

平成 28 年度（前期）

長崎県立大学看護栄養学部栄養健康学科

個別学力検査等試験

## 化学基礎・化学 (90分)

### 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. この問題冊子の最終ページは、10ページです。  
試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
3. 解答用紙は、4枚あります。  
解答用紙には受験番号の記入欄があるので、監督者の指示に従って、解答用紙すべてに受験番号を正しく記入してください。
4. 解答は、問題ごとに、解答用紙の所定の欄に記入してください。
5. 問題冊子には、白紙のページがありますので、下書き用紙として利用してください。
6. 問題冊子は持ち帰ってください。

[注意] 計算に必要な場合は次の値を用いなさい。

原子量：H=1 C=12 O=16 K=39 Mn=55 Cu=64

標準状態における理想気体のモル体積：22.4 L/mol

気体定数  $R$ ： $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ，絶対温度： $0 \text{ K} = -273^\circ\text{C}$

ファラデー定数  $F$ ： $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

**第1問** 物質の状態および溶液に関する [1]，[2] の文章を読んで，以下の問い（問1～問7）に答えなさい。

[1] 三態変化と気体の性質

一般に，温度や圧力を変化させると，物質の状態は変化する。物質の状態は主に3つあり，それらを物質の三態という。

問1 図1-1は，大気圧  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  (1 atm) で 36 g の氷を加熱していったときの，加熱時間と温度の関係を示したものである。このとき，1.0 分間で 5.0 kJ の熱を一定に加えていった。氷の  $0^\circ\text{C}$  での融解熱は 6.0 kJ/mol，水の  $100^\circ\text{C}$  での蒸発熱は 41 kJ/mol，水 1.0 g を 1.0 K 上昇させるのに必要な熱量は 4.2 J とする。

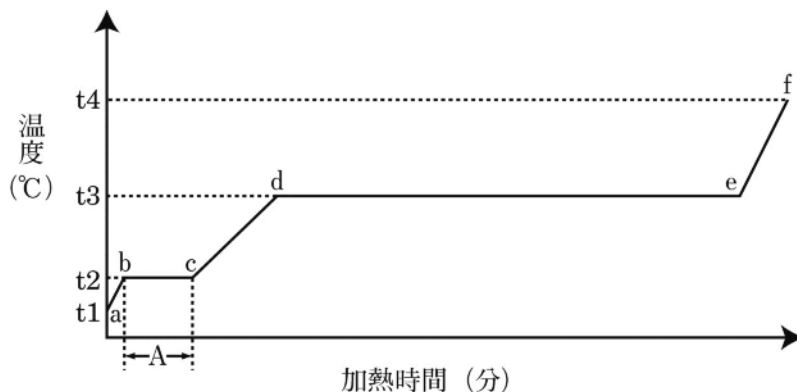


図1-1

- (1) d-e間の物質の状態を答えなさい。
- (2) 図1-1の温度  $t_2$  は何とよばれているか，答えなさい。
- (3) 大気圧が  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  より小さくなると  $t_3$  の温度はどのようになるか，理由も含めて答えなさい。
- (4) Aに相当する加熱時間は何分何秒か答えなさい。解答欄には数値のみ記入しなさい。
- (5)  $0^\circ\text{C}$  の氷 36 g を  $100^\circ\text{C}$  の水蒸気にするのに必要な熱量は何 kJ か，四捨五入して整数で答え，解答欄には計算の過程も記しなさい。

問2 図1-2のように4.0 Lの容器Aと6.0 Lの容器Bが、コックのついた連結管でつながった装置がある。コックを閉じた状態で温度を27°Cに保ち、容器Aに $4.0 \times 10^5$  Paの酸素を、容器Bに $2.0 \times 10^5$  Paの一酸化炭素を入れた。コックおよび連結管の体積は無視できるものとする。

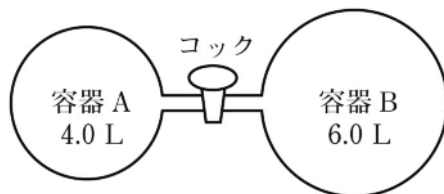


図 1-2

- (1) 容器Bに入れた一酸化炭素の物質量は何 mol か、四捨五入して有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。
- (2) 容器A, Bの温度を27°Cに保ちながらコックを開け、十分時間をおいた。それから、コックを開けた状態で点火して一酸化炭素を完全に燃焼させた。このときの化学反応式を答えなさい。
- (3) 完全に燃焼させた後に温度を27°Cに戻した。このときの容器A, Bの全圧は何 Pa か、有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

