

化 学

注 意

1. 問題は全部で14ページである。
2. 解答用紙に氏名を忘れずに記入すること。
3. 解答はすべて解答用紙に記入すること。
4. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけない。
5. 解答用紙は必ず提出のこと。この問題冊子は提出する必要はない。

マーク・シート記入上の注意

1. **HB**の黒鉛筆またはシャープペンシルを用いて記入すること。
2. 解答用紙にあらかじめプリントされた受験番号を確認すること。
3. 解答する記号の○を塗りつぶしなさい。○で囲んだり×をつけたりしてはいけない。

解答記入例(解答が1のとき)

1	●	2	3	4	5	6	7	8	9	0	a	b	c	d	-	*
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

4. 一度記入したマークを消す場合は、消しゴムでよく消すこと。×をつけても消したことになる。
5. 解答用紙をよごしたり、折り曲げたりしないこと。

<余 白>

次の **I** ~ **III** の答を解答用マーク・シートの指定された欄にマークせよ。
必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H 1.0 C 12.0 O 16.0 S 32.0 Cu 64.0

I 次の問 1 ~ 問 3 に答えよ。

問 1 以下の文を読み、設問(1)、(2)に答えよ。

化合物 **A** を硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で穏やかに酸化したところ、中性の化合物 **B** が生じた。化合物 **C** を硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化したところ、化合物 **D** が生じた。**A** は工業的にリン酸を触媒として、エチレンに水を付加して合成される。**D** は酢酸カルシウムの熱分解によって生成する。

(1) **A** ~ **D** の化合物として、最も適切なものを①~⑩から一つ選べ。

A **1** **B** **2** **C** **3** **D** **4**

- | | |
|------------|------------|
| ① メタノール | ② エタノール |
| ③ 1-プロパノール | ④ 2-プロパノール |
| ⑤ 2-ブタノール | ⑥ ホルムアルデヒド |
| ⑦ アセトアルデヒド | ⑧ アセトン |
| ⑨ ギ酸 | ⑩ 酢酸 |

(2) 以下の記述のうち、**B**のみに当てはまるものには①、**D**のみに当てはまるものには②、どちらにも当てはまるものには③、どちらにも当てはまらないものには④をマークせよ。

(ア) アンモニア性硝酸銀水溶液に加えて穏やかに加熱すると、銀が析出する。□5

(イ) 工業的には、クメン法でフェノールと同時に生成する。□6

(ウ) 工業的には、触媒を用いてエチレンを酸化して合成される。□7

(エ) ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させると、特有の臭気をもつ黄色沈殿が生ずる。□8

(オ) 炭酸水素ナトリウムと反応し、二酸化炭素を発生する。□9

問 2 以下の文を読み、設問(1)、(2)に答えよ。

化合物**F**は分子式 $C_xH_yO_z$ で表される分子量 102 の鎖式化合物である。306 mg の **F** を完全燃焼させたところ、660 mg の二酸化炭素と 270 mg の水が生じた。**F** を加水分解したところ、化合物**G**と**H**が生じた。**G**は**H**より炭素数が1個少なかった。**G**と濃硫酸の混合物を 130 ~ 140 °C で加熱したところ、2分子間で脱水反応が起こり化合物**I**が生じた。

(1) x , y , z の数値として、正しいものを①~⑩から一つ選べ。

x の数値 □10 y の数値 □11 z の数値 □12

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 10

(2) **H** と **I** の示性式として、最も適切なものを①~⑩から一つずつ選べ。

H の示性式 □13 **I** の示性式 □14

- ① CH_3OH ② CH_3CH_2OH ③ $CH_3CH_2CH_2OH$
④ CH_3CHO ⑤ CH_3CH_2CHO ⑥ $HCOOH$
⑦ CH_3COOH ⑧ CH_3CH_2COOH ⑨ CH_3OCH_3
⑩ $CH_3CH_2OCH_2CH_3$

