

平成28年度医学部医学科入学者選抜

【学士入学（3年次編入学）】

第1次選抜試験問題

自然科学総合問題

注 意

- 1 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
- 2 問題紙は5枚です。指示があってから確認してください。
- 3 解答はすべて解答用紙の所定のところに記入してください。
- 4 問題紙は持ち帰ってください。

問題 I

設問 1 以下の文章を読み、文中の 内に当てはまる語句、文、記号、または式を答えなさい。

導線の両端に電位差 V を加えると、導線中に定常電流 I が流れる。 V と I の間には定数 R を用いた、式 1 の関係が成り立つ。この関係式が 2 の法則である。 R は 3 とよばれ、導線の材質、断面積 S 、長さ l 、および、温度などによって決まる、単位が 4 の物理量である。 R は、 S 、 l 、および定数 ρ を用いると式 5 で表すことができる。定数 ρ は 6 とよばれる物理量である。 R の温度依存性は材料により大きく異なる。金属の R は温度の上昇に伴って 7 するが、半導体では温度の上昇に伴って 8 する。これらを原子論的に説明すると、温度の上昇により金属では 9 のに対し、半導体では 10 が増加するためである。

設問 2 純水 M [L] に塩化カリウムを a [mmol] 溶かした溶液が容器に入っている。塩化銀メッキした銀製の円板を l [cm] のごく短い距離で対向させて 2 枚挿入した。対向面の面積はそれぞれ A [cm²] であり、対向面以外の部分は絶縁被覆され、かつ絶縁被覆されたリード線がついている (図 1)。

問 1 円板間に E [V] の電圧をかけた時、円板間を流れる電流値を求めなさい。 K^+ と Cl^- のイオン移動度はともに μ [m²S⁻¹V⁻¹] とする。

問 2 溶質を同濃度の塩化ナトリウムに変えた時、電流値はどのようになるか? 理由を明記して答えなさい。

設問 3 内側に半径 a の無限に長い円柱型の導体、外側に中空部の半径が b の無限に長い円筒型の導体が、それぞれの中心軸を一致させて配置してある (図 2)。各導体内の電位は、外場が加わっても、それぞれ位置によらず同一であるとする。内側の導体には単位長さ当たりの電荷量があり、外側の導体は接地してある。また、内側の導体と外側の導体の間の部分は真空中で誘電率は ϵ_0 である。

問 1 中心軸から半径 r ($a < r < b$) の位置における電場の強さを求めなさい。

問 2 中心軸から半径 a の位置、および半径 b の位置の電位をそれぞれ求めなさい。

問 3 この導体系の単位長さ当たりの静電容量を求めなさい。

問 4 この導体系に $V = V_0 \sin(\omega t + \phi)$ の交流電圧を印加したときの電流値 I を求めなさい。

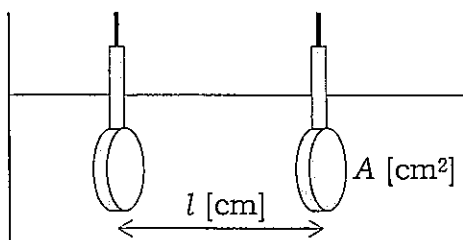


図 1

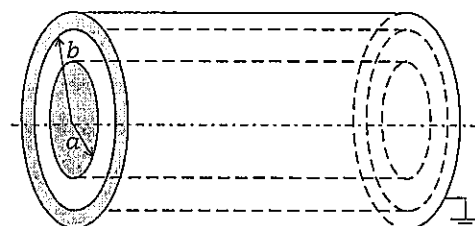
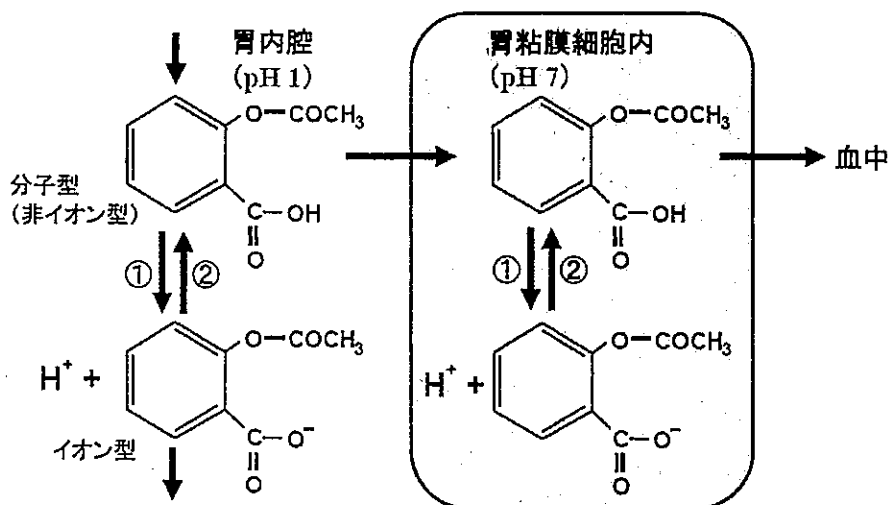


図 2

問題Ⅱ

設問 1 一般に溶液中の薬物は、溶液の pH によって分子型とイオン型の存在比率が変化する。図はある薬物が経口投与されたのち、胃の中でどのような状態で存在するかを模式的に示したものである。胃内腔の pH が 1.0、胃粘膜細胞の pH を 7.0、この薬物の pKa を 4.0 であるとした場合、以下の問いに答えなさい。ただし、 $pKa = -\log Ka$ (Ka は酸解離定数)、薬物はすべて溶液中か細胞内液中に存在するものとする。



