

# 化 学 I

(全 問 必 答)

第1問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 25)

問1 4種類の元素ア(原子番号8)、イ(原子番号10)、ウ(原子番号12)、エ(原子番号17)がある。これらの元素の原子に関する次の問い(a～c)に当てはまるものを、下の解答群①～④のうちから、それぞれ一つずつ選べ。

a 価電子の数が最も多いもの。

b 電子を二つ放出して、希ガスと同じ安定な電子配置となるもの。

c 単体が常温・常圧で固体であるもの。

～  の解答群

① ア

② イ

③ ウ

④ エ

問2 次の文章中の **ア**・**イ** に当てはまる用語・数値の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **4**

天然に存在する銅原子には、相対質量 62.9 の  $^{63}\text{Cu}$  と相対質量 64.9 の  $^{65}\text{Cu}$  の 2 種類がある。 $^{63}\text{Cu}$  と  $^{65}\text{Cu}$  とは **ア** の関係にあり、 $^{63}\text{Cu}$  の存在比が約 **イ** % なので、銅の原子量は 63.5 となる。

	ア	イ
①	同位体	30
②	同位体	50
③	同位体	70
④	同素体	30
⑤	同素体	50
⑥	同素体	70

問3 標準状態 ( $0^{\circ}\text{C}$ ,  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ) において、4.48 L の一酸化窒素と 3.36 L の酸素を混合し、完全に燃焼させ、一酸化窒素の全量を二酸化窒素にかえた。次の問い (a・b) に答えよ。ただし、原子量は  $\text{N} = 14$ ,  $\text{O} = 16$  とする。

a 生成した二酸化窒素は何 g か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 **5** g

- ① 2.3                      ② 4.6                      ③ 6.9                      ④ 9.2

b 反応後の気体の体積は標準状態において何 L か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 **6** L

- ① 1.1                      ② 2.2                      ③ 3.4                      ④ 5.6

## 化学 I

問 4 硫酸銅(Ⅱ)五水和物  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  の結晶を用いて、 $1.0\text{mol/L}$  の硫酸銅(Ⅱ)水溶液  $200\text{mL}$  をつくる操作として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、原子量は  $\text{H} = 1.0$ 、 $\text{O} = 16$ 、 $\text{S} = 32$ 、 $\text{Cu} = 64$  とする。 7

- ① 結晶  $32\text{g}$  に水  $168\text{g}$  を加える。
- ② 結晶  $32\text{g}$  に水を加えて  $200\text{mL}$  とする。
- ③ 結晶  $32\text{g}$  に  $200\text{mL}$  の水を加える。
- ④ 結晶  $50\text{g}$  に水  $150\text{g}$  を加える。
- ⑤ 結晶  $50\text{g}$  に水を加えて  $200\text{mL}$  とする。
- ⑥ 結晶  $50\text{g}$  に  $200\text{mL}$  の水を加える。

第2問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 25)

問1 次の図1は物質とそのエネルギーの関係を表したものである。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。

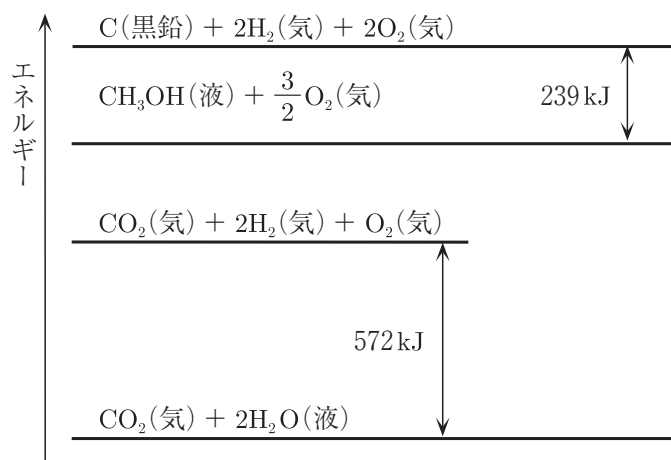


図 1

a 標準状態 (0℃,  $1.0 \times 10^5$  Pa) で 5.6 L の水素が完全燃焼するとき, 発生する熱量は何 kJ か。最も適当な数値を, 次の①～④のうちから一つ選べ。