問 3 鎖状のペプチド X はグリシン, アラニン, グルタミン酸, リシン, システイン, チロシンを 1 個ずつ含む。ペプチドのアミノ基側を N 末端, カルボキシ基側を C 末端と呼ぶ。以下の(ア)~(オ)の文章を読み, X のアミノ酸配列を示す空欄に当てはまる最も適切なアミノ酸を①~⑥から一つずつ選べ。

- (ア) X の N 末端のアミノ酸には鏡像異性体が存在しなかった。
 (イ) X を塩基性アミノ酸のカルボキシ基側のペプチド結合を加水分解する酵素で切断すると, 2 種類のトリペプチド Y と Z が得られた。
 (ウ) Y には硫黄原子をもつアミノ酸が含まれていた。
 (エ) Z の N 末端のアミノ酸はベンゼン環とヒドロキシ基をもっていた。
 (オ) Z の C 末端のアミノ酸の水溶液を pH 6.0 の緩衝液で湿らせたろ紙の中心につけ, 直流電圧をかけたところ陽極側に移動した。

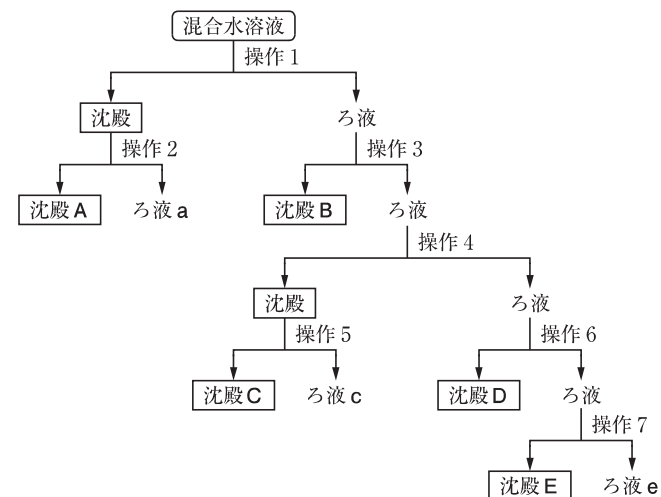
X のアミノ酸配列

N 末端—15—16—17—18—19—20—C 末端

- ① グリシン ② アラニン ③ グルタミン酸
 ④ リシン ⑤ システイン ⑥ チロシン

II 以下の文を読み, 設問(1)~(7)に答えよ。

Na^+ , Al^{3+} , Ca^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Ag^+ , Pb^{2+} のみを含む混合水溶液がある。これらの金属イオンを分離するために, 下図にしたがって, 次のような操作を順に行った。なお, 今回の分離操作において, 沈殿 A から沈殿 E のすべてにおいて, 沈殿が実際に存在するとは限らない。



- 操作 1 希塩酸を加える。
 操作 2 熱水を加える。
 操作 3 硫化水素を通じる。
 操作 4 煮沸した後, 希硝酸を加える。その後, アンモニア水と塩化アンモニウム水溶液を加える。
 操作 5 過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加える。
 操作 6 硫化水素を通じる。
 操作 7 炭酸アンモニウム水溶液を加える。

