

平成25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（5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。

生体内の血管中の血液など、粘性流体が円筒管内で層流で定常流をなしているとしたとき、この円筒管内の流量について考える。流体は非圧縮性かつ一様で粘性率 η として取り扱う。以下の問いに答えなさい。

ニュートンの粘性法則によると、粘性のある流体が層流をなし x 軸に平行な方向に速さの異なる層が接しているとき、互いの面に及ぼしあう面に平行な応力 f_t (単位面積あたりに受ける力) は、層流と垂直な方向を y 軸とすると、 y 軸方向の速度勾配に比例する。すなわち

$$f_t = \eta \frac{dv}{dy}$$

図1のように内径が一定で半径が R_p の円筒管について長さ Δx の領域を考える。重力の影響は考えないものとする。図1で円筒管の左端部分にかかる圧力を $p(x)$ 、右端部分にかかる圧力を $p(x+\Delta x)$ とする ($p(x) > p(x+\Delta x)$ すなわち流体は左から右方向へ流れているとする)。また、流体が円筒管の内壁面に接する部分の流速は壁面に対して0、円筒管の軸部分で最大とする。

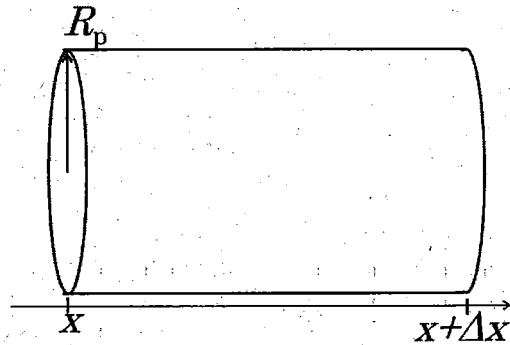


図1

円筒管の軸から半径 r の円柱状の流体部分について考える。半径 r の部分での流速を v とする。

- (1) 半径 r の円柱状の流体部分の左側の面で受ける力はいくらか。
- (2) 半径 r の円柱状の流体部分の右側の面で受ける力はいくらか。
- (3) 半径 r の円柱状の流体部分の側面 (左面と右面をのぞく) の面積はいくらか。
- (4) 半径 r の円柱状の流体部分の側面が受ける粘性抵抗による応力はいくらか。
- (5) (4)で、側面が受ける力はいくらか。
- (6) 管内の流れは定常流であることを考慮し、上で求めた力を使ってつりあいの式を書きなさい。
- (7) (6)から導かれる微分方程式を書きなさい。ただし、関数 $f(x)$ に対して次の近似式

$$\frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x} = \frac{\Delta f}{\Delta x}$$

が成り立つとする。

- (8) 圧力 p は円筒管の半径方向に一定として、半径 r における流速 $v(r)$ を求めなさい。

次に、流量について考えるため、円筒管の断面に対して半径 r と $r+\Delta r$ の間の部分について考える。

- (9) 円筒管の断面の半径 r と $r+\Delta r$ の間の面を通過する単位時間当たりの流量を $v(r)$ を使って求めなさい。ただし、 Δr を微小として第一近似で求めなさい。

円筒管の断面を通過する流量について考える。

- (10) 円筒管の半径 R_0 の断面全体を単位時間に通過する流量を求めなさい。

以上の結果から次の計算をなさい。

- (11) 腎臓の糸球体の基底膜部分の導管が半径 5 nm、導管の両端の圧力差 2×10^3 Pa、流体の粘性率 $1.4 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 、管の長さ 50 nm のとき、この流体の流量はいくらか有効数字 1 桁で計算しなさい。

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 次の各問に答えなさい。なお、構造式は記入例にならって記しなさい。

