

平成22年度

香川大学医学部医学科第2年次第2学期
編 入 学 試 験 問 題 紙

教 科 等	ページ数
自然科学総合問題	5

試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。

解答の書き方

1. 解答は、解答用紙の所定の欄に、横書きではっきりと記入すること。
2. 解答を訂正する場合には、きれいに消してから記入すること。
3. 解答用紙には、解答と受験番号のほかは、いっさい記入しないこと。

注 意 事 項

1. 試験開始の合図の後、解答用紙（3枚）に受験番号を必ず書くこと。
2. 用事があるときは、だまって手をあげて監督員の指示を受けること。
3. 試験が始まると、途中退室はできない。
4. 試験終了時には、解答用紙を順番に重ね机上の右側に置くこと。
5. 試験終了後、問題用紙は持ち帰ること。

補足説明

問題紙 1 ページ 問題 1 問 1 ⑦の 3 行目

(加筆前) v の関数として

(加筆後) v は x に依存した電位の関数

問題1 以下の問に答えなさい。解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。

問1 生体内のある1点で刺激を受け、その刺激によって発生した電気信号が神経細胞の軸索(半径を a 、細胞内の単位長さ当たりの抵抗を r_i 、細胞膜の電気伝導率を g_m とする)の細胞膜を伝搬する様子について以下のモデルを考える。細胞外の抵抗は無視できるとする。以下の設問に答えなさい。

- ① 図1-1のように点 A_0 、 A_1 、 G と抵抗(抵抗値をそれぞれ R_0 、 R_m 、 R_i とする)があるとき、点 A_1G の間の抵抗値 R_{BC} を求めなさい。
- ② $R_{BC} = R_0$ となる R_0 を R_m と R_i とで表しなさい。

以下、設問②の条件を満たしているとする。

- ③ 図1-2のように、同様の区画を点 A_1 の左側に加える。この回路において A_2G 間の抵抗値を R_0 を使って表しなさい。
- ④ 図1-2において点 A_0 における電位を V_0 とするとき、点 A_1 における電位 V_1 を、 R_0 、 R_m 、 R_i 、 V_0 を用いて表しなさい。

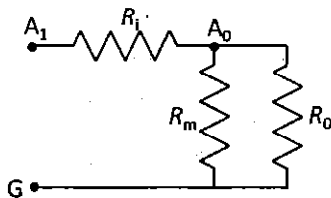


図1-1

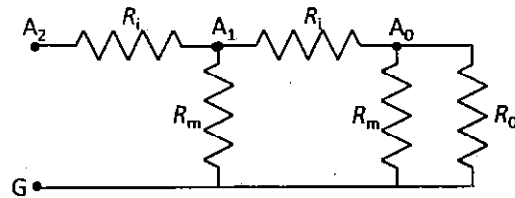


図1-2

- ⑤ 点 A_2 の左側に更に n 個の同様の区画を加えたとき(図1-3)、最も左側の点 A_n に対して、 A_nG 間の抵抗値を答えなさい。
- ⑥ 図1-3において点 A_k の電位を V_k 、点 A_{k+1} の電位を V_{k+1} とするとき、この2点間の電位の比 V_{k+1}/V_k を R_0 、 R_m 、 R_i を用いて表しなさい。

