

平成31年度 入学試験問題

医学部 (Ⅱ期)

理科

注意事項

1. 試験時間 平成31年3月2日、午後1時30分から3時50分まで
2. 配付した試験問題(冊子)、解答用紙の種類はつぎのとおりです。
 - (1) 試験問題(冊子、左折り)(表紙・下書き用紙付)
 - 化学(その1)、(その2)
 - 生物(その1)、(その2)
 - 物理(その1)、(その2)
 - (2) 解答用紙
 - 化学(その1) 1枚(上端赤色)(右肩落し)
 - 〃 (その2) 1枚(上端赤色)(左肩落し)
 - 生物(その1) 1枚(上端緑色)(右肩落し)
 - 〃 (その2) 1枚(上端緑色)(左肩落し)
 - 物理(その1) 1枚(上端青色)(右肩落し)
 - 〃 (その2) 1枚(上端青色)(左肩落し)以上の中から選択した2分野(受験票に表示されている)が配付されています。
3. 下書きが下書き用紙で足りなかったときは、試験問題(冊子)の余白を使用して下さい。
4. 試験開始2時間以降は退場を許可します。但し、試験終了10分前からの退場は許可しません。
5. 受験中にやむなく途中退室(手洗い等)を望むものは挙手し、監督者の指示に従って下さい。
6. 休憩のための途中退室は認めません。
7. 退場の際は、この試験問題(冊子)を一番上にのせ、挙手し、監督者の許可を得てから、試験問題(冊子)、受験票、下書き用紙および所持品を携行の上、退場して下さい。
8. 試験終了のチャイムが鳴ったら、直ちに筆記をやめ、おもてのまま上から解答用紙〔選択した2分野の解答用紙、計4枚、化学(その1)、化学(その2)、生物(その1)、生物(その2)、物理(その1)、物理(その2)〕、試験問題(冊子)の順にそろえて確認して下さい。

確認が終っても、指示があるまでは席を立たないで下さい。
9. 試験問題(冊子)はお持ち帰り下さい。

生 物 (その1)

1 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

1 個の腎臓には約 100 万個のネフロン(腎単位)がある。各ネフロンは、(①)とこれを包み囲む(②)、(②)につながる細尿管(腎細管)で構成される。(①)と(②)を合わせて(③)とよばれる。血しょうは(①)でろ過され、(②)に入る。(②)にこし出された「ろ液」は、原尿である。原尿は細尿管、続いて集合管へ送られる。この過程で、ろ液の一部の成分は細尿管周囲や集合管周囲にある(④)に再吸収される。一方、これらの(④)からはろ液中に物質の追加排出があり、最終的に尿となる。単位時間あたり、両側の腎臓に流入する血しょう量を腎血しょう流量とよび、両側の腎臓に流入する血液量を腎血流量とよぶ。

腎臓の排泄能力を示す指標にクリアランスがある。物質 X のクリアランスは、単位時間における、物質 X を完全に除去できる血しょうの量に相当する。ここで単位時間を 1 分としたとき、物質 X のクリアランスは次の式で示される。

$$\text{物質 X のクリアランス (mL/分)} = \frac{\text{X の尿中濃度 (mg/mL)} \times \text{尿量 (mL/分)}}{\text{X の血しょう中濃度 (mg/mL)}}$$

(ア)のみが行われ、(イ)も(ウ)もされない物質のクリアランスは、単位時間あたりの(エ)量の指標となる。このような物質にイヌリンがある。たとえば、イヌリンの血しょう中濃度が 0.1 mg/mL、尿中濃度が(⑤)mg/mL、尿量が(⑥)mL/分のとき、イヌリンの濃縮率は 120 倍、イヌリンのクリアランスは 132 mL/分となる。一方、グルコースは(ア)されるが、普段はそのほとんどすべてが(ウ)されるため、簡便な方法では尿中のグルコースは検出されない。グルコースの尿中濃度を 0 mg/mL とみなすと、グルコースのクリアランスは 0 mL/分となる。しかし、グルコースの血しょう中濃度が高まると、(ア)されたグルコースの量は(ウ)できる量を超えるため、グルコースが尿中に排出されるようになる。

