

# 山形大学一般 前期

## 平成23年度入学者選抜試験問題

医学部医学科

理 科

( 化 学 )

前 期 日 程

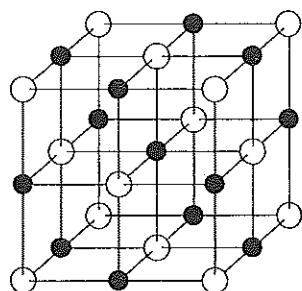
### 注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子の本文は、1ページから10ページまでです。
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明・ページの乱丁・落丁、解答用紙の汚れなどに気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 監督者の指示にしたがって、解答用紙に**大学受験番号**を正しく記入してください。**大学受験番号**が正しく記入されていない場合は、採点できないことがあります。
- 5 解答用紙は3枚あります。Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの解答をそれぞれ別の解答用紙に記入してください。
- 6 解答用紙に印刷されている注意事項をよく読み、指示にしたがって解答してください。
- 7 試験終了後、問題冊子と下書き用紙は持ち帰ってください。

〔 I 〕 下の問い（問 1～3）に答えなさい。計算問題の解答の際は、計算の過程も記しなさい。

問 1 次の文章を読み、下の（1）～（3）の問いに答えなさい。

塩化ナトリウム型の結晶構造を持つ物質 MX（M は陽イオン，X は陰イオンを表す）がある。この物質の単位格子は次の図のような立方体で表される。単位格子の一辺の長さは  $a$  [cm]，M と X のモル質量はそれぞれ  $m$  [g/mol] と  $x$  [g/mol] である。また、アボガドロ定数を  $N_A$  [/mol] で表わす。



● は M，○ は X を表す。

- (1) 陽イオン M の 1 個の質量  $W_M$  [g] を、 $m$  と  $N_A$  を用いて記しなさい。
- (2) 単位格子一つあたりに含まれる M と X の個数をそれぞれ記しなさい。
- (3) この物質の密度は、単位格子に含まれるイオンの質量の総和を単位格子の体積で割ることによって求められる。  
 $a = 4.0 \times 10^{-8}$  cm,  $m+x = 48$  g/mol,  $N_A = 6.0 \times 10^{23}$  /mol として MX の密度 [g/cm<sup>3</sup>] を求め、有効数字 2 桁で記しなさい。

問 2 次の (1) ~ (3) の問いに答えなさい。

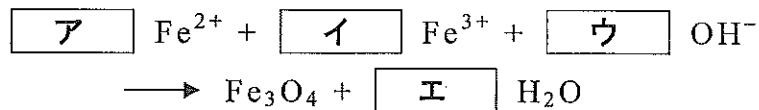
- (1) アンモニアを乾燥させるときに用いる乾燥剤として最も適しているものを、次のうちから一つ選びなさい。

塩化カルシウム 濃硫酸 十酸化四リン ソーダ石灰

- (2) 硫酸酸性のヨウ化カリウム KI 水溶液に過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  を加えると、溶液が赤色になる。この化学反応をイオン反応式で記しなさい。

- (3) 鉄(II)イオンと鉄(III)イオンの両方を含む水溶液に塩基を加えると、四酸化三鉄  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  と水  $\text{H}_2\text{O}$  が生成する。この化学反応は下のよう表すことができる。

空欄  ~  それぞれに当てはまる係数を記しなさい。ただし、係数が 1 になるときは 1 と記しなさい。



問 3 次の文章中の空欄 **ア** ~ **オ** にあてはまる式または数値を記しなさい。

0.80 mol/L の酢酸と 0.40 mol/L の酢酸ナトリウムを含む緩衝液の pH を計算してみる。

酢酸の電離平衡は、



と表すことができ、その電離定数  $K_a$  は

$$K_a = \text{ア} \quad (2)$$

で表される。

(2)式を変形すると

$$[\text{H}^+] = \text{イ} \quad (3)$$

となる。

酢酸ナトリウムはすべて電離するので、

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0.40 \text{ mol/L} \quad (4)$$

