

平成27年度

香川大学医学部医学科第2年次
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（6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。

問1 金属中を流れる電流について、ミクロな機構という視点で伝導電子の運動を考える。金属に電場 E がかかっており（電場 E のかかっている方向を正とする）、金属中の電子は速度に比例した力（比例定数を α とする）が電子の運動方向と逆向きに働くとする。電子の質量を m 、電荷を $-e$ 、金属中の個数密度を n とする。電子の運動は電場のかかっている直線方向で考えるとす。以下の問に答えなさい。

- (1) 電子が電場から受ける力の大きさを答えなさい。
- (2) 電子の速度を v とする。運動方程式を書きなさい。
- (3) 定常状態では電子は等速運動となる。このときの速度を答えなさい。
- (4) (3)のときの電流密度(単位面積あたりの電流) i の大きさを答えなさい。
- (5) 電子は(1)で求めた力を受け、時間 Δt で一定距離移動すると考えることができる。電子一個にたいして電場がする仕事を答えなさい。
- (6) 電子が受けた仕事がすべて熱に変わるとする。このとき、単位時間、単位体積あたりに生じる熱はいくらか、 E と i とをもちいて答えなさい。
- (7) このモデルにおいて、ニクロム線に電場をかけて 100 J の熱を生じさせたとき、かけた電場のなした仕事はいくらか答えなさい。

問2 絶対温度がそれぞれ T_1, T_2 ($T_1 < T_2$) の熱源 H_1, H_2 を用いた 1 mol の理想気体により、以下の四つの段階に分けたカルノーサイクルを考える。

- (i) 理想気体のはじめの状態（体積 V_0 、圧力 p_0 、温度 T_1 ）を状態 A とし、断熱的に温度が T_2 になるまで圧縮する。気体は状態 B（体積 V_1 、圧力 p_1 、温度 T_2 ）になる。
- (ii) 気体を熱源 H_2 に接触させ等温膨張させる。気体は状態 C（体積 V_2 、圧力 p_2 、温度 T_2 ）になる。
- (iii) 断熱膨張させ、温度が T_1 になるまで変化させる。気体は状態 D（体積 V_3 、圧力 p_3 、温度 T_1 ）になる。
- (iv) 気体を熱源 H_1 に接触させ等温圧縮させ、状態 A にもどす。以上の過程を準静的に行わせる。気体定数を R とする。また、断熱過程において $pV^\gamma = \text{一定}$ （ポアッソンの方程式、 $\gamma > 1$ ）が成り立つものとする。以下の問いに答えなさい。

- (1) このサイクルを pV 図にあらわしなさい。
- (2) (i)の過程(状態 A から状態 B)において、外からの仕事 W_{AB} を T_1, T_2, R, γ を使ってあらわしなさい。
- (3) (ii)の過程(状態 B から状態 C)において、外への仕事 W_{BC} を V_1, V_2, T_2, R を使ってあらわしなさい。

- (4) (iii)の過程(状態 C から状態 D)において、外への仕事 W_{CD} を T_1, T_2, R, γ を使ってあらわしなさい。
- (5) (iv)の過程(状態 D から状態 A)において、外からの仕事 W_{DA} を V_0, V_3, T_1, R を使ってあらわしなさい。
- (6) V_0, V_1, T_1, T_2 および γ の間で成立する関係式を書きなさい。
- (7) サイクルがなす仕事の総量を V_1, V_2, T_1, T_2, R を使ってあらわしなさい。
- (8) サイクルが熱源 H_2 から受けた熱を V_1, V_2, T_2, R を使ってあらわしなさい。
- (9) サイクルが熱源 H_1 に与えた熱を V_1, V_2, T_1, R を使ってあらわしなさい。
- (10) サイクルの熱効率を T_1, T_2 を使ってあらわしなさい。
- (11) 本問題のサイクルを逆方向に稼働させるとする。熱源 H_1 の温度を 280 K、熱源 H_2 の温度を 290 K とし、熱源 H_2 に 100 J の熱を与えるとすると、系にたいして与えるべき仕事はいくらになるか答えなさい。

問題2 以下の問に答えなさい。

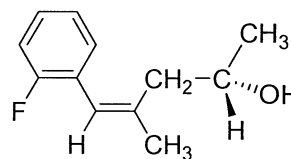
解答は全て解答用紙の所定の欄に記入すること。

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、

気体定数は $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。

記入例

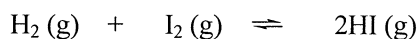


問1 炭素、水素および酸素のみから構成されている有機化合物 **A** 1.48 g を完全に燃焼したところ、3.52 g の CO₂ と 1.80 g の H₂O を得た。また、別の分析によって、**A** の分子量は 100 以下であることが判明した。この有機化合物 **A** について、以下の問に答えなさい。