問 1 文中の(①)～(④)に適切な語句を入れなさい。

問 2 文中の(ア)～(ウ)に適切な語句を入れなさい。文中で使われている語句を使うこと。

問 3 単位時間当たりの量の比較において、腎血しょう流量、腎血流量、尿量、(エ)量、これら四つを左から多い順に並べなさい。なお、(エ)は文中で使われている適切な語句に置き換えること。

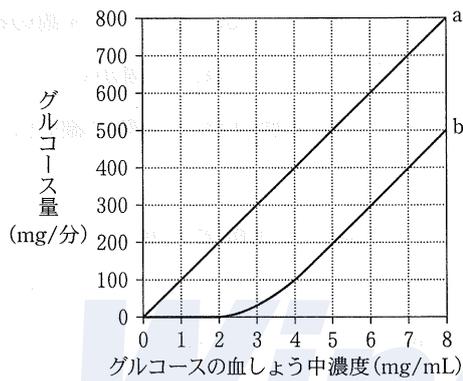
問 4 文中の(⑤)と(⑥)に適切な数字を入れなさい。

問 5 下線部の条件のとき、(ウ)された液量は(ア)された血しょう量の何 % か。四捨五入して整数で答えなさい。

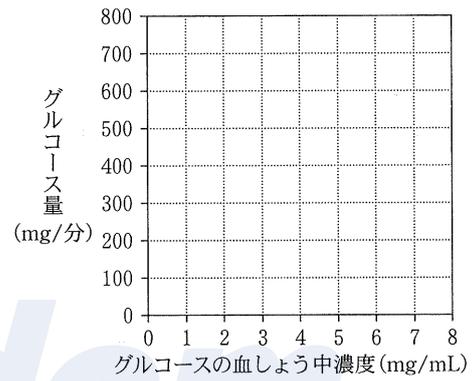
問 6 図 A は、原尿量が一定の条件下で、グルコースの血しょう中濃度を実験的に変化させ、そのときの原尿中に出てくるグルコース量(mg/分、a 線)と尿中に出てくるグルコース量(mg/分、b 線)を示したものである。

- (1) (ウ)されるグルコース量(mg/分)を示す c 線を図 B に描きなさい。フリーハンドで丁寧に描けばよい。
- (2) 原尿量(mL/分)はいくらか。
- (3) グルコースの血しょう中濃度が 5 mg/mL のとき、グルコースの尿中濃度が 40 mg/mL であった。このとき、尿量(mL/分)はいくらか。

A



B



2 次の(1)と(2)の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

(1) 植物は栄養器官である根、茎、葉の基本的な器官で構成される。成長が進むと生殖器官である花を形成する。植物は子孫をつくるために花から種子をつくる。被子植物では、おしべの中で花粉がつくられ、めしべの中で(ア)がつくられる。

おしべの先端のやくの中では、花粉母細胞が減数分裂を行い、花粉四分子ができる。それぞれの花粉四分子はさらに分裂して、花粉管核をもつ花粉管細胞と雄原核をもつ雄原細胞となる。細胞質の少ない雄原細胞は細胞質の多い花粉管細胞の中に取りこまれた状態となり、これらはやがて成熟して花粉となる。一方、子房内にある(イ)では、(ウ)が減数分裂を行って4個の娘細胞が生じる。このうち小さな3個は退化し、大きな1個が(エ)として残る。(エ)は(オ)回の(カ)を行い、8個の核が生じる。そのうち6個の核のまわりは仕切られて細胞化し、1個が卵細胞の核、2個が(キ)の核、3個が(ク)の核となる。残りの2個は(ケ)の極核となる。このような8個の核と7個の細胞の集まりを(ア)という。

花粉はめしべの柱頭につくと発芽して(ア)に向かって花粉管を伸ばす。雄原細胞は花粉管の中で分裂し、2個の(コ)となる。花粉管が(ア)に達すると、花粉管の中を移動してきた(コ)の1個が卵細胞と受精し、受精卵となる。もう1個の(コ)は(ケ)と融合する。

問1 文中の(ア)~(コ)に適切な語句を入れなさい。

問2 減数分裂によって生じる細胞について、動物と被子植物の違いを50字以内で説明しなさい。

問3 花粉母細胞から(コ)になるまでの一連の細胞における核1個あたりのDNA量(相対値)の変化の様子を図示しなさい。図1にはあらかじめ一部が描かれているので、その続きを描くこと。フリーハンドで丁寧に描けばよい。

