

山形大学

平成 24 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・落丁・乱丁、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・2）に答えなさい。計算問題の解答の際は、計算の過程も記し、有効数字 3 桁で記しなさい。必要ならば、原子量は次の値を使うこと。

H 1.00 C 12.0 O 16.0 S 32.1 Cu 63.6

問 1 次の文章を読み、下の（1）・（2）の問いに答えなさい。

(a)フッ化カルシウムに濃硫酸を加えて熱したところ、フッ化水素が生成した。

(b)フッ化水素を水に溶かした溶液に、ガラスの主成分である二酸化ケイ素を加えたところ、ヘキサフルオロケイ酸が生成した。

塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて穏やかに加熱したところ、塩化水素が生成した。塩化水素の水溶液を塩酸とよぶ。硝酸銀水溶液に塩酸を加えたところ、沈殿が生じた。ろ過後、(c)この沈殿にアンモニア水を加えたところ、溶解した。

酸化マンガン（IV）に濃塩酸を加えて加熱したところ、気体 **A** が発生した。(d)気体 **A** を臭化カリウムと反応させたところ、臭素が生成した。

(e)塩化水素を塩化ナトリウムの飽和水溶液に通じたところ、塩化ナトリウムの結晶が析出した。塩化ナトリウムを水に溶かした溶液は中性だったが、(f)フッ化ナトリウムを水に溶かした溶液は塩基性となった。

（1）下線部（a）～（d）それぞれに対応する化学反応式を記しなさい。ただし、解答の際は、気体 **A** を化学式で記しなさい。

（2）下線部（e）・（f）の現象が見られた理由をそれぞれ簡潔に記しなさい。

問 2 次の文章を読み，下の（１）～（３）の問いに答えなさい。

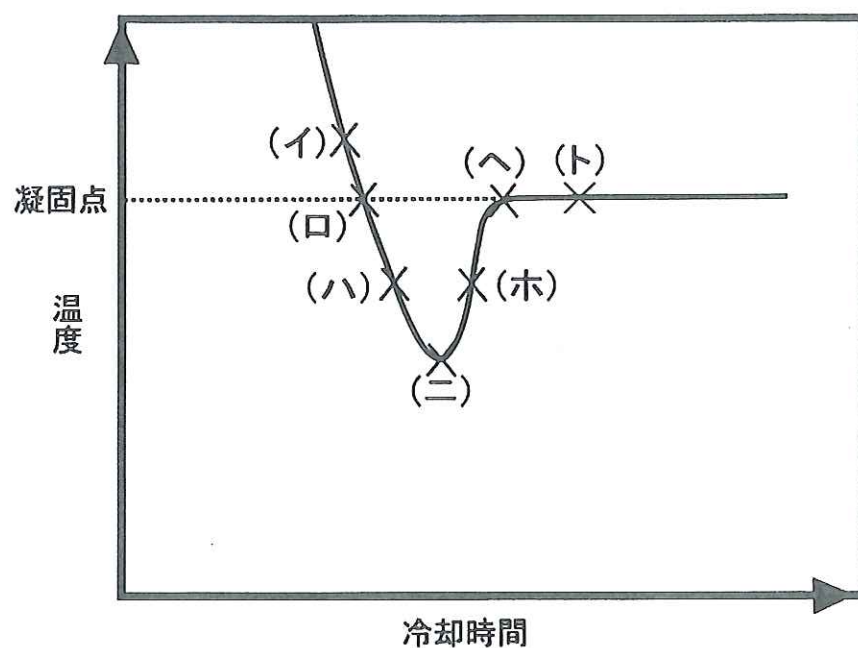
(a)ビーカーに 0.200 mol/L の硫酸銅（Ⅱ）水溶液 250 mL を入れ，白金板電極を用いて電気分解したところ，陰極に 1.59 g の銅が析出した。このとき電気分解の電源として， 0.500 mol/L の希硫酸 500 mL を含む鉛蓄電池を用いた。
(b)電気分解の後，鉛蓄電池から取り出した希硫酸 10.0 mL を水で 100 mL に希釈した溶液を過不足なく中和するのに， 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を $x \text{ [mL]}$ 要した。

- （１） 下線部（a）に示した電気分解後の硫酸銅（Ⅱ）水溶液のモル濃度を求めなさい。ただし，硫酸銅（Ⅱ）水溶液の体積は電気分解の前後で変化しないものとする。
- （２） 鉛蓄電池の放電の際に正極および負極で起こる反応を，それぞれ電子を含むイオン反応式で記しなさい。
- （３） 下線部（b）に示した $x \text{ [mL]}$ を求めなさい。ただし，鉛蓄電池の希硫酸の体積は電気分解の前後で変化しないものとする。

