。イネにおける花粉不稔の遺伝のしくみを知る目的で、完全不稔型イネに稔性花粉を交配し、F₁植物を得た。さらにF₁の自家受精によるF₂や、F₁植物の花粉を完全不稔型イネに交配して得た次代も育てて、表現型と分離を調べた。その結果は下の表の通りである。

世代・交配組合せ	表現型と分離比
$\frac{F_1}{b}$	稔性花粉と不稔性花粉を50%ずつ生産する植物(半不稔型植物と呼ぶ)のみ
F ₂	<u>完全稔性型植物</u> : 半不稔型植物が1 : 1の割合で分離
完全不稔型×F ₁	半不稔型植物のみ

- 問 1 文章中の ～ に適当な語を入れよ。
- 問 2 下線部 a の植物を無作為に 12 個体選び、すべて自家受精させて、合計 1200 粒の種子を得た。これらの種子から育つ植物の中で完全不稔型を示す個体の数(期待数)を記せ。
- 問 3 下線部 b の植物の花粉を下線部 c の植物に交配した。次代に生ずる完全稔性型植物の割合は何%か、小数点以下を四捨五入して記せ。
- 問 4 下線部 c の植物の花粉を下線部 b の植物に交配した。次代に生ずる完全稔性型植物の割合は何%か、小数点以下を四捨五入して記せ。
- 問 5 タマネギの花粉不稔とイネの花粉不稔は、遺伝のしくみがどのように異なっているか。 と に入れた語を使って、説明せよ。

3 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

海水、汽水、淡水、あるいは水の少ない陸上などの異なる環境において、動物の体液の浸透圧が一定なのは、それぞれの環境で、水と溶質の体内への入量と体外への出量の平衡をとるしくみがあるからである。たとえば、海水生の硬骨魚類では、 や体表から水が流出するが、口から食物とともに多量の海水を飲み込み で吸収し、 から塩類を排出する一方、余分な塩類は、腎臓で処理し塩分濃度の高い尿として排出する。淡水生の硬骨魚類では、逆に、 や体表から水が流入するが、口からはわずかな水しか飲まず、食物に含まれる塩類をとり、 からも塩類を細胞内に取り入れる一方、塩分濃度の低い尿を多量に排出する。どちらの魚類の場合でも、体液の浸透圧は、海水のそれより低く、淡水のそれより高い値に保たれている。淡水と海水を移動する魚類では、環境の変化に対応して、上のようなからだの各部での水と塩類の入出量が調節されている。また、海水生の軟骨魚類の体液の浸透圧は、海水のそれよりいくぶん高いが、これらの体液には、溶質として無機塩類以外に も多量に含まれていることによる。

平均的ヒト成人における1日の水の入出量は、いずれも2.5lで、入量は、飲水により1.2l、食物水分として1l、体内でつくられる代謝水(酸化水)が0.3lである。出量は、尿として1.5l、呼吸や体表からの蒸発分0.9l、便の水分として0.1lであり、水の出量の大部分を、尿がしめている。尿を生成する腎臓の構造上の単位は、ネフロン(腎単位)とよばれ、毛細血管のからみあつた とこれをつつむボーマン囊からなるマルピーギ小体(腎小体)と、これにつづく腎細管よりなる。血液が を通るとき、血球やタンパク質以外の成分は、血圧により血管壁を通してろ過され、ボーマン囊をへて腎細管とそれにつづく集合管に送られる。このろ過された液を原尿とよび、毎分130mlつくられる。原尿に含まれる成分は、血しょうのそれとほとんど差がなく、 などの不要物質のほか、 やアミノ酸類、塩類など、からだに必要な物質も含まれている。原尿が腎細管や集合管を通る間に、 のすべてと、水、アミノ酸類、塩類などの大部分が腎細管・集合管をとりまく毛細血管内に再吸収され

る。従って、などの再吸収率は低く、水や Na^+ 、 Cl^- などの再吸収率は高い。

このような、腎臓における水や Na^+ などの再吸収は、神経系と内分泌系により調節される。たとえば、激しい運動をした後や高濃度の塩分を含む食物を摂取した後では、血液の浸透圧が上昇する。視床下部にある浸透圧受容器細胞がそれを感知し、飲水中枢を刺激し、飲水行動を誘導すると同時に、脳下垂体後葉から、の分泌を促す。これが、腎細管の一部や集合管の細胞に作用して、そこでの水の再吸収を促進させるため、血液の浸透圧は、もとの値まで低下する。また、脱水や出血などによる血液量の減少で血圧の低下が起こると、腎臓ののそばにある組織の細胞が、レニンといわれる酵素を血液中に放出して、アンギオテンシンⅡというホルモンを作り出す。アンギオテンシンⅡは、小動脈の筋肉を収縮させて血圧を上昇させる一方、副腎皮質からの分泌を促す。これは、腎細管の細胞に作用して、水や Na^+ などの再吸収を促進させ血液量や血圧をもとに戻す。

問 1 文章中の～に適切な語を入れよ。

問 2 下線部 a は、エネルギーを使って行われるはたらきである。下線部 b は、結果が原因を制御するはたらきである。それぞれを何とよぶか。

問 3 は、どの器官で、何とよばれる反応回路で生成されるか。

問 4 ほ乳類でのに対応する排出物は、硬骨魚類 (A) と鳥類 (B) では何か。物質名とその物質で排出される利点を記せ。

問 5 ヒトの腎臓における 1 日の水の再吸収率は何%か。ただし、原尿、尿の密度を 1.0 とし、計算式を示し、小数点以下を四捨五入して答えよ。

問 6 100 g が完全に酸化分解したとき何 g の水が得られるか。そのときの化学反応式を示し、小数点以下を四捨五入して答えよ。ただし、 $\text{C}=12$ 、 $\text{O}=16$ 、 $\text{H}=1$ とする。

