

# 平成 30 年度鹿児島大学医学部医学科

## 第 2 年次前期学士編入学試験

### 学力試験 I

平成 29 年 10 月 28 日 午前 9 時～午前 10 時 30 分

#### 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題を開いてはいけません。
2. この問題は全部で 5 ページあります。  
落丁、乱丁または印刷不鮮明の箇所があれば、手をあげて監督者に知らせてください。
3. 受験番号は、必ず 4 枚の解答用紙のそれぞれに記入しなさい。
4. 4 枚の解答用紙が渡されますが、第 1 問解答用紙には第 1 問について、第 2 問解答用紙には第 2 問について、第 3 問解答用紙には第 3 問について、第 4 問解答用紙には第 4 問について、解答しなさい。
5. 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に記入しなさい。記入箇所を誤った解答については、その解答に限り無効とします。
6. 解答用紙は、持ち帰ってはいけません。

## 第1問

以下の文を読み、各問題に答えなさい。

制限酵素は、DNA の特定の塩基配列を認識して、切断するエンドヌクレアーゼである。制限酵素は、細菌が外来 DNA を切断することにより身を守る防御機構として発見された（自己ゲノムは制限酵素の認識配列がメチル化などの修飾により保護されているため、切断されない）。この酵素の発見により DNA の加工ができるようになり、制限酵素は、遺伝子組換え実験をはじめとした分子生物学における必要不可欠なツールとなった。

問題 1. *PacI* は、5' - TTAATTAA-3' という配列を認識して切断する制限酵素である。ヒト 20 番染色体の DNA ゲノム（約 66Mbp）上に、この酵素の認識配列が何カ所あると推計されるか計算しなさい。途中の計算式も書くこと。なお、DNA には A, C, G, T が同じ割合で含まれているものとする。

問題 2. *DpnI* と *MboI* はともに 5' -GATC-3' という配列を認識して切断する制限酵素である。この配列を含む遺伝子を PCR で増幅し、制限酵素処理を行ったところ、*DpnI* では切断できず、*MboI* では切断できた。この遺伝子を挿入したプラスミド DNA で *E. coli* Transformation を行い、*E. coli* 培養後に精製した。得られたプラスミド DNA を制限酵素処理したところ、*DpnI* では切断できたが、*MboI* では切断できなかった。この実験から判る *DpnI* と *MboI* の性質の違いを説明しなさい。

問題 3. 4 種類の制限酵素 A, B, C, D は、9.0 kbp の長さのプラスミド DNA にそれぞれ 1 カ所ずつ切断サイトを持つ。これらの制限酵素を組み合わせで切断し、アガロースゲル電気泳動を行ったところ、以下のような DNA 断片が得られることが判った。このプラスミドを、制限酵素 A, B, C, D 全てを用いて切断した時に得られる DNA 断片の長さを答えなさい。

制限酵素	DNA 断片	制限酵素	DNA 断片	制限酵素	DNA 断片
A+B	6.0, 3.0	A+C	7.0, 2.0	A+D	6.5, 2.5
		B+C	8.0, 1.0	B+D	5.5, 3.5

問題 4. アガロースゲル電気泳動に使用する TAE 緩衝液を作製したい。10 倍濃度の TAE (10×TAE) の最終濃度と、作製に必要な試薬の分子量、密度または溶液の濃度を以下に示す。10×TAE を 3L 作るのに必要な試薬および溶液量を計算しなさい。途中の計算式も書くこと。なお、Tris は g、Acetic acid と EDTA は ml で答えること。

試薬または溶液	分子量または濃度	密度 g/cm <sup>3</sup>	最終濃度
Tris	分子量 121.14	-	0.4 M
Acetic acid	分子量 60.05	1.05	0.2 M
EDTA 溶液	濃度 0.5M	-	10 mM

## 第2問

以下の文を読み、各問題に答えなさい。

麻酔下開胸イヌの心機能の実験で、心拍出中に大動脈を短時間様々な程度に閉塞すると、大動脈血流が一時的に減少するのに一致して、心室内圧波形が一時的に増加した。そこで、左心室の圧 (P) 容積 (V) 関係を①前負荷および②後負荷の条件を3通り変えて計測し、P-V 関係をプロットしてみると(左図)、収縮の進行に伴って圧が急峻に上昇した後、反時計方向に回転して容積が減少し、弛緩期になると圧が急峻に低下した後、容積が緩やかに増加するループを描いた。

著作権の関係上、図は省略

図の説明：心臓左室の圧容積変化(左図)と圧容積比  $E(t)$  の経時変化(右図)。左図は、3つの異なる前・後負荷条件での P-V 図である。3つの圧容積軌跡上の拡張期末の点(各軌跡の右下角)を結ぶと直線となる(a)。収縮開始後 80ms の各点の結線(b)と収縮期末の各点の結線(c)も直線となる。(各線は容積軸と0で交わるものとする。)これらの勾配を  $E(t)$  として右図にプロットすると、 $E(t)$  は3条件でほぼ一致することが判る。