(1) 沈殿Aに含まれる金属イオンとして最も適切なものを次の①～⑦から一つ選べ。ただし、沈殿Aがない場合は⑩をマークせよ。21

- ① Na^+ ② Al^{3+} ③ Ca^{2+} ④ Fe^{3+}
⑤ Cu^{2+} ⑥ Ag^+ ⑦ Pb^{2+}

(2) 混合水溶液中の Al^{3+} はどこで沈殿として、またはろ液に分離されるか。最も適切な沈殿またはろ液を次の①～⑧から一つ選べ。22

- ① 沈殿A ② 沈殿B ③ 沈殿C ④ 沈殿D
⑤ 沈殿E ⑥ ろ液a ⑦ ろ液c ⑧ ろ液e

(3) 混合水溶液中の Fe^{3+} はどこで沈殿として、またはろ液に分離されるか。最も適切な沈殿またはろ液を次の①～⑧から一つ選べ。23

- ① 沈殿A ② 沈殿B ③ 沈殿C ④ 沈殿D
⑤ 沈殿E ⑥ ろ液a ⑦ ろ液c ⑧ ろ液e

(4) 沈殿Cの色として、最も適切な色を次の①～⑥から一つ選べ。ただし、沈殿Cがない場合は⑩をマークせよ。24

- ① 黄色 ② 黒色 ③ 青白色
④ 赤褐色 ⑤ 白色 ⑥ 緑白色

(5) ろ液eを用いた炎色反応によって検出される最も適切な色を次の①～⑤から一つ選べ。ただし、ろ液eに金属イオンが含まれない場合は⑩をマークせよ。25

- ① 黄色 ② 青緑色 ③ 赤色
④ 赤紫色 ⑤ 深赤色

(6) 以下の26～30の記述で正しいものには①を、誤りを含むものには②を選べ。

- 26 沈殿Aはアンモニア水に溶けない。
27 ろ液aにクロム酸カリウム水溶液を加えると白色沈殿が生じる。
28 沈殿Cに希塩酸を加えると、二酸化炭素が生じる。
29 沈殿Eは白色である。
30 Cd^{2+} が混合水溶液に含まれていた場合、沈殿Dとして分離される。

(7) Zn^{2+} を含む水溶液と Cu^{2+} を含む水溶液それぞれにア～ウに示した試薬を加えて、2つの金属イオンを区別した。どのような違いで区別できたか。最も適切なものを次の①～③から一つ選べ。

- ア 少量の水酸化ナトリウム水溶液 31
イ 過剰量の水酸化ナトリウム水溶液 32
ウ 過剰量のアンモニア水 33

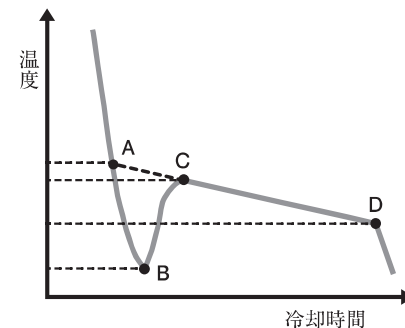
- ① 一方の金属イオンは沈殿を生じるが、他方の金属イオンは沈殿を生じない。
② いずれの金属イオンも沈殿を生じるが、沈殿の色が異なる。
③ いずれの金属イオンも錯イオンを形成するが、溶液の色が異なる。

Ⅲ 以下の問1, 問2に答えよ。

問1 以下の文を読み, 下線①の値を有効数字3桁, 下線②の値を有効数字2桁で求め, [35]~[40]にあてはまる最も適切な数値を同じ番号の解答欄にマークせよ。[34]には, 選択肢1の中から最も適切な数字を選び, 同じ番号の解答欄にマークせよ。[41]には, 選択肢2の中からア, イ, ウ, エの組合せとして最も適切な数字あるいは記号を選び, 同じ番号の解答欄にマークせよ。

水は0℃で凝固する。このとき凝固点にある水では, 単位時間に凝固する水分子の数と融解する水分子の数が等しい状態(固液平衡)が保たれている。ここに溶質を加えると凝固点の温度が下がる。これは, 溶質を加えた水溶液では, 単位時間に凝固する水分子の数より融解する水分子の数がアなるので, 固液平衡を保つためにさらに温度を下げる必要があるためである。純溶媒の凝固点と溶液の凝固点の差を凝固点降下度と言う。この凝固点降下度は, 溶質の質量モル濃度に比例(比例定数 K_f)する。

グルコース $C_6H_{12}O_6$ 9.00 g を 200 g の水に溶かし, 冷却しながら温度を測定したところ, 右図に示すような冷却曲線が得られた。ここで凝固点は [34] の温度であり, これが -0.460 ℃で