問 7 腎臓のはたらきがそこなわれると血液中の不要物質を体外に排出できなくなり、尿毒症などの危険な症状がでてくる。この症状を改善・予防するためにおこなわれる医療法があるが、その名称と原理を記せ。

4

次のAおよびBの文章を読み、以下の問に答えよ。

A 体細胞分裂には核の遺伝情報を娘細胞に分配する過程と細胞質を娘細胞に分配する過程が含まれる。成長している植物の根端を酢酸などを用いて固定し、希塩酸で細胞壁を分解したのち、押しつぶし^a標本を作成して顕微鏡で観察すると、体細胞分裂のいろいろな時期の細胞が観察できる。それらは染色体の形態とその細胞内の配置によって、前期、中期、、の順に分類される。

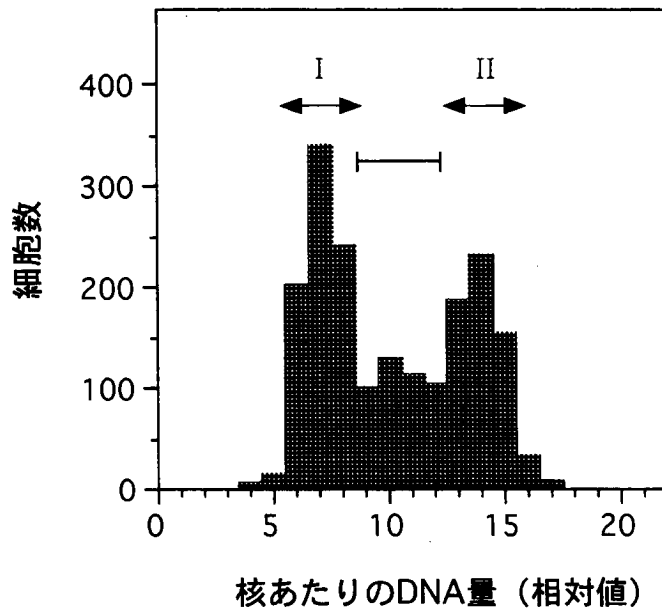
体細胞分裂の進行過程には生物間での共通性がある。間期核の染色体は一樣に分布した状態にあるが、体細胞分裂が始まると、染色体が凝縮して個々に識別できるようになる。染色体は細胞の赤道面に並んだあと、分離しながらそれぞれ別の極に移動する^c。細胞分裂が始まるとまもなく、核小体とが消失する。移動が終了した染色体はその後一樣な塊になり、が再構成されて娘核の形成が完了する。植物細胞では核の間にができ、発達してやがて細胞の仕切りとなる。


分裂組織の細胞は間期を経て再び分裂を開始するが、一部の細胞は分裂を停止して、構造を維持する細胞に変化したり、特定の機能を持つ細胞へと分化する。茎や根の先端で生じた娘細胞の一部は、分裂を停止したのち基部と先端をつなぐ方向に伸長成長を始める。成熟した植物体のほとんどの細胞は再び分裂することはないが、茎の肥大成長に関与するの細胞などは、個体が成熟したのちも細胞分裂する。一方、道管になる細胞は核と細胞質を失うことによって、維管束として機能するようになる。

- 問 1 文章中の ア ~ オ に適当な語を入れよ。
- 問 2 下線部 a における固定の目的を述べよ。
- 問 3 下線部 b において、分散した染色体が凝縮する仕組みを説明せよ。
- 問 4 下線部 b と c の過程を正しく説明しているのはどれか、次の①～⑥の中から 2 つ選び、番号を記せ。

- ① すべての染色体が縦に裂け、それぞれが分かれて極の方向に移動し、等しい 2 つの染色体群が形成される。
- ② 対をなす同形同大の染色体が並列に接着した状態で赤道面上に並び、その後分離して別の極に移動する。
- ③ 細胞が伸長することによって、細胞膜に結合している紡錘体が極の方向に伸ばされ、染色体が分離する。
- ④ 動物細胞と一部の植物細胞に存在する中心体は、染色体が赤道面に並ぶのと同時に分裂し、別の極に移動する。
- ⑤ 染色体の凝縮に要する時間は、染色体が赤道面上に並んでいる時間や極への移動に要する時間よりも長い。
- ⑥ 赤道面に並んだ染色体が移動を開始してから終了するまでの時間は生物種によらずほぼ一定で、温度による影響も受けない。

B 成長している幼植物の根端から分裂組織を含む部位を採取し、個々の間期細胞について核に含まれる DNA の量を測定した。得られた結果をもとに、DNA 量と計測された細胞数との関係から下の図を作成したところ、DNA 量の測定値は I および II の範囲に集中して分布していることがわかった。しかし、I と II の中間の DNA 量を示す細胞も存在していた。



- 問 5 分裂後まもない細胞は I, II のどちらの範囲に含まれるか、記号で答えよ。
- 問 6 I と II の中間の領域(図中に  で表示)にも細胞が分布した理由を説明せよ。
- 問 7 同じ幼植物の根から伸長成長をしている部位を採取し、同様の測定を行ったところ、ほとんどの細胞が I の範囲の DNA 量を持っていた。この結果から推定されることを記せ。