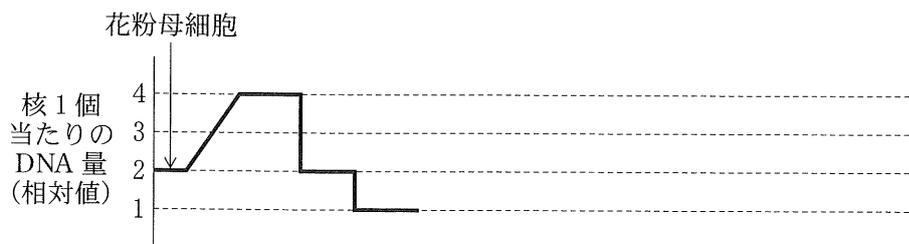


図1

(2) 被子植物の花は、外側から内側に向かって、がく片、花弁、おしべ、めしべの順に同心円状に配置されている。図2の左は野生型のシロイヌナズナの花を上から見た模式図である。図2の右は花器官形成に関わる調節遺伝子の発現領域を示す。例えば、野生型のシロイヌナズナの領域2には花弁がつくられている。花の形態分化のしくみを説明するABCモデルによると、それぞれの領域に花のどの部分がつくられるかは、クラスA、クラスB、クラスCとよばれる3つのクラスの調節遺伝子の組み合わせによって制御されている。クラスAの遺伝子が単独ではたらくとがく片、クラスAとBの遺伝子がはたらくと花弁、クラスBとCの遺伝子がはたらくとおしべ、クラスCの遺伝子が単独ではたらくとめしべの分化を誘導する。ただし、クラスAとクラスCは互いの発現を抑制し、領域を争う関係にある。

問4 特定のクラスの遺伝子がはたらかないと花の形態変化が起こる。そこで、(a)~(c)の場合に花器官の領域3には何がつくられるか書きなさい。

- (a) クラスAの遺伝子がはたらかない場合
- (b) クラスBの遺伝子がはたらかない場合
- (c) クラスCの遺伝子がはたらかない場合

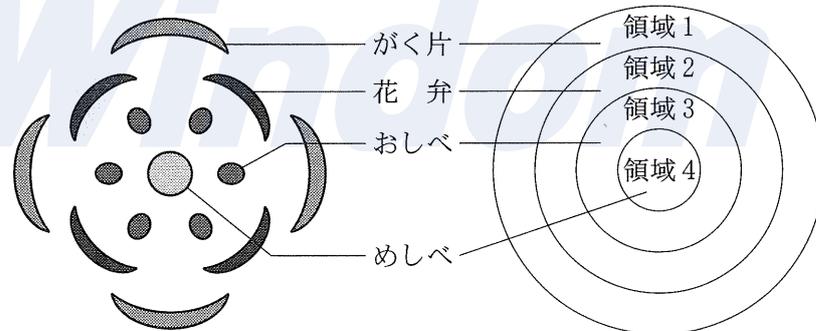


図2

生 物 (その2)

3 両生類の発生についての文章を読み、以下の設問に答えなさい。

胞胚期を過ぎると、胚の表面の細胞が内部に陥入する場所が出来る。これを(ア)と呼ぶ。(ア)の動物極側の部分は(イ)と呼ばれる。(イ)の細胞群は、胚の内部に陥入すると、動物極方向に向かって胚表面を裏打ちしながら移動する。(ア)の植物極側の細胞群も、胚の内部に入り込み、胚の内部に新たな腔所である(ウ)を形成する。胚の外側の細胞群は、動物極側から胚を包み込む。この時期の胚を(エ)と呼ぶ。