- 〔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、有効数字 2 桁で記しなさい。必要ならば、気体定数は次の値を使うこと。

気体定数 $8.31 \times 10^3 \text{ L} \cdot \text{Pa} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

- 問 1 次の図はベンゼンを冷却した時の温度変化（冷却曲線）の模式図である。これに関する下の（1）～（3）の問いに答えなさい。



- （1） 図中の点（ロ）から点（ニ）に至る状態を何とよぶか、記しなさい。
- （2） ベンゼンの凝固が始まる時点を、図中の点（イ）～（ト）から選び、記号を記しなさい。

- (3) ベンゼン 100 g に，ある非電解質の不揮発性有機化合物 2.50 g を溶かしたところ，溶液の凝固点はベンゼンの凝固点よりも 1.00 K 低くなった。この有機化合物の分子量を求めなさい。ただし，ベンゼンのモル凝固点降下は $5.12 \text{ K} \cdot \text{kg} / \text{mol}$ とする。

問 2 次の文章を読み、下の (1) ~ (4) の問いに答えなさい。

純物質は、その物質がおかれている温度・圧力によって、状態が決まっている。下の図は、 H_2O と CO_2 が、さまざまな温度・圧力のもとでどのような状態にあるかを表したものである。図 1・図 2 の点 (a) は三重点とよばれ、固体・液体・気体のすべての状態が共存する点である。また、図 1・図 2 の点 (b) は臨界点とよばれる点である。

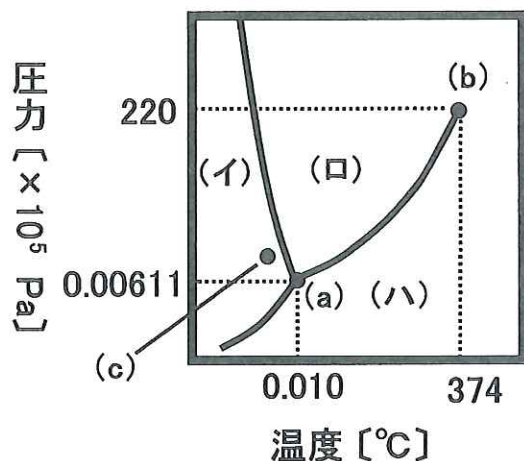


図 1 H_2O の状態図

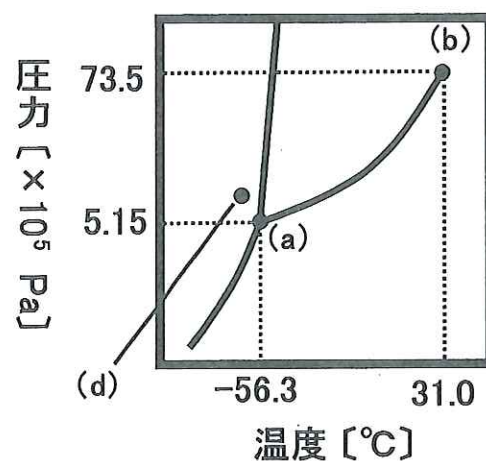


図 2 CO_2 の状態図

(1) 図 1 の (イ), (ロ), (ハ) で, H_2O はそれぞれどのような状態にあるか, 記しなさい。

(2) 図 1・図 2 の (a) と (b) を結ぶ曲線の名称を記しなさい。

(3) 図 1 の (c) を出発点として、温度を一定にしたまま圧力を加えていくと、状態はどのようなになるか簡潔に記しなさい。

(4) 図 2 の (d) を出発点として、温度を一定にしたまま圧力を加えていくと、状態はどのようなになるか簡潔に記しなさい。

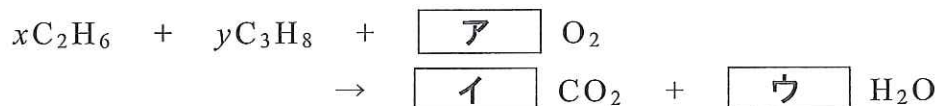
問 3 次の文章を読み、下の (1) ~ (4) の問いに答えなさい。

計算の際は、全ての気体を理想気体として扱いなさい。また、液体の水の体積は無視できるものとして扱いなさい。

300 K で、エタンとプロパンをある割合で混合し、 4.11×10^{-2} mol の酸素とともに、8.31 L の密閉容器に入れたところ、圧力は 1.50×10^4 Pa であった。この混合気体を容器に入れたまま燃焼させたところ、酸素の過不足を生じることなく完全に燃焼した。燃焼後に容器を 300 K にしたところ、容器内に水滴が生じた。

