

平成26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	6

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（4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。

問題1 以下の間に答えなさい。

解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。

問1

円柱の木材が水に浮いているとする。円柱の半径を r 、高さを h とする。木材の密度を ρ_1 、水の密度を ρ_0 、 $\rho_1 < \rho_0$ 、重力加速度を g とする。

- (1) 木材の質量を答えなさい。
- (2) 木材の軸が水面に垂直であったとする。木材の水面以下の部分の高さを x としたとき、水面以下部分の木材の体積を求めなさい。
- (3) (2)で木材が受ける浮力はいくらか。
- (4) 木材の水面以下の部分の高さ x を求めなさい。
- (5) 木材に大きさの無視できるおもりをつけたとき、木材が沈むためのおもりの質量の条件を求めなさい。

問2

電磁気学において、電荷密度 ρ 、閉曲面 S に対し、真空中の電場 \mathbf{E} はガウスの法則により

$$\int_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \int \rho dV$$

(左辺は任意の閉曲面 S に関する面積分、右辺はこの閉曲面により囲まれた空間領域に関する体積積分をあらわす) で与えられる。ただし ϵ_0 は真空の誘電率である。以下の間に答えなさい。

点電荷 q が真空中にあるとする。

- (1) 点電荷を中心とした半径 r の球面上の電場はいくらになるか答えなさい。

無限に広い平面に電荷が電荷密度 $\sigma (> 0)$ で一様に分布しているとする。

- (2) この平面と平行な方向の電場の大きさを答えなさい。
- (3) この平面に対し垂直な軸をもち、各底面と平面との距離が等しい円筒があるとす。各底面の面積が S_1 であるとき、この円筒に含まれる電荷はいくらか答えなさい。
- (4) 円筒の両底面上での電場の大きさ E_1 を求めなさい。

面積 S_2 で、間隔 d の平行平板コンデンサーがある。一方の極板に $+\sigma$ 、他方に $-\sigma$ の電荷密度が与えられたとする。極板間は空気で満たされているとする (誘電率が ϵ_2)。

- (5) 極板間の電場の大きさ E_2 を答えなさい。
- (6) コンデンサーの極板間の電位差を E_2 を使って答えなさい。

- (7) コンデンサーの極板間を誘電率 ϵ の物質で満たした時、容量は何倍になるか答えなさい。

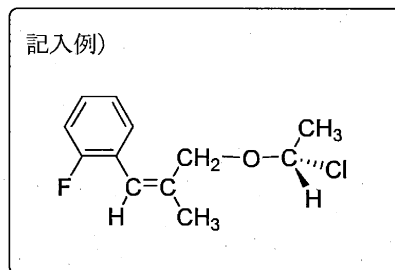
細胞における細胞膜の電氣的性質について考える。細胞膜（厚さ 1.0×10^{-8} m、比誘電率 8.0）をはさんだ外側に正イオン、内側に負イオンがある電気二重層を考える。ただし、 $\epsilon_0 = 8.9 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N} \cdot \text{m}^2$ とする。

- (8) これらのイオンによる電場が $1.0 \times 10^7 \text{ N/C}$ であった。このとき電気二重層の電荷密度の大きさを答えなさい。
- (9) 細胞膜をはさんだ内外の電位差を答えなさい。
- (10) 細胞膜 1.0 cm^2 の当たりの電気容量を答えなさい。

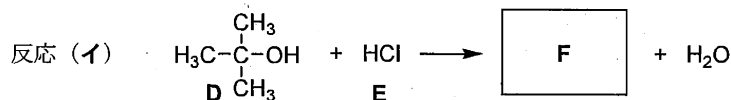
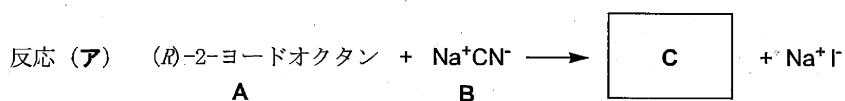
問題2 以下の間に答えなさい。