[2] コロイド

普通の分子やイオンよりは大きい、沈殿する粒子よりは小さい粒子をコロイド粒子といい、コロイド粒子が溶媒中に均一に分散したものをコロイドという。コロイドには粘土や水酸化鉄(III)のように水との親和力が小さいコロイド粒子が水の中に均一に分散した ( ① ) コロイドと、デンプンやタンパク質のように水との親和力が大きいコロイド粒子が水の中に均一に分散した ( ② ) コロイドがある。

いま、ビーカー中の沸騰した蒸留水に塩化鉄(III)水溶液を入れたところ、( ③ ) 色の水酸化鉄(III)のコロイド溶液が生成した。このコロイド溶液をセロハン膜に包み図1-3のように蒸留水に浸した。これにより水酸化鉄(III)のコロイド粒子を分離・精製することができる。この操作は ( ④ ) とよばれている。分離して精製した水酸化鉄(III)のコロイド溶液に直流電圧をかけたところ、コロイド粒子が陰極の方に移動した。この現象は ( ⑤ ) とよばれている。

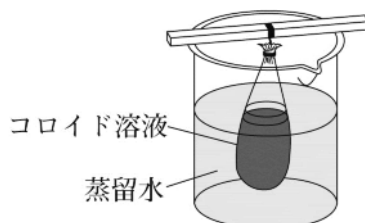


図 1-3

問3 ( ① ), ( ② ), ( ④ ), ( ⑤ )に入る適当な語句を答えなさい。

問4 ( ③ )に入る適当な色を答えなさい。

問5 下線部の変化を化学反応式で答えなさい。

問6 分離・精製した水酸化鉄(III)のコロイド溶液を2本の試験管にとった。

- (1) 一方の試験管に横から強い光線をあてたところ、光の通路が輝いて見えた。この現象は何とよばれているか答えなさい。
- (2) もう一方の試験管に電解質水溶液を加えたとき、最も少量で沈殿をおこす電解質水溶液を次の(ア)～(オ)の中から1つ選び、その記号で答えなさい。ただし、水溶液の濃度(mol/L)はすべて等しいものとする。

(ア) LiBr      (イ) AlCl<sub>3</sub>      (ウ) MgSO<sub>4</sub>      (エ) KNO<sub>3</sub>      (オ) Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

問7 セロハン膜に包んで分離・精製した水酸化鉄(III)のコロイド溶液をセロハン膜ごと取り除いた後のビーカーに硝酸銀水溶液を加えた。このときおきる変化を理由とともに答えなさい。

第2問 酸化・還元および化学反応の速さに関する [1] , [2] の文章を読んで、以下の問い (問1 ~問8) に答えなさい。

[1] 酸化還元滴定

次のA, Bの水溶液を用いて下の実験を行った。

A 0.020 mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液 250 mL

B 濃度不明の過酸化水素水溶液 250 mL

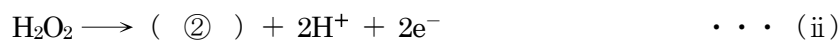
<操作1> Aの過マンガン酸カリウム水溶液をビュレットにとった。

<操作2> Bの過酸化水素水溶液 10 mL をホールピペットでメスフラスコにとり、蒸留水を加えて 100 mL とした。

<操作3> 操作2で薄めた過酸化水素水溶液 10 mL をホールピペットでコニカルビーカーにとり、少量の希硫酸を加えて水溶液を酸性にした。

<操作4> コニカルビーカー中の過酸化水素水溶液にビュレットから過マンガン酸カリウム水溶液を滴下したところ、8.4 mL 加えたところで反応が終了した。

問1 過マンガン酸カリウムと過酸化水素の反応は、次のような  $e^-$  を含むイオン反応式で示される。



(1) イオン反応式中の①, ②にあてはまる係数を含む化学式を答えなさい。

(2) (i) のイオン反応式中の Mn の酸化数の変化を(例)にならって答えなさい。

(例)  $+3 \rightarrow -4$

問2 <操作4>の実験の反応を化学反応式で示しなさい。

問3 <操作4>の下線部の反応が終了したことをどのようにして判断できるのか、述べなさい。

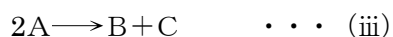
問4 <操作2>で調製した過酸化水素水溶液のモル濃度(mol/L)を、有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

問5 濃度不明の過酸化水素水溶液Bの質量パーセント濃度(%)を、四捨五入して有効数字2桁で答えなさい。ただし、水溶液Bの密度は  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とし、解答欄には計算の過程も記しなさい。

