

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。

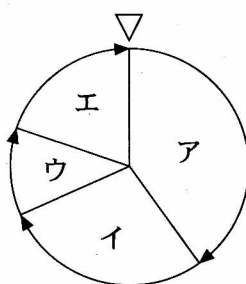
問 題 目 次

物 理	1	～	3	ページ
化 学	4	～	8	ページ
生 物	9	～	16	ページ

生 物

1. 細胞分裂に関する次の各問いに答えよ。

I. 細胞は染色体の複製と分裂を周期的に繰り返して増殖しており、この繰り返しを細胞周期という。細胞周期はM期、S期、G1期、G2期の4つの時期に分けられる。下図はタマネギの根端細胞の細胞周期を示しており、図中の矢印は細胞周期の進む方向を、矢頭(▽)は細胞質分裂の完了する時期を表わしている。



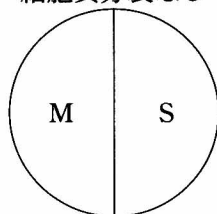
問 1. G1期およびG2期をア～エから選び、記号で答えよ。

問 2. 細胞周期におけるS期とはどのような時期か、答えよ。

問 3. マウスの小腸上皮細胞では、細胞周期の長さはM期1時間、S期7.5時間、G1期9時間、G2期1.5時間である。この細胞の間期にかかる時間を求めよ。

問 4. 生物や細胞の種類によって細胞周期にはいろいろな例外がある。下図はG1期とG2期がなく、細胞質分裂をとみなわない細胞周期を示している。図に該当する例をア～エより選び、記号で答えよ。

細胞質分裂なし



ア. ショウジョウバエの初期卵割

ウ. イモリの初期卵割

イ. カエルの初期卵割

エ. ユスリカの唾液腺細胞

II. 減数分裂によって生殖細胞ができるときには、生殖母細胞が持っていたそれぞれの相同染色体の一方が娘細胞である生殖細胞に入る。生殖母細胞の染色体が $2n = 6$ の場合、生じる娘細胞は a 通りの染色体の組合せを持つ可能性があり、⁽¹⁾ 遺伝的に異なる a 種類の娘細胞ができると考えられる。有性生殖の場合、さらにこれらの生殖細胞が別の個体で形成された生殖細胞と接合することになり、⁽²⁾ b 種類の異なる染色体構成をもつ新しい個体ができる可能性がある。

問 5. 空欄 b に当てはまる数字を答えよ。

問 6. 下線部(1)で生じる染色体の組合せの多様性は、ヒトの卵形成ではいつ起きるか。最も適当な時期をア～エより 1 つ選び、記号で答えよ。

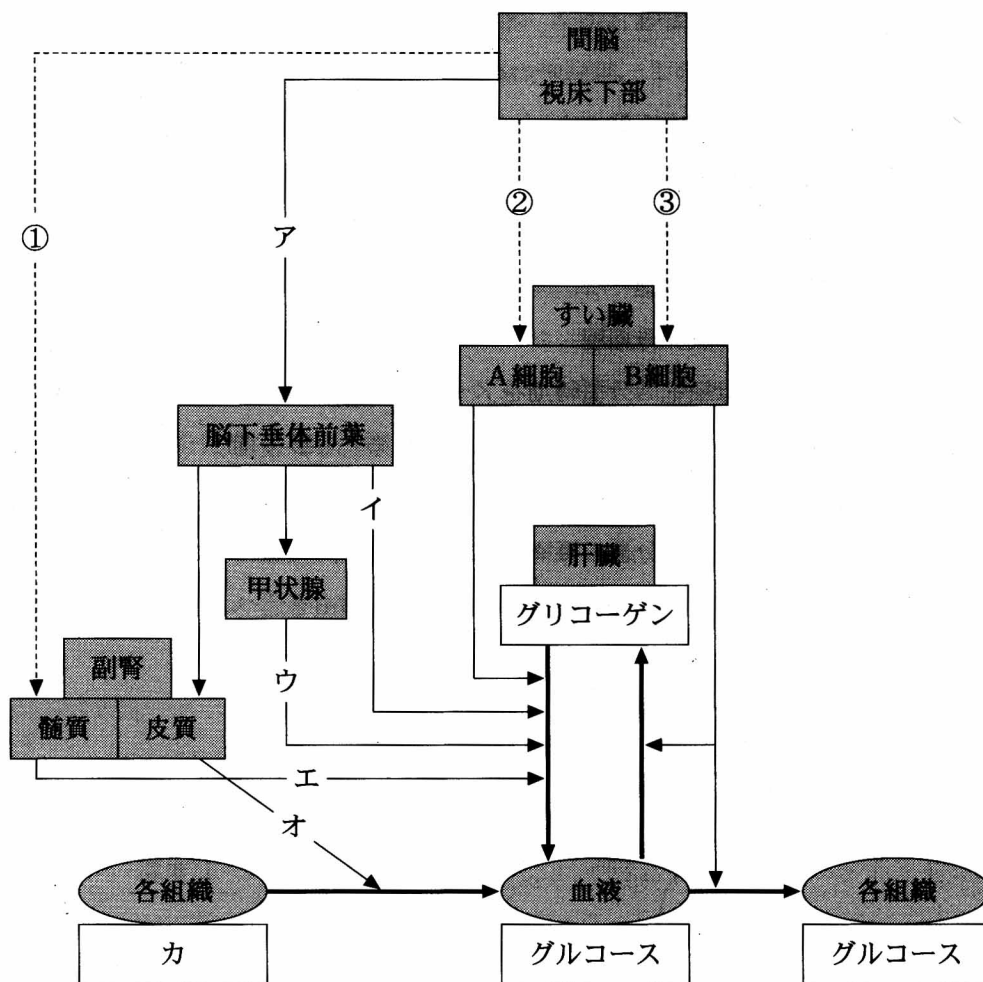
- ア. 始原生殖細胞～卵原細胞 イ. 卵原細胞～一次卵母細胞
ウ. 一次卵母細胞～二次卵母細胞 エ. 二次卵母細胞～卵