解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。

なお、構造式は右に示した記入例にならって記しなさい。ただし、原子量は C = 12.0、H = 1.0、O = 16.0、N = 14.0、Na = 23.0 とする。



問1 ある条件下、溶液中で反応(ア)および(イ)を行ったところ、いずれの場合も置換反応が進行し、有機化合物CおよびFがそれぞれ生成した。なお、副反応は進行しなかった。これらの反応について、以下の間に答えなさい。

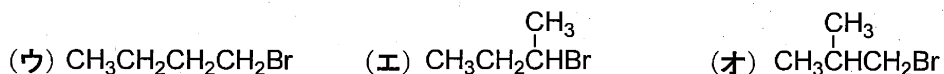


(1) 有機化合物A、CおよびFの構造式を記しなさい。

(2) 原料A、B、DおよびEの濃度をそれぞれ2倍とした場合、反応(ア)および反応(イ)の反応速度がそれぞれ何倍になるかを予測し、答えなさい。

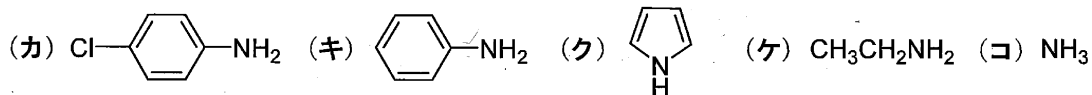
(3) 以下の化合物(ウ～オ)をNa⁺CN⁻に対する反応性の高い順に並べ、右に示した記入例にならって記号で答えなさい。

記入例 (ウ) > (エ) ……



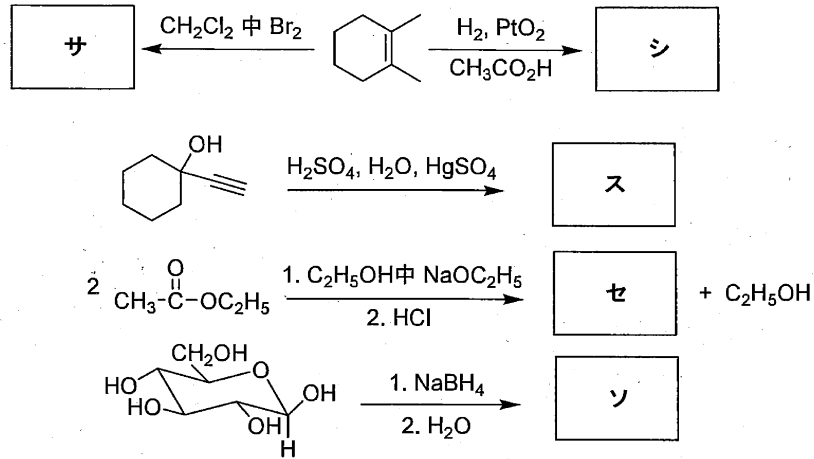
問2 以下の間に答えなさい。

(1) 以下の化合物(カ～コ)を塩基性の強い順に並べ、問1(3)に示した例にならって記号で答えなさい。



(2) pH 5.97 の溶液中では、グリシンは主に双性イオン(両性イオン)として存在している。(a) グリシンの双性イオンの構造を記しなさい。さらに、(b) pH 1 および(c) pH 13 においてグリシンが主になっている構造をそれぞれ記しなさい。

問3 以下の反応によって主生成物として得られる有機化合物（サ～ソ）の構造式を記しなさい。
 なお、（ソ）については Fischer 投影式を記しなさい。



問4 以下の間に答えなさい。

(1) (a) 273.15 K における氷の融解、および(b)373.15 K における水の蒸発に対するエントロピー変化 ΔS を、それぞれ答えなさい。ただし、各温度における氷の融解および水の蒸発に対するエンタルピー変化 ΔH を、それぞれ 6.02 kJ mol^{-1} および 40.7 kJ mol^{-1} とする。