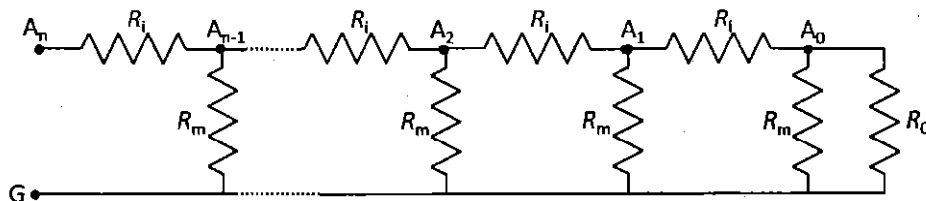


図1-3

- ⑦ ここで $R_i = ndx$ かつ、 $R_m = 1/(2\pi a g_m dx)$ とすると、設問⑥の電位の比は

$$\frac{1}{1 + (2\pi a r_i g_m)^{1/2} dx}$$

となる。 $(2\pi a r_i g_m)^{1/2} dx$ は1に比べて小さいとして、 dv/dx を

v の関数として表しなさい。

- ⑧ 刺激によって位置 $x=0$ で電位 v_0 が生じたとして、電位(v)と位置(x)の関係を図示しなさい。

問2 呼吸により消費するエネルギーについて、系に熱が流入すると仮定して考える。

- ① 熱 ΔQ が系に流入した場合、系の温度が上昇する。温度上昇を ΔT とした時、系の熱容量 C を ΔQ と ΔT とで表しなさい。
- ② 熱 ΔQ が系に流入した場合、系のエネルギー変化量を ΔU 、系が外部に対してした仕事を W とし、これらの関係（熱力学第一法則）を式で表しなさい。
- ③ 系の体積が一定で、外部に対して仕事をしない場合の定積熱容量 C_V を、 ΔU と ΔT とで表しなさい。
- ④ 単原子分子からなる理想気体を仮定した場合、分子数が N 、温度 T のときの気体の全エネルギーは $U = \frac{3}{2} N k_B T$ である、但し、 $k_B (=1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K})$ はボルツマン定数である。このとき、この気体の定積モル熱容量 c を求めなさい。
- ⑤ 呼吸による消費エネルギーについて考える。一回の呼吸で体積 0.50 リットルの空気を吸い込み、この吸気を体内で温める。気体の体積は変わらないものとし、吸気に対して身体の熱容量は大きくこの吸気を温めることによって身体の温度変化はないものとする。空気の定積熱容量が $c = 1000 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ と与えられたとし、空気の密度を $\rho = 1.3 \text{ kg/m}^3$ 、体温を 37°C 、外気温を 20°C とし、一回当たり吸い込んだ空気を体温に温めるのに消費するエネルギーを求めなさい。
- ⑥ 1 分間に 20 回呼吸を行うとして、吸気を温めるのに要する消費エネルギーの率は何ワットか計算しなさい。

問題2 以下の問に答えなさい。解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。

問1 カルボン酸について以下の問いに答えなさい。

- (1) RCOOH で表されるカルボン酸は水中ではイオン化している。このカルボン酸 (RCOOH) 水溶液のイオン化定数 (K_a) とえる式を書きなさい。なお RCOOH などの必要な物質のモル濃度は角括弧 $[\text{RCOOH}]$ で示すものとする。
- (2) 酢酸、クロロ酢酸、トリクロロ酢酸について、イオン化定数 (K_a) の値の大きいものから順にそれらの化学式を書きなさい。
- (3) (2) の答えの理由を書きなさい。

問2 次にあげるアミノ酸 (アラニン、グリシン、バリン、トリプトファン、リジン、ロイシン、グルタミン酸) について以下の問いに答えなさい

- (1) 塩基性アミノ酸を一つ選び、その名称と化学式を書きなさい。
- (2) 280nm 付近の紫外部に吸収極大を持つアミノ酸を一つ選び、その名称と化学式を書きなさい。
- (3) 光学活性を持たないアミノ酸を一つ選び、その名称と化学式を書きなさい。
- (4) 等電点 (pI) の最も低いアミノ酸を一つ選び、その名称と化学式を書きなさい。

問3 タンパク質について以下の問いに答えなさい。

- (1) タンパク質の一次構造を説明しなさい。
- (2) タンパク質の四次構造を説明しなさい。
- (3) タンパク質の三次構造を保つ結合様式の名称を4つ書きなさい。

問4 次にあげる二糖類を加水分解した際に得られる単糖の名称を全て書きなさい。

- (1) マルトース (2) ラクトース (3) スクロース

問5 核酸の構造について以下の文章を読んで () に入る語句を答えなさい。(一文字表記は不可)

DNA は加水分解すると3種の構成成分である (1)、リン酸、ヘテロ環アミン塩基の混合物となる。DNA に含まれるピリミジン塩基には (2) および (3) があり、プリン塩基には (4) および (5) がある。DNA の2重らせん構造は2本のDNA 鎖中の塩基間において (2) と (5) の間で2本の (6) 結合を形成し、もう一組の塩基間である (3) と (4) の間で (7) 本の (6) 結合を形成することにより保っている。この特異的な塩基間の結合の組み合わせを (8) 的塩基対と呼ぶ。