と表すことができる。

一方、酢酸の電離度は非常に小さく、無視できると考えられるので、

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0.80 \text{ mol/L} \quad (5)$$

とみなすことができる。

酢酸の  $K_a$  を  $2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  とすると、(3)~(5)式から求められる水素イオン濃度を有効数字 2 桁で表すと

$$[\text{H}^+] = \text{ウ} \text{ mol/L} \quad (6)$$

となる。

pH は水素イオン濃度の関数として

$$\text{pH} = \text{エ} \quad (7)$$

で定義されるので、 $\log_{10} 2.7 = 0.43$ 、 $\log_{10} 2 = 0.30$  を用いて、pH の値を小数点第 1 位まで表せば **オ** となる。

〔Ⅱ〕 下の問い（問 1～3）に答えなさい。計算問題の解答の際は、計算の過程も記しなさい。必要があれば、原子量および定数は、次の値を使うこと。

H 1.0      C 12.0      O 16.0

気体定数  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

問 1 59 °C、99.6 kPa において、4.00 L の酸素と 6.00 L の水素とをピストンつき密閉容器に入れた。これに関する次の(1)～(4)の問いに答えなさい。解答の際は有効数字 2 桁で記しなさい。ただし、気体はすべて理想気体とする。

- (1) 混合気体の平均分子量を求めなさい。
- (2) 混合気体の温度を変えずに、ピストンを動かして、容器内の圧力を 166 kPa にした。この時の混合気体の体積 [L] を求めなさい。
- (3) (2) の混合気体の体積を変えずに、温度を 127 °C に変えたときの混合気体の圧力 [kPa] を求めなさい。また、そのときの酸素と水素それぞれの分圧 [kPa] を求めなさい。
- (4) 密閉容器内で混合気体に点火すると、反応が完全に進行し、水が生成した。生成した水の質量 [g] を求めなさい。つぎに、容器を 127 °C に加熱した。容器内部の気体の圧力を 100 kPa としたときの気体の体積 [L] を求めなさい。

問2 沸騰水に塩化鉄(Ⅲ)  $\text{FeCl}_3$  の水溶液を少しずつ加えたところ、赤褐色のコロイド溶液が得られた。これに関する次の(1)～(4)の問いに答えなさい。

(1) このコロイド溶液にレーザー光を当てたところ、光の通路が輝いて見えた。この現象の名称を記しなさい。

(2) このコロイド溶液をセロハンの半透膜の袋に入れて密封し、純水を入れたビーカーの中に浸した。ビーカー内の水の pH は時間とともにどのように変化するか、理由とともに簡潔に記しなさい。

(3) このコロイド溶液に直流電圧をかけたところ、赤褐色のコロイド粒子は陰極に移動することがわかった。このコロイド溶液中の赤褐色の粒子を最も少ない物質質量で沈殿させるものを、次の(a)～(e)のうちから選び、その記号を記しなさい。

(a)  $\text{NaCl}$       (b)  $\text{CaCl}_2$       (c)  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$

(d)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$       (e)  $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

