

平成 31 年度 入学 試験 問題 (前期)

理 科

注 意

1. 合図があるまで表紙をあけないこと。
2. 物理、化学、生物のうちから 2 科目を選択し、別紙解答用紙に受験番号、氏名を記入すること。
(ただし受験票、入学願書に記入した 2 科目に限る。)
3. 選択した科目以外の科目(例えば物理、化学を選択した場合は生物)の解答用紙にも受験番号、氏名を記入し、全体に大きく×印をすること。
4. 解答は解答用紙の枠内に記入すること。
5. 選択した科目以外の解答用紙に解答を記入した場合、及び解答用紙に解答以外のことを書いた場合、その答案は無効とする。
6. 問題冊子は 1 冊、別紙解答用紙は各科目それぞれ 1 枚である。
7. 受験票は机に出しておくこと。

I 以下の文章を読み、設問に答えよ。

被子植物では重複受精が行われ、1 受精卵は胚に、精細胞と中央細胞が融合した細胞は(1)になり、胚珠は種子になる。種子の中には、適した環境条件になるまで発芽しないものがある。このような状態を、種子の(2)という。(2)の継続は植物ホルモンである(3)に依存している場合が多く、この場合、(2)はジベレリンによって解除されることが多い。

オオムギの種子の場合、胚から分泌されたジベレリンが(1)の周囲の糊粉層に作用すると、アミラーゼ遺伝子(以後、遺伝子Aとする)の転写が誘導され、合成されたアミラーゼが糊粉層から(1)へ分泌される。アミラーゼによって(1)の中のデンプンが分解されて糖となり、糖は胚に供給される。図1は、オオムギの種子から単離した糊粉層にジベレリンを与えたときの遺伝子Aおよび、遺伝子Aの転写調節因子(調節タンパク質)を指定する遺伝子TのmRNA量の時間変化を示している。

問1 (1)~(3)の空欄に適切な語句を入れよ。

問2 下線部1に含まれる次の細胞の核相(例: 2nなど)を答えよ。

- ① 受精卵, ② 胚の細胞, ③ 精細胞, ④ 精細胞と中央細胞が融合した細胞

問3 図1から、ジベレリンと遺伝子TのmRNA量との関係を簡潔に説明せよ。

問4 ジベレリンを与えてからの、遺伝子Aと遺伝子TのmRNA量の時間変化の関係について、図1から分かることを簡潔に説明せよ。

問5 下線部2に関連して、図2は真核生物のある遺伝子の転写調節を示す模式図である。ア~ウは、それぞれ、転写調節因子、転写調節領域、プロモーターのいずれか。

問6 ジベレリンを与えるときに、真核生物のリボソームにおけるタンパク質合成を阻害する薬剤を同時に処理したところ、遺伝子Tは転写されたが遺伝子Aは転写されなかった。

- ア) この薬剤で直接阻害される事象は、転写、翻訳、複製のうちどれか、答えよ。
 イ) 遺伝子Aが転写されなかった理由を「遺伝子T」、「転写」、「翻訳」、「転写調節因子」という語句を全て含めて簡潔に説明せよ。

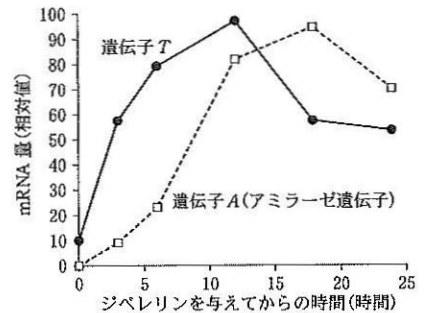


図1 Gublerら1995より改変

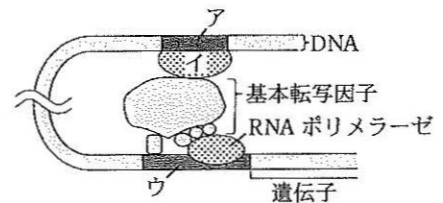


図2

II 以下の文章を読み、設問に答えよ。

哺乳類の体内の水分量は、ホルモン、自律神経系、行動などによって調節されている。水分量を維持するためにヒトは水を飲む必要があるが、砂漠にすむカンガルーネズミは尿、汗、呼吸などにより失われる水の量を最低限に抑え、1 エサを摂取したときに生じる水分とエサに含まれる水分のみで必要な水分をまかなっているため、水を飲む必要がない。水の排出量を抑えるしくみの一つとして、カンガルーネズミは効率のよい腎臓を持ち、2 ヒトの約4倍の浸透圧を持つ尿を排出している。