(1) C_8H_9N で表わされる分子について、考えられる異性体の構造式をすべて記しなさい。

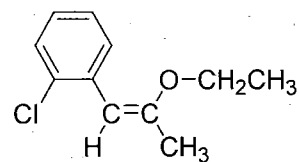
(2) 次の (a) ~ (c) の化合物の構造式を記しなさい。

(a) 2,2-ジメチルペンタン

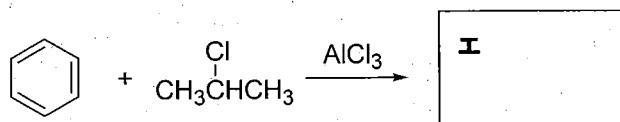
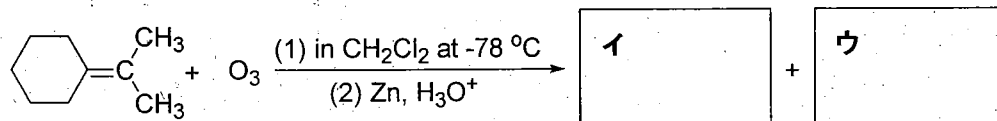
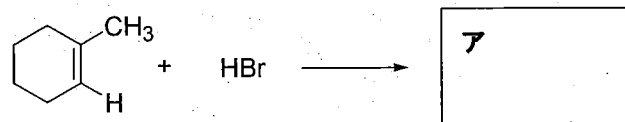
(b) 2,6-ジブロモフェノール

(c) (*E*)-3-メチル-3-ペンテン-2-オン

記入例)

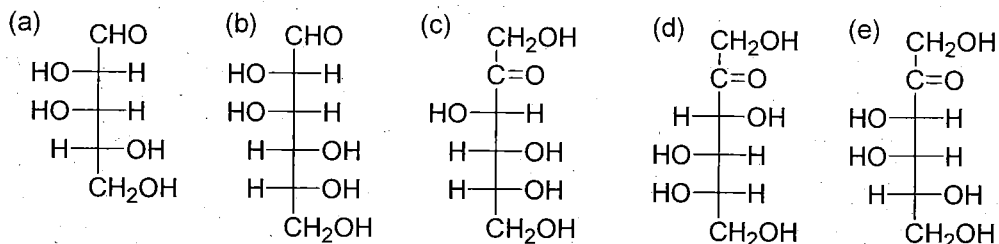


問2 次の反応によって主生成物として得られる有機化合物 (ア~エ) の構造式を記しなさい。



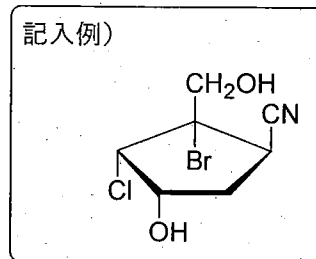
問3 次の各問に答えなさい。

(1) 次の単糖の中で互いに鏡像異性体である組み合わせを選び、記号で答えなさい。



(2) 多くの炭水化物は鎖状形と五員環状または六員環状のヘミアセタール形の平衡で存在している。鎖状の単糖がこのように閉環したとき新しい立体中心が生じ、それぞれ二種類のジアステレオマーが生成するが、これらを何と呼ぶか答えなさい。

(3) 上記(1)に示した単糖(b)が六員環状ヘミアセタール形に閉環して生成する二種類のジアステレオマーの構造式を、記入例にならってそれぞれ描きなさい。



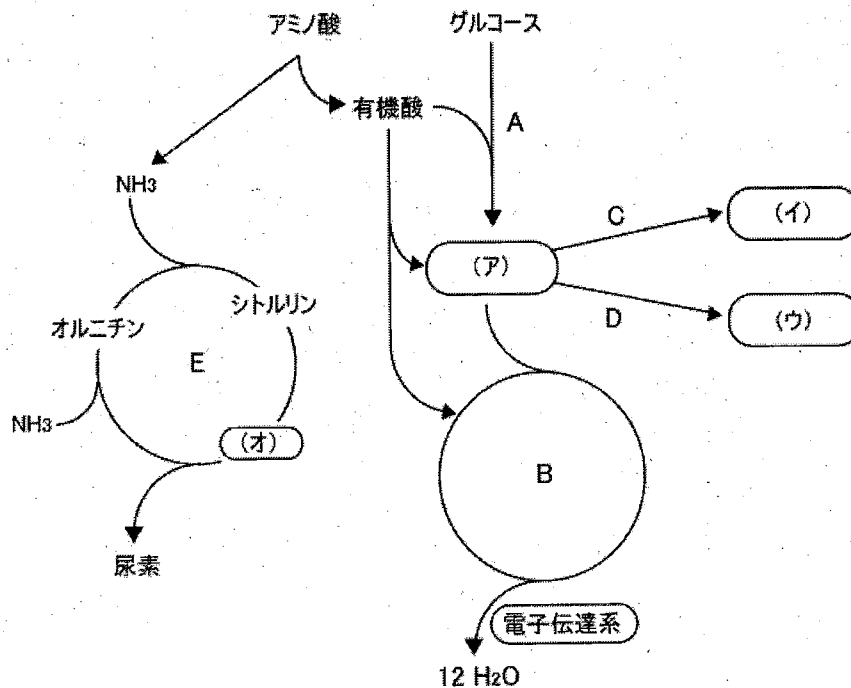
問4 次の各問に答えなさい。ただし、原子量は C = 12.0、O = 16.0、H = 1.00、Cl = 35.5 とする。