(1) **A** の分子式を答えなさい。なお、導出過程も示しなさい。

(2) **A** について、考えられる全ての異性体の構造式を示しなさい。

問2 水素とヨウ素を高温で反応させると、以下に示した気相化学反応によってヨウ化水素が生成する。



この反応について、以下の問に答えなさい。なお、気体は全て理想気体としてふるまうとする。

(1) 右に進む反応（ヨウ化水素合成反応）について、圧平衡定数 K_p を、水素、ヨウ素およびヨウ化水素の分圧 (P_{H_2} 、 P_{I_2} 、および P_{HI}) を用いて表わしなさい。

(2) 真空にした容積 $1.0 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ の容器に、0.50 mol の水素と 0.50 mol のヨウ素を導入して 448 °C で反応させ、平衡に到達したとき、0.11 mol のヨウ素が残留していた。

(a) 平衡に到達したときの容器内の全圧 (Pa) を求めなさい。

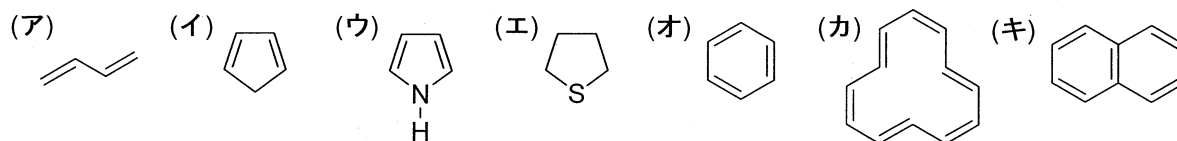
(b) 平衡に到達したときに生成したヨウ化水素の物質質量 (mol) を答えなさい。

(c) この条件における、右に進む反応（ヨウ化水素合成反応）の圧平衡定数 K_p を、有効数字 2 桁で答えなさい。

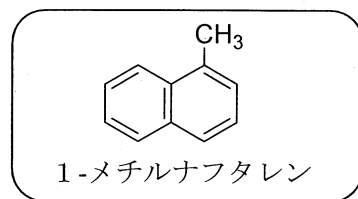
(d) 容器の容積を $5.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ に変えて同様の実験を行った場合、448 °C で反応が平衡に達したときに残留しているヨウ素の物質質量 (mol) を答えなさい。