問1 腎臓に働きかけることで水分量の調節を行っている脳下垂体後葉から分泌されるホルモンの名称を答えよ。

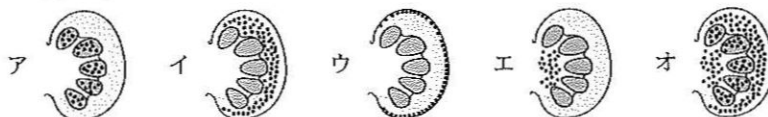
問2 下線部1の水分は呼吸により生じる。呼吸では、1分子のグルコースから差し引き何分子の水が生成されるか答えよ。

問3 健康なヒトで、血液から尿が作られる過程を、(A)血液から原尿が作られる過程と、(B)原尿から尿が作られる過程に分け、以下の語句を用いてそれぞれ簡潔に説明せよ。なお、(A)、(B)全体を通して全ての語句を使うこと。各語句は何度使っても良い。(糸球体、血球、タンパク質、ろ過、ポーマンのう、細尿管、グルコース、水分、塩類、毛細血管、再吸収)

問4 表は、健康なヒトの血しょう、原尿、尿の組成を示したものである。①~⑤に当てはまる物質を下記から選び、(a)~(e)の記号で答えよ。

- (a) タンパク質, (b) クレアチニン, (c) グルコース, (d) 尿素, (e) ナトリウムイオン

問5 プタの腎臓を用いて腎動脈から墨汁を流し込むと、糸球体が黒く染まる。墨汁を流し込んだ後の腎臓を切ったとき、腎臓のどの部分がどのように黒く染まって見えるか、最も近いものを図から選び、ア~オの記号で答えよ。



問6 下線部2で、ヒトの通常の水分の再吸収率を99%とした場合、水分の再吸収率だけを変化させて、ヒトが通常の4倍の浸透圧の尿を作るためには、水分の再吸収率を何%にすればよいか。小数点以下第2位まで求めよ。

表

成分	血しょう (%)	原尿 (%)	尿 (%)
①	7.2	0	0
②	0.1	0.1	0
③	0.3	0.3	0.34
④	0.001	0.001	0.075
⑤	0.03	0.03	2

(% : 質量パーセント濃度)

Ⅲ 筋肉に関する以下の文章を読み、問1～4の(1)～(8)の空欄には適切な語句を入れ、問5の設問に答えよ。

問1 脊椎動物の発生過程において、中胚葉からは、骨格筋に分化する(1)や、心臓の筋肉、消化管や血管などで働く平滑筋に分化する(2)などが生じる。

問2 食べたものを消化管の平滑筋によって移動させることを(3)運動といい、(3)運動は自律神経系によって支配されている。自律神経系のうち、(3)運動を抑制するのが(4)、促進するのが(5)である。

問3 骨格筋細胞では閾値以上の刺激の強さで活動電位が発生し、活動電位の大きさは刺激の強さによらず一定である。これを(6)の法則という。

問4 骨格筋細胞は体性神経系の一つである(7)神経から興奮が伝達されて収縮する。一方、収縮と弛緩を繰り返す心臓の筋肉の細胞における興奮は、ペースメーカーである心臓の(8)から発生する。