(1) プロパンが完全燃焼するときの化学反応式を記しなさい。

(2) エタンとプロパンを物質質量 $x:y$ の比で混合した気体が燃焼するときの化学反応式を次のように表した。このとき、空欄 ア ~ ウ それぞれに当てはまる係数を、 x と y を用いて記しなさい。



(3) 燃焼前の、容器内のエタンとプロパンそれぞれの物質量を求めなさい。

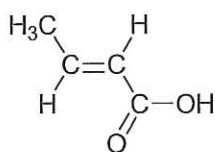
(4) 300 K における、反応後の容器内の圧力 [Pa] を求めなさい。ただし、反応により生成した気体の、水に対する溶解は無視できるものとする。また、300 K における水の蒸気圧を 3.60×10^3 Pa とする。

- 〔Ⅲ〕 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、有効数字 2 桁で記しなさい。必要ならば、原子量は次の値を使うこと。

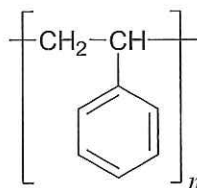
H 1.0 C 12 O 16

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 脂肪族炭化水素に関する下の（1）～（3）の問いに答えなさい。

- （1） 分子式 C_4H_8 を有する鎖式化合物の構造異性体の構造式ならびにその名称を、すべて記しなさい。
- （2） （1）で解答したそれぞれの化合物 1 mol を、白金を触媒として水素 1 mol と反応させた。それぞれの生成物の構造式ならびにその名称を記しなさい。ただし、生成物が重複する場合は、一つのみを記しなさい。
- （3） （2）で解答したそれぞれの化合物の水素原子一つを塩素原子で置換した。塩素置換体として考えられる化合物の構造異性体の構造式をすべて記しなさい。また、その置換体に不斉炭素原子が存在する場合は、その炭素に＊を付けなさい。

問 2 次の文章を読み，下の（１）～（５）の問いに答えなさい。

分子式 $C_8H_6O_4$ を有する化合物 **A**，**B**，**C** は，いずれもベンゼン環を含み，水酸化ナトリウム水溶液に溶解する。

化合物 **A** を加熱すると，分子式 $C_8H_4O_3$ を有する化合物 **D** が得られる。

化合物 **B** とエチレングリコールとを縮合重合させると，飲料ボトルなどに利用される高分子化合物 **E** が得られる。

化合物 **C** は，*m*-キシレンの酸化により得ることができる。

化合物 **D** を水酸化ナトリウム水溶液に加えてもすぐには溶解しないが，徐々に均一な溶液に変化する。

（１） 化合物 **A** の名称と構造式を記しなさい。

（２） 化合物 **B** の名称と構造式を記しなさい。

（３） 化合物 **C** の構造式を記しなさい。

（４） 化合物 **D** の名称と構造式を記しなさい。

（５） 高分子化合物 **E** の名称と構造式を記しなさい。

問 3 次の文章を読み、下の (1) ~ (4) の問いに答えなさい。

氷酢酸 2.0 mL とエタノール 2.0 mL の混合液を入れた試験管を 2 本用意し、それぞれを **A**、**B** とした。

試験管 **A** はそのまま、試験管 **B** には濃硫酸を 0.50 mL 加えた後、どちらも湯浴中で穏やかに 10 分間加熱した。

加熱終了後、5.0 mL の水を、それぞれの試験管に加えたところ、(a)試験管 **A** の溶液は一層のままだったが、試験管 **B** の溶液は二層に分離した。(b)試験管 **B** の上層部分を駒込ピペットを用いて別の試験管に取り出した。

(1) 下線部 (a) について、試験管 **A** と **B** で溶液の様子が異なった理由を簡潔に記しなさい。

(2) 下線部 (b) の操作で取り出した化合物の構造式と名称を記しなさい。

(3) 試験管 **B** の中で起こった反応を、示性式を用いた化学反応式で記しなさい。

(4) 0.10 mol の酢酸と 0.10 mol のエタノールとを混合し、一定温度に保ったところ、反応が進行し平衡状態に達した。このとき生成した有機化合物の物質量を求めなさい。ただし、このときの平衡定数を 4.0 とする。