問 7. ヒトの受精時の卵母細胞の分裂時期をア～クより選び、記号で答えよ。

- ア. 第一分裂前期 イ. 第一分裂中期 ウ. 第一分裂後期 エ. 第一分裂終期
オ. 第二分裂前期 カ. 第二分裂中期 キ. 第二分裂後期 ク. 第二分裂終期

問 8. 下線部(2)において、減数分裂の機構上の理由により、実際にはさらに多くの種類の染色体構成をもつ新しい個体ができる可能性がある。その理由を述べよ。

2. 血液中のグルコース(血糖)は、組織に運ばれて細胞のエネルギー源として使用されるため、その量の変動はヒトの体に大きな影響を与える。血糖量の恒常性は、ホルモンと自律神経の共同作用によってたくみに調節されており、下図はその調節の仕組みを示したものである。ただし、フィードバック調節については図示していない。以下の各問いに答えよ。



- 問 1. 食後、グルコースが腸から吸収されて血糖量は増加する。小腸においてデンプンをグルコースに分解する過程で働く消化酵素の名称を2つ答えよ。
- 問 2. 小腸、胃、ひ臓、すい臓から集めた血液を肝臓に送る静脈の名称を答えよ。
- 問 3. ①、②、③の神経のうち中枢からの出口が延髄であるものを選び、解答欄Aに番号で答えよ。また、その神経の末端から分泌される神経伝達物質名を解答欄Bに答えよ。
- 問 4. ア、イに当てはまるホルモン名を答えよ。ただし、アは数種類のホルモンを総称した名称である。
- 問 5. ウ～オのホルモンは体温調節においても重要な働きをしている。どのような働きをしているか述べよ。
- 問 6. オのホルモンなどの働きによってグルコースに変えられる物質カの名称を答えよ。

- 問 7. インスリンの分泌量が低下したり、インスリンが正常に作用しなくなると、血液中にグルコースが過剰となり尿中に出てくる。インスリンの働きからその理由を述べよ。
- 問 8. すい臓において、A 細胞と B 細胞が存在する部分の名称を答えよ。
- 問 9. 血糖量は、フィードバック調節によって常に適正な濃度範囲に保たれている。低血糖の状態を感知するのはどこか、図よりすべて選び答えよ。

3. 遺伝子の発現と調節に関する各問いに答えよ。

原核生物に属する大腸菌は、1個体の中に約 4.6×10^6 塩基対からなる DNA をもち、その中には約 4300 個の遺伝子が含まれている。

大腸菌がグルコースを含む培地で生育しているときには、ラクトースをグルコースとガラクトースに分解するラクトース分解酵素は合成されていない。そのときのラクトース分解酵素遺伝子は、その上流にある 遺伝子によってつくられたタンパク質(リプレッサー)が 領域にきわめて近い位置にある に結合しているため、RNA ポリメラーゼは に結合できず、伝令 RNA を合成できない。しかし、培地にラクトースが存在すると、リプレッサーは と結合して には結合しなくなる。このときの には RNA ポリメラーゼは結合できるため、伝令 RNA は転写され、ラクトース分解酵素が合成され、ラクトースが利用される。

問 1. 文中のア～エの空欄に適切な語を記入せよ。

問 2. 大腸菌内における DNA 分子の形状を次の a～d より選び、記号で答えよ。

- a. 環状一重らせん b. 環状二重らせん
c. 直鎖状一重らせん d. 直鎖状二重らせん

問 3. 下線部における DNA は、大腸菌が機能的に調和のとれた完全な生活を営むために必要な DNA である。このような DNA の総体を何と呼ぶか。

問 4. 大腸菌 DNA の全塩基対がタンパク質の情報として使われたと仮定した場合、全タンパク質中には約何個のアミノ酸が含まれているか。次の a～d のうちから最も適当なものを1つ選び、記号で答えよ。