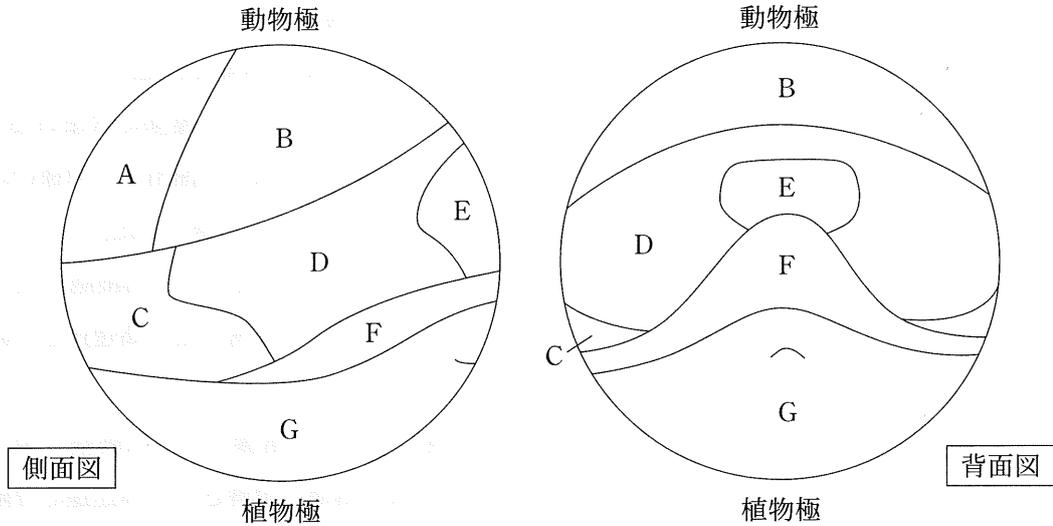
(ウ)の形成が終わる頃、胚の背側表面が正中線に沿って平らになり、(オ)を形成する。やがてその左右両側の周縁が、正中線に向かってせり出して(カ)ができ、左右からせり出した縁が正中線で閉鎖すると(キ)となる。この時期の胚を(ク)と呼ぶ。

問 1 空欄(ア)~(ク)に適切な語句を入れなさい。

問 2 下線(a), 下線(b), 下線(c)の細胞群はそれぞれどの胚葉になるか答えなさい。

Windom

問 3 胞胚期の終わり頃の胚表面の各部位が、将来どのような組織に分化するのかを調べるため、胚表面の様々な部分の細胞を染色色素で標識し、その後に細胞がどの組織になったかを調べた。その結果、下図が得られた。



- (1) この図を何と呼ぶか。
- (2) この実験を行った学者の名前を書きなさい。
- (3) 次の器官や組織は、図のA～Gのどれから生じるか。それぞれ1つずつ選び、A～Gの記号で答えなさい。
 ① 心臓 ② 骨格筋 ③ 肝臓 ④ 網膜 ⑤ 角膜

問 4 下線(d)の現象について以下の設問に答えなさい。

- (1) 下線(d)の現象は、問3の図のA～Gのどの部分で起きているか。
- (2) 下線(d)の現象は、移動してきた(イ)の細胞群の何と呼ばれる作用で引き起こされているか。
- (3) その場合の(イ)の細胞群のことを何と呼ぶか。
- (4) 最近、下線(d)の現象の分子的機序が明らかとなってきた。それによると、胚の背側表面の細胞が分泌する物質Aと移動してきた(イ)の細胞が分泌する物質Bが役割を果たしている。物質Aと物質Bは、どのように働いて下線(d)の現象が起きるか。物質をAとB、胚の背側表面の細胞をX、(イ)の細胞をYとして、A、B、X、Yの記号を用いて80字以内で説明しなさい。
- (5) 物質Aと物質Bの名称を1つずつ答えなさい。

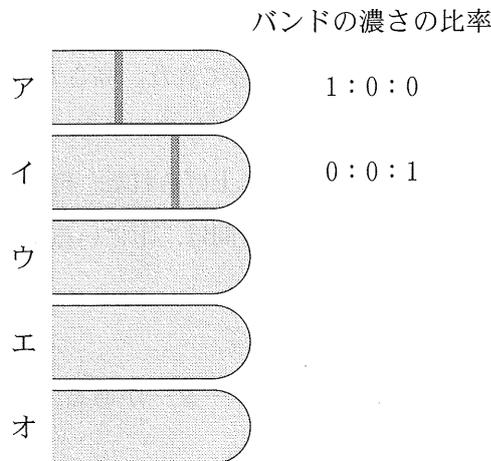
- 4 大腸菌を使ったデオキシリボ核酸(DNA)の実験についての説明と図を見て、以下の設問に答えなさい。

