

# 平成30年度 入学試験問題

## 医学部 (I期)

### 理科

#### 注意事項

1. 試験時間 平成30年1月26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)を一番上のにせ、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。

ヒトの心臓は2つの心房と2つの心室からなる。大静脈から右心房に入った血液は、次に右心室に流入し、肺動脈を經由して肺に到達する。血液は肺から肺静脈を経て左心房に入り、次に左心室に流入する。心臓の要所には弁が存在する。心房と心室の間には房室弁があり、右心房と右心室の間にある房室弁を三尖弁、左心房と左心室の間にある房室弁を僧帽弁とよぶ。さらに左右の心室の出口にはそれぞれ動脈弁があり、右心室の出口には肺動脈弁、左心室の出口には大動脈弁が存在する。

心臓には心筋があり、心臓はその収縮により血液のポンプ作用を発揮する。心筋繊維を顕微鏡で観察すると明暗の規則的なしま模様が見られる。<sup>①</sup>右心室の収縮は血液を肺動脈に送り出すポンプとなり、左心室の収縮は血液を大動脈に送り出すポンプとなる。このように心室が収縮している時期は収縮期とよばれる。収縮を開始する前には血液が心房から心室に流入する時期があり、この時期は心室の拡張が起こることから拡張期とよばれる。心周期は心室の活動を基準として、収縮期と拡張期の2つに大きく分けることができる。収縮と拡張のタイミングは左右でほとんど同じである。

心臓は規則的なリズムで拍動し、このリズムは(ア)という部分によって作られる。(ア)には交感神経と副交感神経が分布し、心臓の拍動数が調節されている。交感神経からの信号は拍動数を増加させ、副交感神経からの信号は拍動数を低下させる。交感神経の末端からは(イ)という神経伝達物質が分泌され、副交感神経の末端からは(ウ)という神経伝達物質が分泌され、(ア)に作用する。心臓の拍動数はホルモンによる調節も受けており、(エ)から分泌されるアドレナリンは拍動数を増加させる。

血液の移動には弁の適切な開閉が必要である。左心房と左心室での血液の流れと弁の動きを考えてみる。左心室の収縮が始まると左心室内圧は急激に上昇し、(オ)弁が閉鎖する。少し遅れて(カ)弁が開き、左心室から血液が送り出される。やがて左心室の収縮が弱まり、左心室内圧が低下して(カ)弁がすばやく閉じる。左心室はもはや血液を送り出すことはできない。左心室の弛緩が始まり、左心室内圧が左心房内圧よりも(キ)すると(オ)弁が開き、血液は左心房から左心室に流入する。

弁の動きは心音にも関係する。聴診器で心臓の音を聞くと第1音と第2音とよばれる心音が聞こえる。第1音は房室弁、すなわち僧帽弁と三尖弁の閉鎖による振動に由来し、第2音は動脈弁、すなわち大動脈弁と肺動脈弁の閉鎖による振動に由来する。そこで心音と心周期の関係を考えると、第1音と第2音の間は(ク)期である。

肺胞で血液中に取り込まれた酸素は、主として赤血球中のヘモグロビンに結合して運ばれる。酸素と結合しているヘモグロビンは酸素ヘモグロビンとよばれる。酸素は水溶液に溶けにくく、したがって血しょう中に物理的に溶解して運ばれる酸素は少ない。酸素ヘモグロビンを多く含む

血液は鮮紅色をしており、動脈血とよばれる。酸素と結合していないヘモグロビンを多く含む血液は暗赤色をしており、静脈血とよばれる。一部の例外を除き、動脈には動脈血が流れ、静脈には静脈血が流れている。

全ヘモグロビンに対する酸素ヘモグロビンの割合を酸素飽和度といい、酸素飽和度と酸素濃度（あるいは酸素分圧）の関係をグラフに表したものをヘモグロビン酸素解離曲線という。ヘモグロビン酸素解離曲線はふつう S 字形を呈し、二酸化炭素濃度の影響を受けて左右への移動が起こる。例えば、二酸化炭素濃度が高い場合、ヘモグロビンと酸素は結合（ケ）なり、ヘモグロビン酸素解離曲線は（コ）に移動する。またヘモグロビンの種類が異なるとヘモグロビンと酸素の結合性が異なる。例えば胎児では胎盤を通じて酸素が供給される。胎盤は肺に比べて酸素濃度が極めて低い環境である。胎児のヘモグロビンはこのような低酸素環境に適している。