(4) このコロイド溶液にゼラチンなどの親水コロイドを加えると、赤褐色の粒子が沈殿しにくくなる。このような働きを示す親水コロイドを特に何とよぶか記しなさい。

問3 ベンゼンに関する次の(1)～(3)の問いに答えなさい。

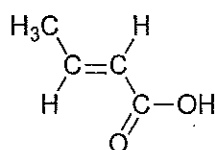
- (1) ベンゼンの25℃における密度は、 $0.874 \text{ g/cm}^3$ である。ベンゼン1Lあたりのベンゼンの物質量を有効数字3桁で記しなさい。
- (2) ベンゼンの凝固点は5.53℃である。ベンゼンの液体0.10 kgに不揮発性の物質を0.18 g溶解した希薄溶液の凝固点を調べたところ、5.43℃となった。この溶質のモル質量[g/mol]を有効数字2桁で記しなさい。ただし、ベンゼンのモル凝固点降下は $5.12 \text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ とする。
- (3) ベンゼン(液)の燃焼熱は $3268 \text{ kJ/mol}$ である。ベンゼン(液)を完全に燃焼させたときの熱化学方程式を記しなさい。また、 $\text{H}_2$ (気)とC(黒鉛)とからベンゼン(液)1 molが生成するときの熱化学方程式を記しなさい。ただし、 $\text{H}_2$ (気)およびC(黒鉛)の燃焼熱はそれぞれ、 $286 \text{ kJ/mol}$ 、 $394 \text{ kJ/mol}$ とする。

〔Ⅲ〕 下の問い（問1・2）に答えなさい。必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

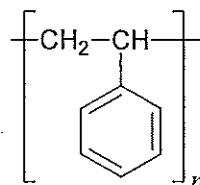
H 1.0      C 12      O 16

化合物の構造式は、次の例を参考にして記しなさい。

（例1）



（例2）



問1 次の文章を読み、下の（1）～（6）の問いに答えなさい。

化合物 **A** は炭素、酸素、水素からなる化合物であり、2 個のエステル結合をもつ。ただし、化合物 **A** はエステル結合以外には酸素原子を含まない。20.0 mg の化合物 **A** を完全燃焼すると 44.0 mg の二酸化炭素と 14.4 mg の水が生成した。化合物 **A** を水酸化ナトリウムによって加水分解した後で酸性にすると、カルボキシル基をもつ化合物 **B** と、ヒドロキシ基をもつ化合物 **C** および化合物 **D** が生成するが、このうち化合物 **D** は不安定で、ただちに異性体である化合物 **E** になった。化合物 **C** と化合物 **E** のどちらも、(a)ヨードホルム反応で (b)黄色の沈殿物を生じ、また、二クロム酸カリウムの硫酸酸性水溶液中で酸化されて (c)酢酸を生成した。化合物 **A** は不斉炭素を一つもっていたが、化合物 **B**、**C**、**E** のいずれも不斉炭素をもっていなかった。