問6 <操作3>で希硫酸の代わりに希硝酸を用いることはできない。その理由を簡潔に述べなさい。

[2] 反応の速さと反応の仕組み

物質Aは次のように物質Bと物質Cに分解する。



問7 図2-1はこの反応の進み方とエネルギーを示したものである。

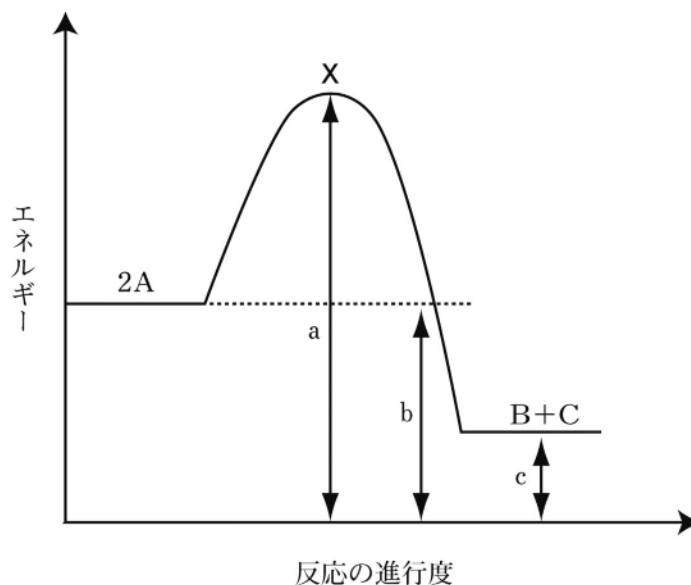


図2-1

- (1) 図2-1中のXで示すエネルギーの高い状態のことを何というか、答えなさい。
- (2) この反応の反応熱を示す式を、図2-1中のa～cのうちから必要なものを用いて表しなさい。
- (3) この反応に触媒を加えたときの反応の進み方とエネルギーを、解答欄のグラフに図示しなさい。
- (4)  $B + C \longrightarrow 2A$ の反応がおきたときの、(1)のエネルギーの高い状態にするために必要な最小のエネルギーを示す式を、図2-1中のa～cのうちから必要なものを用いて表しなさい。

問8 温度を一定に保ちながら、モル濃度  $1.00 \text{ mol/L}$  のAの溶液に触媒を加え、(iii)の反応をさせた。このとき、溶液中に生成したBのモル濃度を一定間隔の時間ごとに測定したところ、次の表のようになった。ただし、反応時間中、溶液の体積に変化はないものとする。

反応時間 [min]	0	5	10	15	20
Bのモル濃度 [mol/L]	0	0.16	0.27	0.35	0.40

- (1) 15分後のAのモル濃度(mol/L)を有効数字2桁で答えなさい。解答欄には数値のみ記入しなさい。
- (2) 0分~5分の5分間のAの平均の分解速度は、15分~20分の5分間のAの平均の分解速度の何倍か有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

**第3問** 銅および有機化合物の元素分析に関する [1] , [2] の文章を読んで、以下の問い (問1~問7) に答えなさい。

[1] 銅

黄銅鉱などの銅鉱石を溶鉱炉で空気とともに加熱すると粗銅が得られる。ここで得られた粗銅を陽極に、純銅を陰極にして、酸性にした硫酸銅(II)水溶液中で電気分解を行うと、純銅板上に純銅が析出する。この工業的な方法は銅の電解精錬とよばれている。

粗銅中に不純物として Ag, Ni, Zn, Au が含まれていたとする。この粗銅を用いて上記の電気分解を行うと ( ① ) は陽イオンとなり溶液中に溶け出す。一方、( ② ) は陽極の下に沈殿として堆積する。

問1 ( ① ) , ( ② ) に入る不純物をすべて元素記号で答えなさい。

問2 下線部の沈殿は何とよばれているか、答えなさい。

問3 粗銅を用いて純銅をつくるこの電気分解を行ったところ、粗銅の質量が 34.0 g 減少し、純銅が 32.0 g 増加した。このときに水溶液中の銅(II)イオンは 0.0250 mol 減少した。

- (1) この電気分解で流れた電気量は何Cか、有効数字3桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。
- (2) 粗銅の純度(質量パーセント)は何%か、四捨五入して有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

[2] 元素分析

水素、炭素、酸素からなる分子量 100 以下の有機化合物 X がある。この有機化合物 X 29 mg を図 3-1 のような装置で元素分析を行ったところ、Aの質量が 27 mg、Bの質量が 66 mg 増加した。