圧と容積の比(圧容積関係の勾配)  $E(t)$  は物性的に容器の(1)を表すから、 $E(t)$  の経時変化は、心室壁の(1)が収縮弛緩に連れて変化することを示している(右図)。 $E(t)$  は収縮期末(c)に最大値  $E_{max}$  を取るが、右図から、 $E_{max}$  は心臓の(2)の指標として好都合であることが判る。また、 $E_{max} = (3) / (4)$  であり、一方、一回拍出量 = 拡張期末容積 - 収縮期末容積なので、一回拍出量 = 拡張期末容積 - (5) / (6) となる。これから、スターリングの法則が左心室において成立することが判る。(菅弘之、日本生理学雑誌を改変)

問題 1. 下線部①「前負荷」は、心臓の入力に関わる負荷である。これは何を指すか説明しなさい。

問題 2. 下線部②「後負荷」は、心臓の出力に関わる負荷である。これは何を指すか説明しなさい。

問題 3. (1) と (2) に入る語句を答えなさい。

問題 4. (3)/(4) と (5)/(6) に入る語句を答え、式を完成させなさい。

問題 5. スターリングの法則は、「心機能、血圧等が一定条件で、流入血液量が増加すると心拍出量はそれに応じて増加する」というものである。これが成立する理由を、一回拍出量と拡張期末容積の関係から説明しなさい。

問題 6. 心臓の外部に対する仕事は  $\int V dP$  で与えられる。これは、左図で何に相当するか答えなさい。

### 第3問

以下の文を読み、各問題に答えなさい。

医学生 A が夏休みを利用して、富士登山を行った。富士山頂までたどり着き、生体内で生じる生理学的な変化について考えてみた。

問題 1. ガス分圧は、ガス全体の圧力に個々のガスの濃度をかけると求められる。乾燥した空気中には 20.93%の酸素が含まれている。空気が上気道に吸入されると空気は加温加湿される。その時の水蒸気圧 (37°Cで水蒸気が 100%飽和されている状態) は 47mmHg である。富士山頂 (大気圧 480mmHg) において加湿された吸入気酸素分圧 ( $P_{IO_2}$ ) (mmHg) を求めよ (小数第 2 位まで)。

問題 2. 高地における低酸素血症は過換気によっても軽減する事ができる。富士山頂において、医学生 A は空気呼吸で随意的な過換気を行い、肺胞換気量を 2 倍に増加させた。肺胞気酸素分圧 ( $PAO_2$ ) は何 mmHg 増加するか。肺胞気式  $PAO_2 = P_{IO_2} - PACO_2/R$  を用いて答えなさい。ただし、正常の R (呼吸商) を 0.8、正常の肺胞気二酸化炭素分圧 ( $PACO_2$ ) を 40 mmHg とする。

問題 3. 医学生 A が富士山頂でも、平地レベル (760 mmHg) と同じ加湿吸入気圧を維持しようとした場合、必要な吸入気酸素濃度 (%) を求めよ (小数第 2 位まで)。

問題 4. 人の体内において pH はおよそ 7.4 に保たれており、これを酸塩基平衡という。酸塩基平衡の計算については、Henderson-Hasselbalch の式  $pH = 6.1 + \log [HCO_3^-]/0.030 \times PaCO_2$  を用いる。富士山頂にいる医学生 A の体内で生じているであろう酸塩基の状態について、以下の選択肢のうち正しいものを全て選びなさい。

- 動脈血二酸化炭素分圧 ( $PaCO_2$ ) は低下する。
- pH は低下する。
- $[HCO_3^-]$  (血漿重碳酸イオン濃度) は増加する。
- 高地で生じる酸塩基平衡の変化は低酸素に対する過換気による。

## 第4問

以下の文を読み、各問題に答えなさい。

進化という概念は 19 世紀初頭にフランス人博物学者 (A) によって最初に示された。(A) は (B 説) を提唱し、獲得形質が子孫に伝わると考えた。その後、イギリス人の自然科学者 (C) は (D 説) を提唱し、変異が (D) されることにより進化すると考えた。現在ではセントラルドグマの確立に伴い (B 説) は否定されている。しかし、近年様々なモデル生物を用いた研究から、獲得形質が遺伝する可能性が示唆されている。

問題 1 A~D の語句を答えなさい。

問題 2 「獲得形質の遺伝」を 50 字以内で説明しなさい。

問題 3 近年示唆されている遺伝子配列の変化によらない獲得形質の遺伝について、具体的なメカニズムを 2 つ、それぞれ 100 文字以内で説明しなさい。