問 1 胃内腔では、①、②のどちらに反応が進むと考えられるか。また、その理由を「水素イオン濃度」という言葉を使って簡潔に説明しなさい。

問 2 胃内腔でのイオン型と分子型の存在比率はどのようになると考えられるか。その理由について、

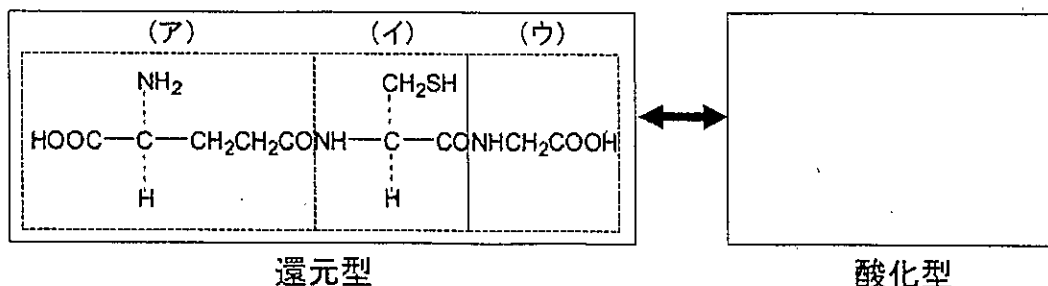
$$pH = pKa + \log \frac{[\text{イオン型}]}{[\text{分子型}]}$$

という関係式を使って説明しなさい。

問 3 一般に分子型の薬物はイオン型よりも細胞膜を通過しやすいと考えられている。この薬物が胃粘膜細胞内に移行したのち、「細胞膜を通過して血中に移行するもの」と、「細胞内にとどまるもの」とではどちらが多いと考えられるか。理由をあげて説明しなさい。

問 4 この薬物 (分子型) の名前を書きなさい。

設問 2 次の図は三つのアミノ酸が結合した物質 (還元型) の構造と、その物質が 2 分子結合して酸化型となる反応を示している。以下の問に答えなさい。



- 問1 三つのアミノ酸が結合したこのような形の物質を一般に何と呼ぶか。答えなさい。
- 問2 (ウ)の部分のアミノ酸の名称を答えなさい。
- 問3 この物質の名称(還元型)を答えなさい。
- 問4 還元型が2分子結合した酸化型の構造を書きなさい。また、二つの分子の結合様式を何結合と呼ぶか。答えなさい。
- 問5 この物質は生体内ではその多くが還元型として存在している。この物質は生体内でどのような役割をはたしていると考えられるか。答えなさい。

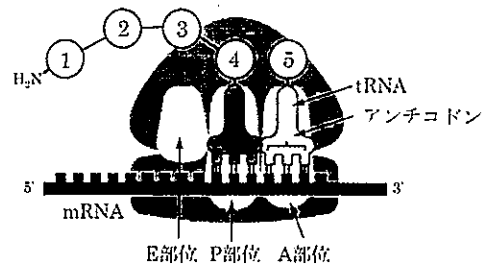
問題Ⅲ

設問 1 図は mRNA を鋳型にして、リボソームでタンパク質が合成（伸長）されている様子を示す。①～⑤はアミノ酸残基を示す。

問 1 タンパク質合成（伸長）の過程を簡素に説明しなさい。ただし、図中に示された単語を少なくとも一回は用いること。

問 2 真核細胞中で、あるタンパク質の半減期を知りたい場合にどのような実験をすればよいか簡素に説明しなさい。

問 3 リボソームを構成する数本の rRNA はタンパク質合成を触媒するが、その一部は生物の系統解析によく用いられる。考えられるその理由を二つあげなさい。



設問 2 タンパク質の立体構造に関する以下の問に答えなさい。

問 1 タンパク質の立体構造を決定することは医学の分野においてどのような役に立つと考えられるか論じなさい。

問 2 フォールディングに失敗したタンパク質が小胞体内に蓄積され続けると細胞はどうか記しなさい。また、それを実験的に検出する方法を一つあげ、その検出原理を説明しなさい。

設問 3 ある完全長 cDNA がコードしているタンパク質が核タンパク質であることを証明したい。どのような解析・実験を行えば証明できるか、パソコンによる解析、組換え DNA 実験、培養細胞を用いた実験などを用いて系統的に述べなさい。

問題 IV

設問1 代表的な細胞死としてアポトーシスとネクローシスがある。両者の機序の違いとそれぞれの生理的意義を説明しなさい。

設問2 獲得免疫を担うTリンパ球とBリンパ球は、分化・成熟する過程でアポトーシスを生じる。その意義について説明しなさい。

設問3 分化・成熟を終えたTリンパ球とBリンパ球にもアポトーシスが生じる。どのような時にどのような部位でアポトーシスが生じるか説明しなさい。

設問4 Tリンパ球やBリンパ球にアポトーシスが生じないと不都合なことが生じる。どのようなことが生じるか説明しなさい。

設問5 細胞にアポトーシスを誘導する経路には、ミトコンドリアを経由するものと経由しないものがある。それぞれについて説明しなさい。