②

問 1 文字の（ア）～（コ）に適切な語句を入れなさい。

問 2 下線部①でこのような特徴を示す筋を何とよぶか。漢字で書きなさい。

問 3 房室弁の役割を 20 字以内で説明しなさい。

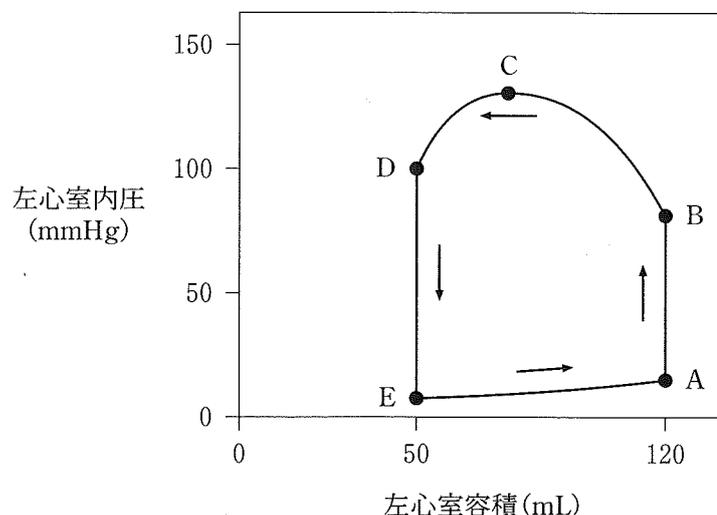
問 4 三尖弁が開いているのは収縮期と拡張期のいずれか答えなさい。

問 5 図は安静時の健康な成人における 1 つの心周期での左心室容積と左心室内圧の変化を示した模式図である。心周期ごとに A → B → C → D → E → A をくり返す。この図で第 1 音と第 2 音が聞こえるのはどの時期か。それぞれ A～E から適切なものを選び、記号で答えなさい。

問 6 図で A から始まり、B、C、D、E を経て A に戻るまでの時間を 0.75 秒とする。このとき、1 分間に心臓が送り出す血液量を答えなさい。

問 7 動脈血が流れる静脈の名称を書きなさい。

問 8 下線部②に関連し、胎児のヘモグロビンは母体のヘモグロビンに比べてどのような性質をもつか 10 字以内で説明しなさい。



2 次の(1)~(4)の植物ホルモンに関する文章を読み、以下の問いに答えなさい。

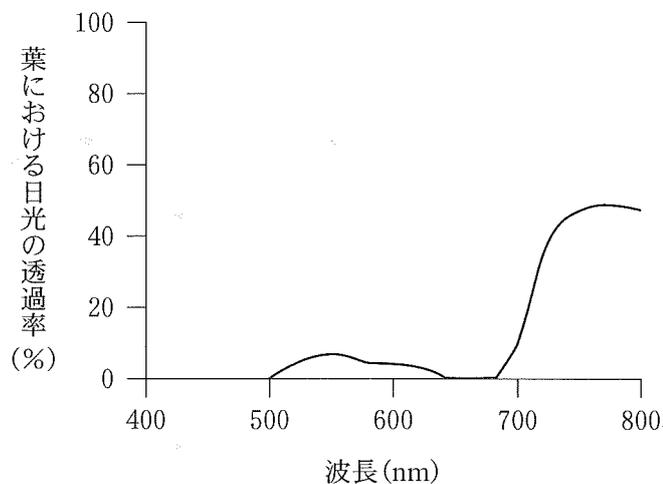
(1) 動物のホルモンは、特定の器官で生産され、血行によって運ばれ、離れた場所にある特定の標的器官に作用し、少量で特異的効果を発揮する物質とされる。一方、植物にも同様なはたらきをもつ生理活性物質が存在し、植物ホルモンと総称される。植物ホルモンは、植物のある部分でつくられ、植物体のほかの部分に運ばれ、植物の成長や環境変化に対する反応を調節する。

問 1 動物と同様、植物も様々な環境変化にさらされる。環境変化に対応するとき、動物は有するが植物は有さない能力は何か。5字以内で書きなさい。

(2) 種子は発芽の条件がそろうまで休眠している。植物ホルモンの(ア)には種子の休眠を維持する作用がある。種子には、レタスのように発芽に光を必要とする光発芽種子もある。光発芽種子の発芽を促進する効果があるのは赤色光(波長が660 nm 付近の光)で、遠赤色光(波長が730 nm 付近の光)にはこの効果を打ち消す作用がある。光を感知する物質は(イ)とよばれる色素タンパク質で、光受容体としてはたらく。(イ)は赤色光吸収型のPr型と遠赤色光吸収型のPfr型の2つの型をとり、光の吸収により相互に変換される。Pfr型の(イ)が増えると、(ウ)の合成が誘導され、発芽が促進される。

