

理 科

＜監督者の指示があるまで開いてはいけない＞

1. 受験票に指定した2科目について、解答を別紙の解答用紙に記入しなさい。
2. 下書きや計算は問題用紙の白紙部分を利用しなさい。
3. 記入中でない解答用紙は必ず裏がえしにしておきなさい。
4. 問題用紙は各科目の試験終了後持ち帰ってもよい。
ただし、試験途中では持ち出してはいけない。

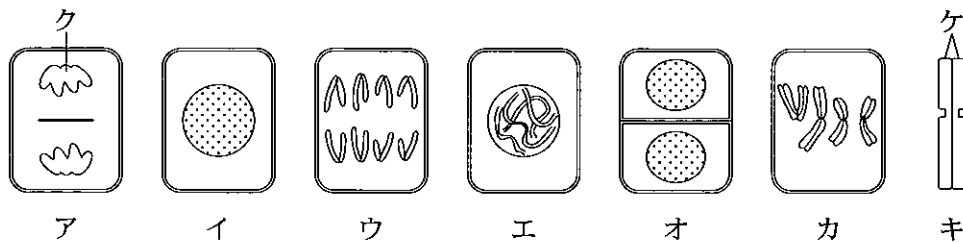
問 題 目 次

物 理	1	～	5	ページ
化 学	6	～	15	ページ
生 物	16	～	22	ページ

生 物

1. ある被子植物の根端細胞を用いて細胞周期各期の持続時間を調べ、順不同で下表に示した。また、観察された様々な時期の細胞をスケッチした(下図)。ただし、図中に核小体は描かれてなく、キはカのうちの本の染色体を模式的に描いたものである。また、根端での細胞周期は細胞間で非同調的であり、各期の持続時間はそれらの平均値である。各問いに答えよ。

細胞周期	S 期	G ₁ 期	G ₂ 期	M 期
持続時間(時間)	8	6	5	2



問 1. 細胞周期を S 期から始まるものとし、残りの 3 つの時期を進行する順番に並べ替えよ。

問 2. 図のア～カから、G₂ 期の細胞として最も適当なものを 1 つ選べ。

問 3. 次の文中の a, b の にあてはまる適当な細胞を、図のア～カから選び答えよ。

核小体は a の終わりごろ消失し、b に再び出現する。

問 4. 伸長中の根に、放射性同位元素である ³H で標識したチミジン(³H-チミジン、チミジンはチミンとデオキシリボースが結合したものを)を 30 分間与え、細胞周期についての実験を行った。なお、³H-チミジンが DNA に取り込まれた場合、標識は染色体上に黒い点として現れる。

(1) ³H-チミジンを与えた後、標識が 1 回目の分裂期の前期染色体上に最も遅く現れる時間はおよそ何時間後か。次の a～e から最も適当なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

a. 5 時間後 b. 8 時間後 c. 11 時間後 d. 13 時間後 e. 19 時間後

(2) ³H-チミジンを取り込んだ染色体が 2 回目の分裂期に達したとき、標識はどのようになるか。ケで示した 2 本の染色体(姉妹染色分体)をもとにして、正しいものを次の a～d から選び、記号で答えよ。

- a. 2 本の染色体とも 1 回目と同程度に標識される。
- b. 2 本の染色体とも標識されるが、標識の数は 1 回目の半分になる。
- c. 1 本の染色体のみ標識される。
- d. 2 本の染色体とも標識されない。

問 5. 生体を構成している細胞の中には、表に示した細胞周期のどの時期にも当てはまらない細胞がある。この細胞はどのような状態にある細胞といえるか。

- 問 6. 図をもとに、この細胞からなる植物の1ゲノムは、何本の染色体からなるか、答えよ。
- 問 7. 図中のイとカの細胞について、遺伝子発現はどちらが活発か。解答欄 I に答えよ。また、解答欄 II には、その理由を染色体の構造上の観点から述べよ。
- 問 8. 核または核由来の DNA について、図中のクの染色体群と同じ DNA 量をもつ細胞を a～f からすべて選び、記号で答えよ。
- a. 第一分裂中期の花粉母細胞
 - b. 第二分裂中期の花粉母細胞
 - c. 分裂中期の雄原細胞
 - d. 花粉管細胞
 - e. 受精前の中央細胞
 - f. 分裂直後の胚乳細胞
- 問 9. 図中のカに描かれた4本の染色体のうちの1本には、DNA 分子は何本存在するか。a～f から選び記号で答えよ。
- a. 1本
 - b. 2本
 - c. 4本
 - d. 染色体上の遺伝子の数と同じ本数
 - e. 染色体上の遺伝子の数の2倍の本数
 - f. 染色体の大きさに応じた本数
- 問10. 次のア～オの文章から正しいものをすべて選び、記号で答えよ。
- ア. 大腸菌を注意深く破壊すると、一定の数の切れ目をもった DNA が現れる。
 - イ. 酵母菌の間期の染色体は、核膜によって包まれている。
 - ウ. ショウジョウバエのだ腺染色体は、分裂中期のものである。
 - エ. ヒトの染色体の DNA は環状である。
 - オ. 真核生物の DNA は、ヒストンと結合し染色体を形成する。