(実験の説明)

- ① 通常の $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$ を含む培地で培養された一定数の大腸菌から DNA を抽出し、塩化セシウム (CsCl) 溶液に溶解させて高速遠心分離を行うと(ア)のバンドが得られた。
- ② 次にこの大腸菌を $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$ を含む培地で何代も培養し、DNA の塩基に含まれる ^{14}N をほとんどすべて ^{15}N に置き換えた。①と同数のこの大腸菌から DNA を抽出し、同様の塩化セシウム (CsCl) 溶液に溶解させて高速遠心分離を行うと(イ)のバンドが得られた。
- ③ ①と同数の②の大腸菌を $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$ を含む培地にもどして培養し、1回細胞分裂した直後の大腸菌すべての DNA を抽出し、塩化セシウム (CsCl) 溶液に溶解させて高速遠心分離を行うと(ウ)のバンドが得られた。
- ④ ①と同数の②の大腸菌を $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$ を含む培地にもどして培養し、2回細胞分裂した直後の大腸菌すべての DNA を抽出し、塩化セシウム (CsCl) 溶液に溶解させて高速遠心分離を行うと(エ)のバンドが得られた。
- ⑤ ①と同数の②の大腸菌を $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$ を含む培地にもどして培養し、3回細胞分裂した直後の大腸菌すべての DNA を抽出し、塩化セシウム (CsCl) 溶液に溶解させて高速遠心分離を行うと(オ)のバンドが得られた。

分裂・増殖した大腸菌は、すべてを回収して DNA を抽出し、回収した DNA のすべてを遠心分離にかけたものとする。出現する DNA のバンドは、(ア)と(イ)の位置の他、その中間部に出現することが想定される。また、バンドは含まれる DNA の量によって濃淡の違いが表れる。(ア)と(イ)のバンドの濃さを1として、3本のバンドの位置を、表層(左)から深層(右)の順に $x:y:z$ として表すと、バンドの濃さの比率は、図のように(ア)では $1:0:0$ 、(イ)では $0:0:1$ と表される。

問 1 (ウ)から(オ)の DNA のバンドはどの位置に出現するかを(ア)と(イ)にならって図示しなさい。また、バンドの濃さの比率を(ア)と(イ)にならって右に書きなさい。なお、濃さの比率を表す数字は、(ア)と(イ)のバンドの濃さを 1 として、出現する DNA のバンドの濃さを整数比で書きなさい。



問 2 (1) この実験を行った 2 人の学者の名前を書きなさい。

(2) この実験結果からわかる DNA の複製の特徴を何というか。

問 3 DNA の複製について、以下の文章の空欄(カ)~(コ)に適切な語句を入れなさい。

DNA の複製は、まず、DNA ヘリカーゼという酵素によって 2 重らせん構造の一部がほどかれ、(カ)と呼ばれる酵素が(キ)に結合して始まる。真核細胞の場合、ゲノムは複数の線状の 2 本鎖らせん状 DNA から成り、その複製は端から始まるのではなく、複数の(キ)から両方向性に DNA 合成が進んでいく。2 本鎖が開かれる方向と同じ方向に合成されていく鎖を(ク)、逆向きに合成される鎖を(ケ)と呼ぶ。(ケ)は断片状に合成される。この断片は発見者の名前をとり(コ)と呼ばれる。

問 4 DNA 合成の説明について、正しければ○、誤っていれば×を記しなさい。

- ① DNA の合成とは、ヌクレオチド鎖が伸長する反応である。()
- ② ヌクレオチド鎖が伸長する時、酸化的リン酸化反応が進行する。()
- ③ 合成に使われるヌクレオチドには、3 つのリン酸基がついている。()
- ④ 3' の炭素に、隣接するヌクレオチドの 5' のリン酸が結合する。()
- ⑤ 新たに合成された DNA は、始め 1 本鎖として存在する。()

問 5 DNA は、化学物質や紫外線、放射線などによって損傷を受けると複製や転写が行われなくなるが、細胞にはそれを修復する機構がある。その修復機構について、関係する 3 つの酵素名を含めて、80 字以内で説明しなさい。