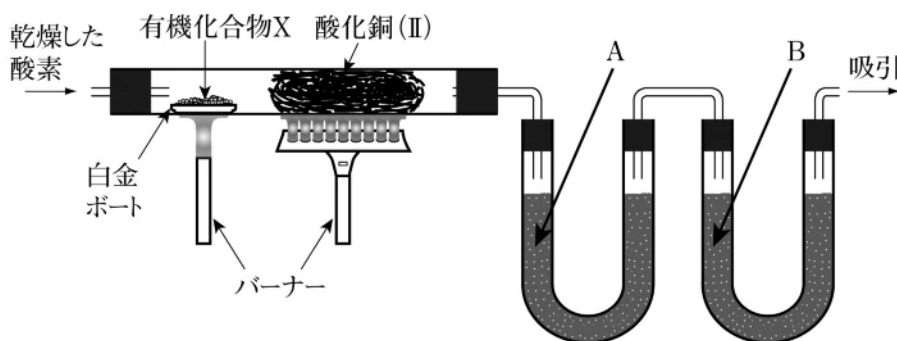


図 3-1



問4 図3-1の装置でA, Bの物質の組み合わせとして最も適当なものを次の(ア)~(ク)の中から1つ選び、その記号で答えなさい。

	A	B
(ア)	炭酸ソーダ	硫酸カルシウム
(イ)	炭酸ソーダ	塩化カルシウム
(ウ)	ソーダ石灰	硫酸カルシウム
(エ)	ソーダ石灰	塩化カルシウム
(オ)	硫酸カルシウム	炭酸ソーダ
(カ)	硫酸カルシウム	ソーダ石灰
(キ)	塩化カルシウム	炭酸ソーダ
(ク)	塩化カルシウム	ソーダ石灰

問5 図3-1の装置での酸化銅(II)の役割を答えなさい。

問6 有機化合物Xの分子式を答えなさい。解答欄には答えを導いた過程も記しなさい。

問7 有機化合物Xには異性体としてYが存在する。フェーリング液にXを加えて加熱したところ、物質aの沈殿が生じた。またXに硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えて加熱したところ、物質bが生成した。Yにヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させたところ、物質cの沈殿が生成した。なお、X, Yとも炭素間には二重結合はなかった。

- (1) 物質aについて、その化学式と沈殿の色を答えなさい。
- (2) 有機化合物Xの構造式を答えなさい。
- (3) 物質bの構造式を答えなさい。
- (4) 物質cについて、その化学式と沈殿の色を答えなさい。
- (5) 有機化合物Yの名称を答えなさい。

**第4問** カルボン酸に関する文章を読んで、以下の問い（問1～問4）に答えなさい。

一般式  $R-COOH$  で表されるようなカルボキシ基をもつ化合物をカルボン酸という。カルボン酸のうち分子内にカルボキシ基を1個もつものをモノカルボン酸、2個もつものをジカルボン酸という。また、鎖式のモノカルボン酸を特に（①）とよんでいる。一般式中のRに<sup>(a)</sup>ヒドロキシ基をもつカルボン酸は、（②）とよばれており、ベンゼン環の炭素原子に直接カルボキシ基がついたカルボン酸は芳香族カルボン酸とよばれている。

問1 （①）、（②）に入る適切な語句を答えなさい。

問2 下線部(a)の有機化合物に乳酸がある。乳酸の構造式を答えなさい。

問3 芳香族モノカルボン酸に安息香酸がある。安息香酸はトルエンからつくることことができる。図4-1はトルエンをおだやかに酸化して安息香酸を生成するときの反応図である。A、Bに入る有機化合物の名称を答えなさい。

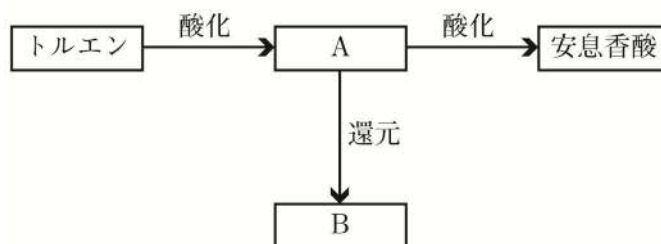


図4-1

問4 下線部(a)の物質のうち芳香族カルボン酸にはサリチル酸がある。図4-2はサリチル酸の製法を示した反応図である。

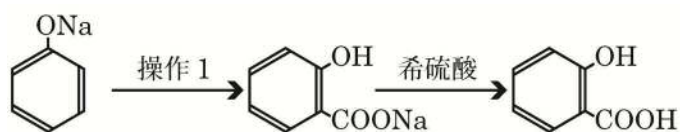


図4-2

サリチル酸にメタノールと少量の濃硫酸を加えて反応させたところ芳香をもった液体の化合物Xが生成した。また、サリチル酸に無水酢酸を加えて反応させると、解熱鎮痛剤として用いられている化合物が生成した。

- (1) 図4-2の反応図の操作1はどのような操作か、答えなさい。
- (2) サリチル酸のベンゼン環の水素原子1個をメチル基に置換した物質には何種類の異性体が存在するか、答えなさい。
- (3) 化合物Xの名称を答えなさい。
- (4) サリチル酸69gから化合物Xが60g生成した。理論値の何%の化合物Xが得られたか、四捨五入して有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。
- (5) 下線部(b)の解熱鎮痛剤として用いられている化合物の構造式を図4-2にならって記しなさい。