2. 生物の運動に関する次の問いに答えよ。

I. 動物では、筋肉の収縮、べん毛運動、繊毛運動、アメーバ運動などのいろいろな運動が見られる。これらの運動には細胞質に分布している複数の種類の繊維状のタンパク質が関与し、これらをまとめて と呼ぶ。 には、筋繊維でよく発達しているアクチンフィラメントや中心体、紡錘体、繊毛、べん毛などを構成する などがある。

問 1. 文中の 1, 2 の の中に適当な語を記入せよ。

問 2. 筋収縮はアクチンとミオシンの相互作用により起きる。 と相互作用し、繊毛やべん毛の運動を引き起こすタンパク質の名称を1つ答えよ。

問 3. アクチンとミオシンに関する次の文章から誤っているものをすべて選び、記号で答えよ。

ア. 球形をしたアクチンが多数連なって、アクチンフィラメントを形成する。

イ. ミオシンの尾部どうしが結合し、ミオシンフィラメントを形成する。

ウ. ミオシンの頭部は ATP 分解酵素として働く。

エ. Ca^{2+} がアクチンフィラメントへ結合することにより、ミオシンとアクチンが解離する。

オ. アクチンフィラメントは、ATP を用いてミオシンフィラメントをたぐりよせる。

問 4. 筋収縮の直接のエネルギー源は ATP であるが、筋繊維内に含まれる ATP の量は数秒間の強縮でなくなってしまう程度の量である。しかし、実際は弛緩時も収縮時も、筋繊維内の ATP 濃度はほぼ一定に保たれている。その理由を答えよ。

問 5. 人体において、繊毛運動が見られる器官を1つ答えよ。

II. 植物は外部環境からの刺激に反応して、成長運動や膨圧運動を行う。また、植物細胞内では細胞小器官が活発に原形質流動を行っている。

問 6. 次の運動から成長運動をすべて選び、記号で答えよ。

ア. チューリップの花の開閉運動

イ. オジギソウの葉の開閉運動

ウ. マメ科植物の就眠運動

エ. タンポポの花の開閉運動

オ. キュウリの巻きひげの形成運動

問 7. 植物の原形質流動にも、細胞質に分布する繊維状のタンパク質が関与している。繊維状タンパク質およびそれと相互作用するタンパク質の名称をそれぞれ答えよ。

- 問 8. ある植物細胞の原形質流動の速さを測定するために、10 倍の接眼レンズと 10 倍の対物レンズを用いて、接眼マイクロメーターと対物マイクロメーターの両方の目盛りが一致するところを調べた。その結果、接眼マイクロメーターの 5 目盛り分と対物マイクロメーターの 6 目盛り分が一致していた。次に接眼レンズ 10 倍、対物レンズ 40 倍で細胞を観察したところ、葉緑体が 5 秒間に接眼マイクロメーターの 9 目盛りを移動した。この細胞の原形質流動の速さは秒速何 μm か。ただし、対物マイクロメーターの 1 目盛りは $10 \mu\text{m}$ である。
- 問 9. 気孔の開閉は膨圧運動によっておきる。あるホルモンをつくれないタバコの変異体を実験的につくり、その植物体を湿度の調節をしていない温室に置いたところしおれて枯れたが、同じ変異体を 90 % の高湿度に調節した温室に置いたところ枯れずに成長した。その理由を考察し、ホルモンの名称を解答欄 I に、理由を解答欄 II に記せ。ただし、野生株を用いた場合、どちらの湿度条件でも枯れずに成長した。

3. 恒常性と排出に関する各問いに答えよ。

I. 硬骨魚の体液の恒常性は、生息環境に適応した仕組みで保たれている。例えば、マグロは常に多量の海水を飲み、水分を腸から吸収する一方で、えらにある 1 から余分な塩類を排出し、血液と 2 な尿を少量排出する。一方、フナは水をほとんど飲まず、塩類を 1 から積極的に取り入れ、腎臓で塩類を多く再吸収するとともに薄い尿を多量に排出する。

ヒトでは腎臓が体液の恒常性維持や老廃物の排出において重要な働きをしている。ヒトが塩類の多い食事をしたり、多量に汗をかいた場合、視床下部にある 3 で合成されるバソプレシンが主に腎臓の 4 に働きかけ、水の再吸収を盛んにすることで体液の浸透圧の上昇を防いでいる。一方、多量の水を飲んだ場合、副腎皮質から分泌される 5 と呼ばれるホルモンが働いて、塩類の再吸収が促進される。