問 2 (ア)~(ウ)に適切な語句を入れなさい。

問 3 図は光の波長と葉における透過率の関係を示したグラフである。図を参考にして、森林の地表面(林床)がどのような環境にあるとき、Pfr型の(イ)の割合が増えるか、30字以内で説明しなさい。



(3) 頂芽が成長しているとき、下方の側芽の成長が抑制されている。この現象を(エ)といい、植物ホルモンが関与する。とりわけ頂芽でつくられて基部方向に移動するオーキシンの関与が知られている。茎におけるオーキシンの移動には極性がある。この極性移動によってオーキシンは上の(オ)からその下の(カ)へ移動する。そこで、オーキシンをつくっている頂芽を切り取ると、下方にある側芽は成長を開始する。しかし、(エ)においては、頂芽でつくられたオーキシンが側芽に移動して直接的に側芽の成長を抑制するのではない。研究によると、頂芽に由来するオーキシンは、側芽の成長に必要な(カ)の合成を抑制し、それにより側芽の成長を抑制すると考えられている。

問 4 (エ)~(カ)に適切な語句を入れなさい。

問 5 (エ)の現象の利点を 30 字以内で書きなさい。

問 6 以下の条件①, ②で側芽が成長するかそれぞれ答えよ。成長する場合は○, 成長しない場合は×を記入しなさい。

① 頂芽を切り取った切り口にオーキシンを与える。

② 頂芽が存在している状態で、側芽に(カ)を与える。

問 7 茎でのオーキシンの極性移動では、オーキシンを(オ)内から(オ)外へ排出するオーキシン排出輸送体の(オ)での局在に特徴がある。この局在について 20 字以内で説明しなさい。説明には(オ)に入る語句を含めること。

(4) (キ)やアブシシン酸は、葉の老化を促進する植物ホルモンである。葉の老化が進むと、(キ)の作用によって、葉柄の付け根に(ク)とよばれる特別な細胞層が形成される。(ク)の細胞では、細胞壁の接着をゆるめる酵素の合成が促進され、葉が脱離する。

問 8 (キ), (ク)に適切な語句を入れなさい。

問 9 (キ)について書かれた文を(a)~(e)からすべて選び、記号で答えなさい。

(a) 屈性を制御する。

(b) 単為結実を促進する。

(c) 肥大成長を促進する。

(d) 果実の成熟を促進する。

(e) 気体として放出される。

## 生 物 (その2)

3 次の文章を読み、問1～問7に答えなさい。

細胞呼吸を構成する多くの化学反応は3つの主要な段階に分類できる。すなわち、解糖系、クエン酸回路、電子伝達系である。解糖系の過程では、グルコース1分子が2分子の(ア)と呼ばれる化合物に分解される。クエン酸回路では、(ア)は(イ)内で、CoA(補酵素A)が加わって、 $C_2$ 化合物の(ウ)となり、これが $C_4$ 化合物の(エ)と結合して $C_6$ 化合物の(オ)となる。1分子の(オ)が再び(エ)に変わるまでの過程で、脱水素酵素により外された水素で補酵素が還元され、3分子の(カ)と1分子の(キ)がつくられる。これらは電子伝達系でのATP合成に利用される。解糖系とクエン酸回路では少量のATPが直接つくられるが、電子伝達系では放出されるエネルギーを使って大量のATPが合成される。

問1 (ア)～(キ)を適切な語句で埋めなさい。

問2 グルコースを与えられた酵母菌を好氣的環境から嫌氣的環境に移した。この菌がATPを同じ速度で合成し続けるためには、嫌氣的環境ではどのくらいのグルコースが消費されなければならないか。ただし、電子伝達系ではグルコース1分子あたり28ATPがつけられたとする。30字以内で答えなさい。

問3 ATP合成酵素によるATP合成に用いられる直接のエネルギー源はどれか。

- a. リン酸のADPへの転換
- b. 電子伝達系を下る電子の流れ
- c. 酵素の電子に対する親和性
- d. グルコースと他の有機化合物の酸化
- e. ATP合成酵素をもつ膜を介した $H^+$ 濃度勾配