(1) 下線部 (a) の反応に必要な試薬の名称を記しなさい。

(2) 下線部 (b) の化合物を化学式で記しなさい。

(3) 下線部 (c) の酢酸の性質として適当なものを、次の (ア) ~ (オ) のうちからすべて選び、記号を記しなさい。

(ア) 刺激臭を有する。

(イ) 炭酸よりも弱い酸である。

(ウ) エタノールよりも沸点が低い。

(エ) 無色の液体であり、気温が低いと凝固する。

(オ) エタノールと反応させると、合成繊維の原料となるモノマーになる。

(4) 化合物 **C**・**E** それぞれの構造式を記しなさい。

(5) 化合物 **A** の分子式を求めなさい。解答の際は、計算の過程も記しなさい。

(6) 化合物 **A** の構造式を記しなさい。解答の際は、立体異性体を考慮しなくてよい。

問 2 次の文章を読み、下の (1) ~ (3) の問いに答えなさい。

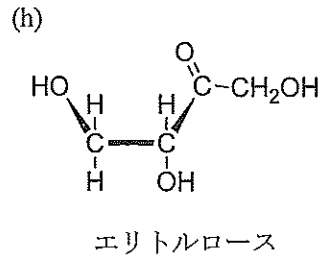
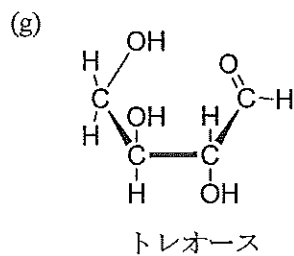
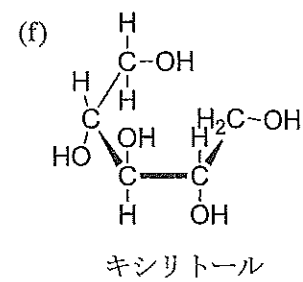
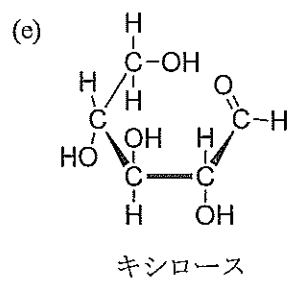
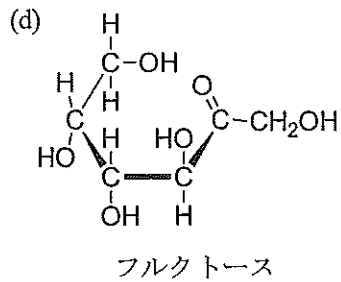
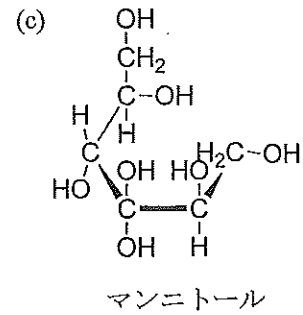
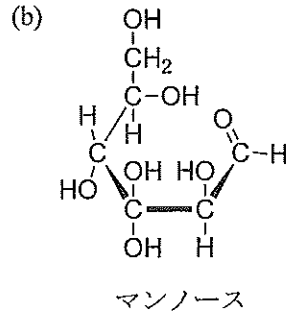
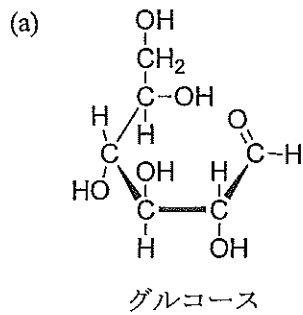
一般式  $C_n(H_2O)_m$  で表される単糖は一つのカルボニル基と多数のヒドロキシ基を有する化合物であり、次のように分類されている。カルボニル基はアルデヒド基である場合とケトン基である場合があり、アルデヒド基を持つ単糖をアルドース、ケトン基を持つ単糖をケトースという。単糖はまた、含まれる炭素原子の数によっても分類される。すなわち、炭素原子の数 ( $n$ ) にしたがって、三炭糖 (トリオース)、四炭糖 (テトロース)、五炭糖 (ペントース)、六炭糖 (ヘキソース)、七炭糖 (ヘプトース) などとよばれる。さらに、これら二つの分類を組み合わせ、たとえば、炭素数が 5 でアルデヒド基をもつものをアルドペントース、炭素数が 7 でケトン基を持つ単糖をケトヘプトースなどによぶ。

単糖のヒドロキシ基とカルボニル基は、これらについて知られている大部分の反応を行う。たとえば、水酸基はエーテルやエステルになったり酸化されたりし、カルボニル基は還元を受ける。アルドースのアルデヒド基を酸化すると、アルドン酸とよばれるカルボン酸になる。アルドースの酸化には、(a) フェーリング液 や (b) トレンス試薬 などを用いることができる。また、カルボニル基を還元してできる化合物はアルジトールとよばれる。

(1) 下線部 (a) の試薬を用いてアルドースを酸化すると赤色の沈殿が生じる。この沈殿の化学式を記しなさい。

(2) 下線部 (b) の試薬はアンモニア性硝酸銀水溶液である。この試薬を用いてアルドースを酸化したときに観察される現象を簡潔に記しなさい。

(3) 次の化合物(a)~(h)のうちから、下の(ア)~(オ)のそれぞれに分類されるものをすべて選び、その記号を記しなさい。該当するものがない場合は「なし」と記しなさい。



- (ア) テトロース
- (イ) ケトース
- (ウ) アルドヘキソース
- (エ) アルジトール
- (オ) アルドン酸