- a. 1.5×10^6 個 b. 4.6×10^6 個 c. 4300 個 d. 1430 個

問 5. 下図の a～c は、上文中の ～ の DNA 上の位置を模式的に表している。RNA ポリメラーゼが転写を開始する際に結合する DNA 上の の領域は、a～c のうちのどこか。

DNA	a		b	c	ラクトース分解酵素遺伝子群
-----	---	--	---	---	---------------

問 6. 上文中の , およびラクトース分解酵素遺伝子群をまとめた単位を一般に何と呼ぶか。

問 7. 次のア～オの文章のうちから正しいものをすべて選び、記号で答えよ。

ア. 真核細胞の場合、DNA がヒストンに結合することによって、RNA ポリメラーゼの DNA への結合が容易になる。

イ. 転写には、DNA の 2 本鎖のうち、どちらか一方の鎖の一部の塩基配列が用いられる。

ウ. エストロゲンは、その受容体と結合すると、複数の遺伝子を特異的に転写させる。

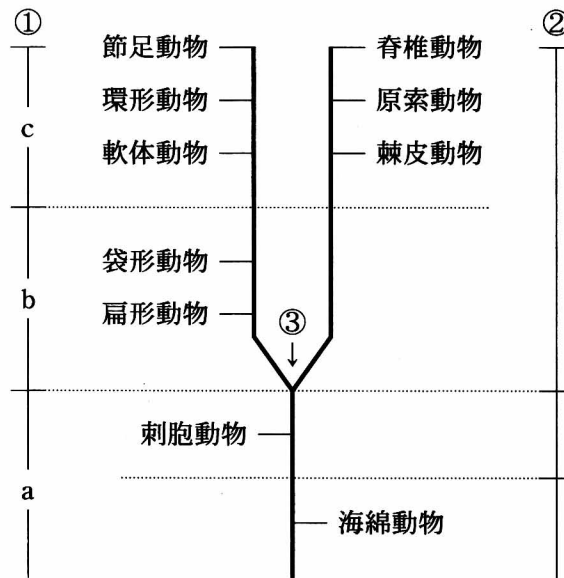
エ. 分化した細胞はそれぞれ異なる遺伝子を持つため、異なるタンパク質をつくることができる。

オ. タンパク質をつくるアミノ酸は 20 種類あるので、アミノ酸の配列を規定するコドンも 20 種類存在する。

問 8. 真核細胞では、大腸菌などの原核細胞とは異なり核が存在する。この構造上の違いに関連して生じる真核細胞と原核細胞の遺伝子発現上の違いを述べよ。

4. 生物の系統と進化に関する各問いに答えよ。

I. 動物界の系統分類については、胚葉の分化などが考え方の基礎となって一般に 32 門に分類されているが、下図にはそのうちの代表的な 10 門の系統樹を記している。以下の各問いに答えよ。



問 1. ①の分類は体腔の進化段階によるものである。bはどのような分類群か、答えよ。

問 2. 次の文中のア、イの空欄に適切な語を記入せよ。

①のcの分類群は、さらに端細胞が分裂してできた からできる裂体腔(端細胞幹系列)と の先端部がくびれてできる腸体腔(原腸体腔幹系列)に分けられる。

問 3. ②における3群への分類は、どのような基準によってなされたものか、述べよ。

問 4. ③における2分岐は、どのような基準によるものか、述べよ。

問 5. 環形動物と軟体動物は互いに近縁であり、袋形動物に近い祖先から進化したと考えられている。その理由を述べよ。

問 6. 生物を分類する基本単位として「種」が用いられている。ウマとロバの交配によってラバと呼ばれる動物が生まれるが、ラバを種と呼べるかどうかは、ラバのどのような特徴に着目すればよいか、述べよ。

II. 生物種の間には、特定の DNA の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列に変異が見られ、これを と呼ぶ。DNA の塩基配列に起こる変異のうち、生物の生存にとって重要な遺伝子で起こる突然変異の多くは生存に不利に働くため、それらの大多数は によって集団から排除される傾向が強い。一方、突然変異の大部分は、生存に有利でも不利でもない中立なものが一般的であり、それらには は働かず、変異遺伝子の頻度は、集団内での偶然による変動を繰り返す。その結果、変異遺伝子は集団から消滅するものもあれば、定着するものもある。

問 7. 文中のア、イの空欄に適切な語を記入せよ。

問 8. 下線部のような遺伝子頻度の変動を何と呼ぶか。

問 9. 上文をもとに、次のア～ウの文章より正しいものを1つ選び、記号で答えよ。

ア. 重要な機能を持つ塩基配列の置換速度は、中立な塩基配列の置換速度より大きい。

イ. 重要な機能を持つ塩基配列の置換速度は、中立な塩基配列の置換速度より小さい。

ウ. 塩基配列の置換速度は、機能の重要性とは関係なく一定である。