(2) (a) 0.10 mol dm^{-3} の酢酸水溶液の pH を答えなさい。なお、計算過程も含めて書くこと。
 ただし、酢酸の pK_a を 4.76 とする。

(b) この酢酸水溶液 1.0 dm^3 に酢酸ナトリウムを加えて pH 4.76 の緩衝溶液をつくりたい。
 そのためには何グラムの酢酸ナトリウムを加える必要があるか答えなさい。なお、計算過程も含めて書くこと。ただし、酢酸ナトリウムの添加に伴う溶液の体積変化は無視できるとする。

問題3 次の文章を読んで、以下の間に答えなさい。

解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。ただし、句読点は字数に含まない。

インスリンの翻訳から分泌までを追いかけてみよう。ヒトのインスリンはA鎖(21アミノ酸)とB鎖(30アミノ酸)よりなり、両鎖はジスルフィド結合とよばれる共有結合により結ばれている①。インスリン mRNA の遺伝暗号を翻訳すると②インスリンは、シグナルペプチド・B鎖・Cペプチド・A鎖がこの順序でつながった一つのタンパク質(プレプロインスリン)として合成されることがわかる。プレプロインスリンは(a)で合成されると同時にシグナルペプチドが切断されてプロインスリンとなり(b)に輸送される。(b)ではCペプチドが切り出されて成熟したインスリンが生成し、分泌顆粒内に蓄えられる。分泌顆粒は外部からのシグナルに応答して細胞膜と融合③し、インスリンは細胞外に放出される。放出されたインスリンは血流によって体内に拡散し、インスリン受容体を介して各細胞にグルコースの取り込みを促していく④ことになる。

問1 (a) (b)に入る細胞内小器官の名称をそれぞれ記しなさい。

問2 下線部①について

- (1) この結合を担うアミノ酸の名称を記しなさい。
- (2) 上記のアミノ酸を除く19種の天然アミノ酸のうち、この結合の主体となっている元素を含むアミノ酸の名称を記しなさい。
- (3) この結合は、通常の状態では細胞質中のタンパク質にはほとんど認められない。その理由を20字以下で記しなさい。

問3 下線部②について、任意のタンパク質の一次構造を推定する方法として、そのタンパク質をコードする mRNA から合成した cDNA の塩基配列を決定する、という方法が用いられる。

- (1) 真核生物の mRNA は大腸菌では見られない転写後修飾(プロセッシング)を受けている。どのようなプロセッシングか、主なものを3つ記しなさい。
- (2) cDNA の「c」とは何という単語の略か、英語で記しなさい。
- (3) mRNA から cDNA を合成する際には HIV (human immunodeficiency virus) ウイルスの類縁ウイルスゲノムにコードされている酵素を利用する。この酵素の名称と、この酵素をもつウイルス群の総称を記しなさい。

問4 下線部③について、

- (1) インスリンを分泌する細胞が存在する消化酵素産生器官の名称を記しなさい。

- (2) この過程には細胞内外の濃度比が1万倍程度以上異なるイオンが重要な役割を果たしている。このイオンの名称を記しなさい。
- (3) 上記の濃度比は主にどのような機構により維持されているか、30字以下で記しなさい。
- (4) 細胞膜との融合過程にはスネア (SNARE) とよばれるタンパク質が重要な役割を果たしている。スネアの膜融合機構における役割を30字以下で記しなさい。

問5 下線部④について

- (1) インスリン受容体は細胞膜に存在する受容体型チロシンキナーゼである。受容体型チロシンキナーゼはリガンドとの結合をどのように細胞内に伝えるのか、40字以下で記しなさい。
- (2) インスリンによる標的細胞におけるグルコースの取り込み促進には、グルコーストランスポーター (GLUT) の細胞膜への発現が寄与しており、このことは、GLUT が細胞膜になければ、グルコースは細胞内に入りにくいことを示している。なぜグルコースは GLUT なしでは細胞内に入りにくいのか、40字以下で記しなさい。