問3 以下の間に答えなさい。

(1) 次の化合物の中で芳香族であるものを全てを選び、記号で答えなさい。

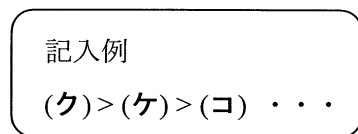


(2) 1-メチルナフタレンには三つの共鳴構造があり、
右図にはその一つを示してある。
他の二つの共鳴構造を示しなさい。

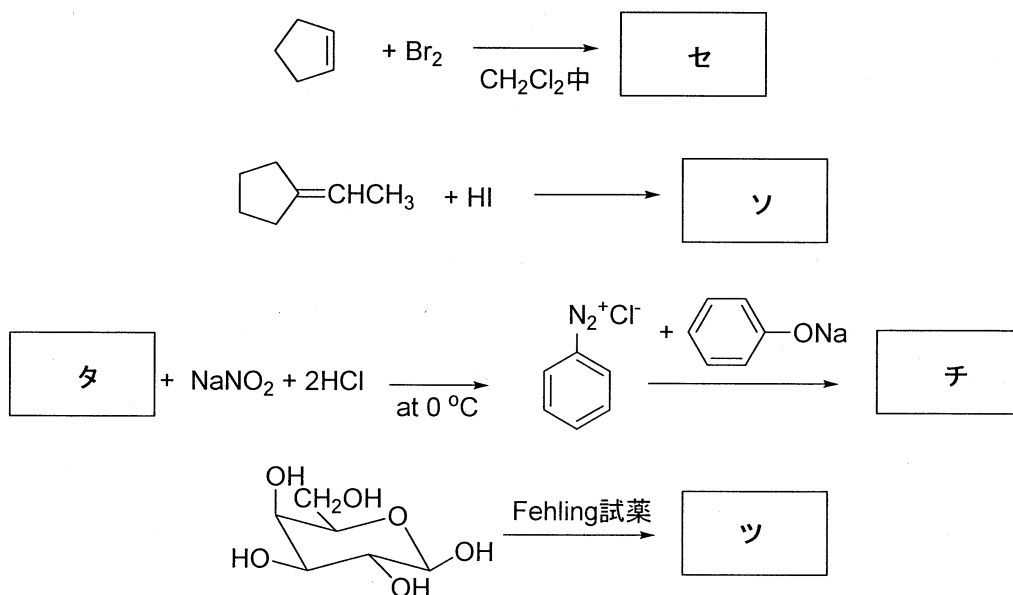


(3) 次の化合物を酸性の強い順に並べ、例にならって記号で答えなさい。

(ク) phenol, (ケ) *p*-nitrophenol, (コ) *p*-methylphenol,
(サ) trifluoroacetic acid, (シ) ethanol, (ス) acetic acid



問4 以下の反応において原料として用いられる、あるいは主生成物として得られる有機化合物
(セ〜ツ) の構造式を書きなさい。なお、(ツ) については Fischer 投影式で答えなさい。



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。ただし、句読点は字数に含まない。

問1 以下の間に答えなさい。

- (1) うどんを消化管内の消化酵素で完全に分解した。分解後、水以外でもっとも分子数が多くなる物質の名称を記しなさい。
- (2) (1) に示した物質がもっともよく吸収される消化器の名称を記しなさい。
- (3) (1) に示した物質の細胞内への取り込みをうながすホルモンの名称を記しなさい。
- (4) (2) の消化器の上皮細胞を含む組織の極薄切片を作製し、電子顕微鏡で観察すると、細胞同士が特定の構造で接着し合っているのがわかり、密着結合・接着結合・デスモソーム・ギャップ結合とそれぞれ呼ばれている4種の構造を見分けることができた。
 - (a) 接着結合を構成する1回膜貫通型タンパク質の名称を記しなさい。
 - (b) 接着結合やデスモソームは、それぞれ細胞骨格と連絡している。細胞骨格は大きく3種に分類できるが、その3種の名称を記しなさい。さらに、デスモソームと最も関連の深い細胞骨格の名称に下線を引きなさい。
 - (c) (b) で下線を引いた細胞骨格と他の2種とを比較したとき、他の2種には認められるが、下線を引いた細胞骨格には認められない特徴がある。それは何か、10字以内で記しなさい。
 - (d) ギャップ結合の機能には、その他の3種の構造には見られない特徴がある。それは何か、40字以内で記しなさい。
 - (e) 上皮細胞内は栄養分を吸収する側(頂端側)と吸収した栄養分を送り出す側(側底側)とに区画されており、密着結合は両区画の維持に寄与している。どのように寄与しているのか、30字以内で説明しなさい。
- (5) 消化管は3胚葉のうちどの胚葉に由来するか、記しなさい。
- (6) 下記の組織・器官から消化管と同じ胚葉由来の組織をすべて選んで解答欄に記しなさい。
表皮 真皮 大脳 頭蓋骨 脊髄 椎骨 心臓 肺 肝臓 腎臓 脾臓 骨格筋

問2 以下の間に答えなさい

- (1) ワトソンとクリックは 1953 年に DNA の 2 重らせん構造モデルを発表した。
- (a) DNA は略称である。正式名称を英語で記しなさい。
 - (b) DNA に含まれる 4 種の塩基の名称を、分子量の大きいものから順に記しなさい。
 - (c) この論文で彼らは「(これを見れば) 遺伝物質がどのように複製されるのか、そのメカニズムはただちに想定できる」と述べている。どのようなメカニズムが想定できるのか、ワトソンとクリックになりかわって 50 字以内で説明しなさい。
- (2) 同じく 1953 年にシンプソンは「生細胞におけるタンパク質分解にはエネルギーが必要である」という、プロテアソームの発見につながる先駆的な論文を発表した。
- (a) プロテアソームとは何か、「ポリユビキチン化」と「ATP」の語句を用いて 50 字以内で説明しなさい。なお、「ATP」は 3 字とする。
 - (b) プロテアソームが働くときにはエネルギーが必要だが、何をするためにエネルギーを必要とするのか、20 字以内で記しなさい。
 - (c) ワトソン・クリックの論文とは異なり、シンプソンの論文はプロテアソームの発見まで四半世紀もの間、批判的に扱われ、正しく理解されなかった。その理由を「発エルゴン反応」という語句を用いて 40 字以内で説明せよ。