(1) 質量パーセント濃度が 31.5 % である塩酸 (比重 1.16) を用いて、 0.050 mol l^{-1} の HCl 水溶液 1.00 l を調製しようとしている。そのために必要な 31.5 % 塩酸の容積を答えなさい。

(2) プロピオン酸 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$) について 0.200 mol l^{-1} 、HCl について 0.050 mol l^{-1} である水溶液がある。この水溶液中のプロピオン酸イオンの濃度を求めなさい。なお、計算過程も含めて書くこと。ただし、プロピオン酸の K_a は $1.3 \times 10^{-5} \text{ mol l}^{-1}$ とする。

問題3 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。

生物は環境中に存在する様々な物質からエネルギーを獲得して生命活動を営んでいる。あるものは炭水化物、タンパク質や脂肪を分解し、これらの有機物の中に含まれる化学的エネルギーを利用する^①。一方、無機物や光を利用して有機物を合成する生物もある^②。ほとんどの生物は、グルコースを下の図の反応経路Aによって分解し、 C_3 化合物の(ア)を生じる。ヒトの細胞では、さらに反応経路Bを進行させ、酸素を利用して最終的にグルコースを二酸化炭素と水にまで分解する。酵母は、酸素が少ない嫌気的な条件では気体^③の発生をともなう反応経路Cを経て(ア)から(イ)を生じ、乳酸菌では(ア)から反応経路Dを経て(ウ)を生成する。反応経路Aではグルコース1分子あたり2分子の補酵素^④が還元され、これはのちに電子伝達系において高エネルギー電子を放出してアデノシン三リン酸(ATP)を生成する原動力となる。酸素のない状態と酸素が十分ある状態で培養した酵母を電子顕微鏡で観察すると、ある細胞内小器官^⑤の発達の程度に差が認められる。好気呼吸では基質としておもに、炭水化物と脂肪が使われるが、それらが不足するとタンパク質が用いられる。タンパク質の分解の結果生じたアンモニアは経路Eによって尿素に変換される。好気呼吸で発生する二酸化炭素と消費した酸素の体積比を(エ)という。



問1 文中の(ア)から(エ)に適切な語句を記入しなさい。

- 問2 (1) 下線①や②のようなエネルギー獲得様式を持つ生物をそれぞれ何というか。
 (2) 植物やある種の細菌は光合成により二酸化炭素からグルコースなどの有機物を合成する。このような働きを何というか。
 (3) ②の生物のうち、硫化水素を利用する細菌を何と呼ぶか。

- 問3 反応経路 A, B, E それぞれの名称を答えなさい。
- 問4 (1) ③の気体は何か答えなさい。
(2) ④の補酵素の名称を答えなさい。
- 問5 (1) 嫌氣的に (ア) を代謝する現象を何というか。
(2) 酵母による反応経路 C はどのような食品の製造に利用されているか一つ例をあげなさい。
(3) 反応経路 C や D は反応経路 A に対してどのような役割を持つか、50 字以内で述べなさい。
- 問6 反応経路において ATP が生じることを基質レベルでの ATP 産生という。反応経路 A, B, C での、グルコース 1 分子あたりの ATP の消費分子数と基質レベルでの生成分子数を答えなさい。
- 問7 反応経路 B の役割を 2 つ、それぞれ 30 字以内で述べなさい。
- 問8 (1) ヒトにおいて反応経路 E が行われる臓器を述べなさい。
(2) 反応経路 E の (オ) に入るアミノ酸を答えなさい。
- 問9 (1) 文中の⑤の名称を答えなさい。
(2) この細胞内小器官は好氣的培養と嫌氣的培養のどちらでよく発達するか答えなさい。
(3) ⑤は独自の DNA とリボソームを有し、分裂増殖する。これらの事実から⑤の起源についてどのようなことが考えられるか、50 字以内で述べなさい。