あったので K_f は [35]・[36]・[37] ($K \cdot \text{kg/mol}$)であるとわかる。この K_f は水に固有な値で, 溶質の種類には関わらないので, 他の溶質の計算にも用いることができる。例えば電解質 XY_2 0.030 mol を 300 g の水に溶かしたとき, 電離度 0.85 で X^{2+} と $2Y^-$ に電離したものとすれば, 凝固点^②は

— $\boxed{38}.\boxed{39} \times 10^{-\boxed{40}}$ ℃になると算出できる。

A点～C点に注目すると、B点で凝固熱の $\boxed{イ}$ が始まり、BC間で急激に温度が上昇する。C点以降は冷却時間とともに次第に温度が下がった。これは $\boxed{ウ}$ のみが先に凝固するので、残った溶液中の質量モル濃度が次第に $\boxed{エ}$ なるためである。

選択肢1 ① A点 ② B点 ③ C点 ④ D点

選択肢2 $\boxed{41}$

- | | | | | | | | | |
|---|---|-----|---|----|---|----|---|----|
| ① | ア | 多く | イ | 吸収 | ウ | 溶媒 | エ | 高く |
| ② | ア | 多く | イ | 吸収 | ウ | 溶媒 | エ | 低く |
| ③ | ア | 多く | イ | 吸収 | ウ | 溶質 | エ | 高く |
| ④ | ア | 多く | イ | 吸収 | ウ | 溶質 | エ | 低く |
| ⑤ | ア | 多く | イ | 放出 | ウ | 溶媒 | エ | 高く |
| ⑥ | ア | 多く | イ | 放出 | ウ | 溶媒 | エ | 低く |
| ⑦ | ア | 多く | イ | 放出 | ウ | 溶質 | エ | 高く |
| ⑧ | ア | 多く | イ | 放出 | ウ | 溶質 | エ | 低く |
| ⑨ | ア | 少なく | イ | 吸収 | ウ | 溶媒 | エ | 高く |
| ⑩ | ア | 少なく | イ | 吸収 | ウ | 溶媒 | エ | 低く |
| Ⓐ | ア | 少なく | イ | 吸収 | ウ | 溶質 | エ | 高く |
| Ⓑ | ア | 少なく | イ | 吸収 | ウ | 溶質 | エ | 低く |
| Ⓒ | ア | 少なく | イ | 放出 | ウ | 溶媒 | エ | 高く |
| Ⓓ | ア | 少なく | イ | 放出 | ウ | 溶媒 | エ | 低く |
| Ⓔ | ア | 少なく | イ | 放出 | ウ | 溶質 | エ | 高く |
| Ⓚ | ア | 少なく | イ | 放出 | ウ | 溶質 | エ | 低く |

問2 以下の文を読み、下線①、②の値を有効数字2桁で求め、 $\boxed{42} \sim \boxed{47}$ にあてはまる最も適切な数値を同じ番号の解答欄にマークせよ。なお、操作の過程での水の蒸発量は無視できるものとする。

硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 の水に対する溶解度は 65°C で X 、 30°C で 25 である。 65°C における硫酸銅(Ⅱ)の飽和水溶液 100 g を 30°C に冷却すると、硫酸銅(Ⅱ)五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の結晶が 25 g 析出したとすると、硫酸銅(Ⅱ)の 65°C における溶解度 X は $\boxed{42}.\boxed{43} \times 10^{\boxed{44}}$ であることがわかる。この 30°C の水溶液に、温度を保ったまま水を加えて析出している硫酸銅(Ⅱ)五水和物の結晶を全て溶かし、飽和水溶液にする。ここで、加える必要のある水の最小質量は $\boxed{45}.\boxed{46} \times 10^{\boxed{47}}$ g である。ただしこの操作で、硫酸銅(Ⅱ)は全て溶け、過飽和は起こらないものとする。

<余 白>