問4 電子伝達系に電子が流れるとき、次のうちどれが起こるか。

- a.  $NAD^+$ が酸化される。
- b. 電子が自由エネルギーを獲得する。
- c. マトリックスのpHが上昇する。
- d. ATP合成酵素が能動輸送によって水素イオンを輸送する。
- e. シトクロムがADPをリン酸化してATPをつくる。

問 5 電子伝達系の最後の電子受容体は何か。

問 6 電子伝達系で、酸素 1 分子が水に変換される過程で使われる  $H^+$  の数はいくつか。

問 7 異化過程に由来するほとんどの  $CO_2$  はどの過程で放出されるか。

a. 解糖系

b. クエン酸回路

c. 乳酸発酵

d. 電子伝達系

e. 酸化的リン酸化

Windom

4 次の文章を読み、問1～問6に答えなさい。

DNAの遺伝情報は、塩基の相補性に従ってRNAへと転写される。このとき、DNA中の塩基の相補性とは異なる塩基の対が見られ、DNAの塩基の(ア)がRNAの塩基の(イ)と対をつくる。遺伝情報の翻訳過程では、コドンと呼ばれるRNAの3つ組塩基がそれぞれポリペプチド中の1個のアミノ酸を指定する。アミノ酸を指定するコドンに加えて、遺伝暗号には開始シグナルとなる1個のコドンと翻訳終了を指定する3個の終止コドンがある。遺伝暗号には重複があり、大部分のアミノ酸は2つ以上の指定コドンが存在する。

表はmRNAの遺伝暗号表である。

| 一番目の塩基<br>(5'末端側) | 二番目の塩基  |  |   |   | 三番目の塩基<br>(3'末端側) |
|-------------------|---|--|---|---|-------------------|
|                   | U   | C                                      | A   | G   |                   |
| U                 | UUU } フェニル<br>UUC } アラニン<br>UUA } ロイシン<br>UUG } | UCU }<br>UCC } セリン<br>UCA }<br>UCG }   | UAU }<br>UAC } チロシン<br>UAA } 終止<br>UAG }          | UGU } システイン<br>UGC }<br>UGA } 終止<br>UGG } トリプトファン | U<br>C<br>A<br>G  |
| C                 | CUU }<br>CUC } ロイシン<br>CUA }<br>CUG }           | CCU }<br>CCC } プロリン<br>CCA }<br>CCG }  | CAU } ヒスチジン<br>CAC }<br>CAA } グルタミン<br>CAG }      | CGU }<br>CGC } アルギニン<br>CGA }<br>CGG }            | U<br>C<br>A<br>G  |
| A                 | AUU }<br>AUC } イソロイ<br>AUA } シン<br>AUG } メチオニン  | ACU }<br>ACC }<br>ACA }<br>ACG } トレオニン | AAU } アスパラギン<br>AAC }<br>AAA } リシン<br>AAG }       | AGU } セリン<br>AGC }<br>AGA } アルギニン<br>AGG }        | U<br>C<br>A<br>G  |
| G                 | GUU }<br>GUC } バリン<br>GUA }<br>GUG }            | GCU }<br>GCC }<br>GCA }<br>GCG } アラニン  | GAU } アスパラギン<br>GAC } 酸<br>GAA } グルタミン<br>GAG } 酸 | GGU }<br>GGC } グリシン<br>GGA }<br>GGG }             | U<br>C<br>A<br>G  |

次の問に答えなさい。

問1 (ア), (イ)を埋めなさい。

問2 下線のコドンを具体的に記述しなさい。

問3 DNA分子を構成する2本の重合体の鎖はポリヌクレオチドとよばれ、ヌクレオチドとよばれる多数の単量体の連結によりできている。ヌクレオチドを構成する3成分は何か答えなさい。

問4 (ウ)～(オ)を埋めなさい。

鋳型となるDNAの塩基配列がGTAとすると、このDNAから転写されたRNA分子の塩基配列は(ウ)である。タンパク質合成の過程では、tRNAがmRNAコドンと結合する。tRNAアンチコドンの塩基配列は(エ)である。このtRNAに結合しているアミノ酸は(オ)である。

問 5 セリン-ロイシン-アラニンのアミノ酸配列に対応する mRNA の塩基配列は何通りあるか。

問 6 次の a～e の分子が主として関与する 1～3 の反応過程を正しく組み合わせなさい。

a. リボソーム

1. DNA 複製

b. rRNA

2. 転写

c. DNA ポリメラーゼ

3. 翻訳

d. RNA ポリメラーゼ

e. mRNA

Windom