問 1. 文中の 1～5 の の中に適当な語を答えよ。

問 2. サメなどの軟骨魚類は硬骨魚類とは異なった機構で海水に適応している。サメの体液の組成の特徴とそれが海水適応にもたらす効果について述べよ。

II. 下表は、健康な人にイヌリンを静脈注射した後、血しょう、原尿、尿における尿素とイヌリンの濃度を測定した結果を示している。ただし、イヌリンは細尿管(尿細管)で再吸収や分泌されない物質である。尿は 1 分間に 1 ml 生成されるものとする。

	血しょう (g/100 ml)	原尿 (g/100 ml)	尿 (g/100 ml)
尿 素	0.03	0.03	2
イヌリン	0.10	0.10	12

問 3. 尿素は肝臓において、ある生体物質と CO₂ から作られる。ある生体物質とは何か、答えよ。

問 4. 電子顕微鏡で細尿管を観察したところ、その細胞内には大型のミトコンドリアが多数分布していた。その理由を考察せよ。

問 5. 原尿中の尿素は 1 分間に何 mg 再吸収されたか、答えよ。

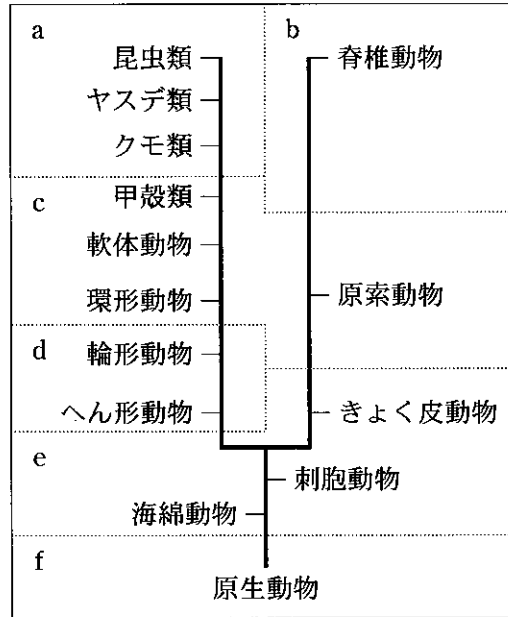
Ⅲ. 動物の排出器は進化に伴い変化を遂げた。図は系統樹上の動物を排出器の構造の違いにより、点線で区分した a～f のグループに分類したものである。

問 6. 次のア～ウは a～f のうちのどのグループの特徴か。最も適当なグループを 1 つ選び、記号で答えよ。

ア. 原腎管をもつ。

イ. マルピーギ管をもつ。

ウ. 収縮胞をもつ。



4. 進化に関する次の各問いに答えよ。

I. とともに人口が10,000人からなる集団Iと集団IIにおいて、ABO式の血液型について調査を行った。集団Iでは遺伝子A, B, Oの頻度はそれぞれ0.3, 0.1, 0.6であった。また、集団IIではA型の人口が4,500人で、遺伝子Aの頻度は0.5であった。なお、集団I, IIはともにメンデル集団として成立するものとする。

問 1. 集団がもつすべての対立遺伝子の集合を何と呼ぶか。

問 2. 集団Iにおいて、血液型がA型の人口を求めよ。

問 3. 集団IIにおける遺伝子Bの頻度を求めよ。

問 4. 集団IとIIが突然完全に混ざり合い、混ざり合った集団もまた1つのメンデル集団として成立するものと仮定した場合、一世代後におけるAB型の人口はいくらか。ただし、総人口は変化しないものとする。

問 5. 次の文中の に当てはまる適当な文章を15文字以内で答えよ。

現在の進化学では、集団の 要因が進化の要因になると考えられている。

II. 現在のコムギ類には、染色体数が $2n = 14$ の一粒系コムギ、 $2n = 28$ の二粒系コムギ、 $2n = 42$ のパンコムギなどが知られているが、これらは3種類の異なる祖先をもとにできたものである。一粒系コムギと二粒系コムギを交雑すると $2n = 21$ の雑種^①ができ、この雑種の減数分裂では、二価染色体が7本と二価染色体を形成しないものが7本観察される。

一方、パンコムギは、二粒系コムギの野生種と $2n = 14$ の野生タルホコムギとの交雑^②によってつくられた雑種が、ある種の染色体突然変異を起こすことによって普通系コムギを生じ、その栽培によって形成された種である。

問 6. 一粒系コムギにはAゲノムが2セット(ゲノム構成:AA)、また、二粒系コムギには、少なくともその一方の祖先種のBゲノムが2セット含まれている。減数分裂の観察結果をもとにして、下線部①の雑種がもつゲノム構成を答えよ。

問 7. 野生タルホコムギのゲノムをDで表すと、パンコムギの全ゲノム構成はどのように表されるか。

問 8. 下線部②について答えよ。

(1) 染色体突然変異を起こす前の雑種の減数分裂では、二価染色体および二価を形成しない染色体はそれぞれ何本観察されるか。

(2) ある種の染色体突然変異とは何か。

(3) 交雑によってつくられた雑種は、ある種の染色体突然変異が起きないと生殖機能をもった植物体になることはできない。その理由を述べよ。