問題3 以下の問に答えなさい。解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。

問1 以下の記述には誤った箇所があります。誤った箇所を指摘して訂正しなさい。

- (1) 原核生物の細胞では核と細胞質が核膜によって隔てられている。
- (2) 細胞外に分泌されるタンパク質や細胞膜に埋め込まれる膜タンパク質はゴルジ装置に結合したリボソームで合成されている。
- (3) ミトコンドリアは細胞の活動に必要なエネルギーをADPという分子の形で合成する細胞内小器官である。また、ミトコンドリアの内部には独自のDNAとリボソームが含まれていて、自立的に分裂して数を増やすことができる。
- (4) エストロゲンのようなステロイドホルモンは、細胞膜上にある受容体に結合した後、核の中に入ってDNAの特定のヌクレオチド配列に結合して転写を開始させる。
- (5) 真核生物の細胞(体細胞)は常に細胞分裂を繰り返して数を増やしているわけではなく、増殖の必要が生じた時期に、細胞周期と呼ばれる一連の決まった過程を通して細胞は分裂する。その際DNAの複製なども行われるが、DNAの複製はM期に限って起こる。

問2

ヒトの体は細菌、ウイルス等の病原体から身を守るための生体防御システムを持っている。皮膚や口腔粘膜を越えて体内に侵入した病原体は、(A)や(B)によって食べられて(食食作用)排除される。これはヒトが生まれながらに備えている非特異的な生体防御システムである。一方、ヒトはさらに病原体の特定の抗原を認識して攻撃する特異的な生体防御システム(免疫)も備えている。免疫には、体内に侵入した抗原に特異的に結合する抗体で病原体を排除する(C)と、ウイルスなどに感染した細胞の異常を見つけて攻撃する(D)がある。抗体の産生にはリンパ球のうち(E)が、感染した細胞の排除には(F)が関わっているが、こうしたリンパ球は赤血球などと同じく(G)に由来する細胞からつくられる。

- (1) (A) - (G) に適当な語句を記入しなさい。
- (2) ヒトの生体内で最も多く存在する抗体(免疫グロブリン)の名称を答え、その抗体の模式構造(簡単な説明を含む)を書きなさい。また、その抗体1分子が認識できる抗原の数を答えなさい。
- (3) 抗体と抗原は可逆的に結合することから、抗原をA_g、抗体をA_b、抗原抗体複合体をA_gA_bとすると抗原と抗体の結合は $A_g + A_b \rightleftharpoons A_g A_b$ の式で表される。この反応において、 k_1 を結合の速度定数、 k_2 を解離の速度定数とすると、平衡状態では $k_1 [A_g] [A_b] = k_2 [A_g A_b]$ となる(カッコ内はそれぞれのモル濃度)。抗体と抗原が特異的に結合することを何と呼ぶか。この反応の平衡定数をKとするとKはどのような式で表されるか。また、Kの値が大きい場合、抗体が抗原に対してどのような性質を有しているといえるか。それぞれ答えなさい。

- (4) 抗体と抗原の特異性を簡単に判別する古典的な方法に、寒天ゲル中で可溶性の抗原と抗体の両者を拡散させて、形成される抗原抗体複合体の沈殿物を沈降線として肉眼で観察する方法がある。これを何法と呼ぶか。例えばスライドガラス上の寒天ゲルに3カ所穴をあけ、ある一定量の抗原(X)を2カ所の穴に入れて適当な量のXに対する抗体(抗X)と反応させると、図1Aのような融合した沈降線が観察される。沈降線が形成されているところで、抗体と抗原の量比について答えなさい。また、別の抗原Yを認識する抗体Y(抗YはYのみを特異的に認識する)が図1Aと同じような沈降線を形成するような条件で、2種類の抗体(抗X、抗Y)を混ぜて穴に加え、2種の抗原(X、Y)を図1B、図1Cのように加えて拡散させた場合、どのような沈降線が形成されるか。予想される沈降線を解答用紙に書き込みなさい。