問5 骨格筋の収縮で直接エネルギー源として使われるのはATPである。激しく筋収縮を伴う運動を突然始めると急に多くのATPが必要となるが、このとき筋肉への酸素の供給は不足し、呼吸によるATP供給が不十分となる。このような場合、細胞内にもともと存在しているATPがまず使われ、次にクレアチンリン酸を利用してATPが供給される。しかし、細胞内に蓄えられているクレアチンリン酸の量にも限りがあるので、必要な酸素が十分供給されるようになるまでは、細胞内のグリコーゲンを利用してATPが供給される。

- 1) 下線部1でATP分解酵素(ATPアーゼ)として働くタンパク質の名称をあげよ。
- 2) 下線部2でミトコンドリア内膜に存在し、数種類のタンパク質複合体からなり、最終的に酸素を消費する系を何というか。
- 3) 下線部3でクレアチンリン酸を利用してどのようにしてATPが供給されるか、説明せよ。
- 4) 下線部4での反応を以下の語句を全て含めて説明せよ。(ピルビン酸、グリコーゲン、乳酸、グルコース、ATP、NADH、NAD⁺)

Ⅳ 以下の文章を読み、設問に答えよ。

花粉症は、アレルギーの一種であり、空気中を浮遊する花粉を吸い込むことによって、くしゃみや鼻水、目のかゆみなどの症状が現れる。花粉症は、様々な免疫細胞を介した、以下のようなしくみで生じる。まず、吸い込まれた花粉の成分が体内の樹状細胞に取り込まれると、(1)細胞に情報が伝えられる。情報を受け取った(1)細胞は、シグナル分子である(2)を分泌することによって、抗体を作る指令を(3)細胞に伝える。指令を受けた(3)細胞は分化して抗体の分泌を開始し、抗体は(4)細胞の表面に付着する。花粉が繰り返し体内に侵入すると、(4)細胞表面の抗体に花粉の成分が結合する。その結果、(4)細胞は(5)を放出し、結膜や鼻腔の毛細血管の拡張や気管支の収縮が起こり、アレルギー症状が現れる。

問1 (1)～(5)の空欄に適切な語句を入れよ。

問2 下線部1について、アレルギー症状を引き起こす物質を一般に何というか。

問3 下線部2は、抗原である花粉の成分を細胞表面に提示する。(a)このとき、抗原提示に使用されるタンパク質の名称を答えよ。(b)(a)で答えたタンパク質によって提示された抗原を認識するタンパク質の名称を答えよ。

問4 様々な抗原に対応する多種類の抗体を作るために、抗体遺伝子の再編成が行われる。抗体の可変部はH鎖とL鎖(L鎖(κ)またはL鎖(λ))にあり、H鎖の可変部はV、D、Jの3つ、L鎖の可変部はV、Jの2つの遺伝子によって指定される。V、D、J遺伝子にはそれぞれ複数の種類がある。これらが1つずつ選ばれ、ランダムに組み合わせられることにより、多様な抗体が作られる。表は、ある個人の抗体可変部の遺伝子数を示している。(a)H鎖の可変部には、何通りの遺伝子の組み合わせが存在するか(有効数字1桁)。(b)抗体が作られる際には、L鎖はκまたはλのどちらかが使われる。生み出され得る抗体の種類数を求めよ(有効数字2桁)。

表

	H鎖	L鎖(κ)	L鎖(λ)
V	40	40	30
D	25		
J	6	5	4

問5 (a)下線部3について、からだの特定の部位において毛細血管の拡張や血流量の増加が生じ、その部位が熱を持つ反応は一般に何と呼ばれるか。(b)(a)で答えた反応が起こっている組織で生じている現象として「適切でない」ものをア～エのうちから一つ選べ。

- | | |
|--------------------------|-------------------------------|
| ア. 単球や好中球などの白血球が集合する | イ. 好中球が異物を食作用によって取り込む |
| ウ. キラーT細胞が異物を食作用によって取り込む | エ. ナチュラルキラー細胞(NK細胞)が感染細胞を攻撃する |

問6 健康なヒトでは、自己の細胞や成分に対しては一般に免疫反応は生じない状態になっている。この状態は何と呼ばれるか、名称を答えよ。またそれはどのようなしくみで生じるか。