kJ

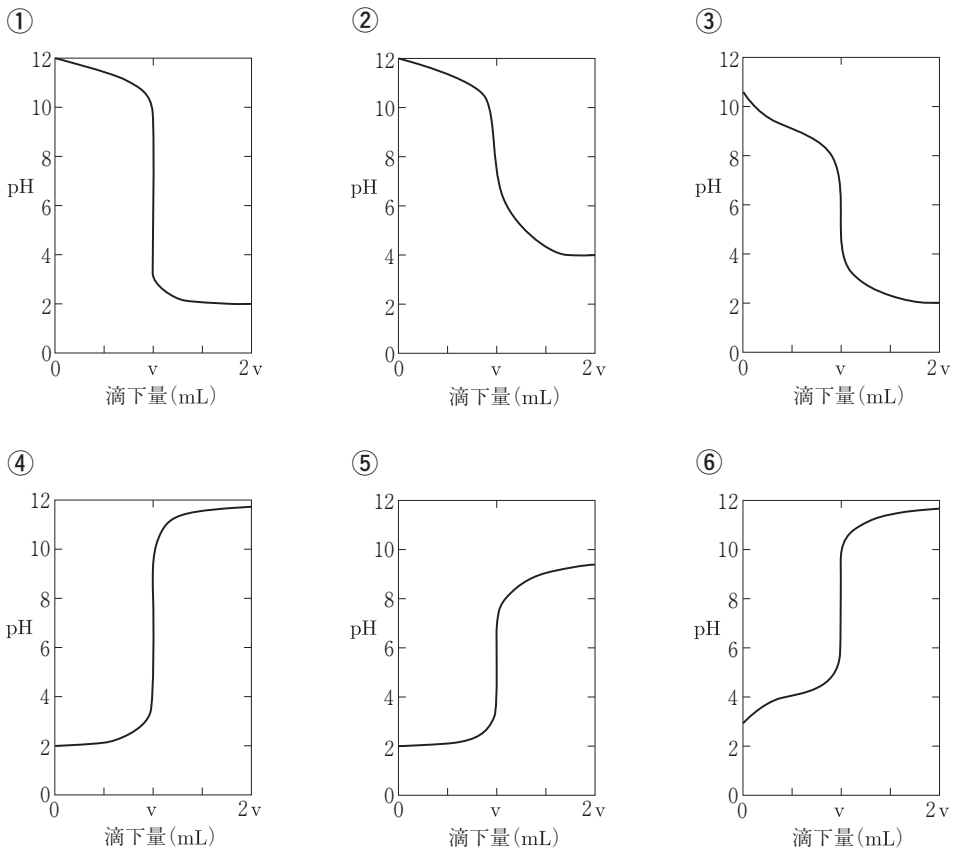
- ① 72                      ② 143                      ③ 286                      ④ 572

b  $\text{CH}_3\text{OH}$ (液)の燃焼熱は何 kJ/mol か。最も適当な数値を, 次の①～④のうちから一つ選べ。ただし, 黒鉛の燃焼熱を 394 kJ/mol とする。  kJ/mol

- ① 520                      ② 727                      ③ 806                      ④ 966

問2 濃度不明の酢酸水溶液に、 $0.020\text{ mol/L}$  の水酸化ナトリウム水溶液を滴下して、中和滴定の実験を行ったところ、3回の滴定で、中和点までの水酸化ナトリウム水溶液の滴下量の平均は  $v\text{ mL}$  であった。これに関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 水酸化ナトリウム水溶液の滴下量と溶液の pH の変化の関係を示すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 3



b  $0.020\text{ mol/L}$  の水酸化ナトリウム水溶液の代わりに、 $0.010\text{ mol/L}$  の水酸化バリウム水溶液を用いて同様の実験を行った場合、中和点までの滴下量は何 mL か。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4 mL

- ①  $\frac{v}{4}$       ②  $\frac{v}{2}$       ③  $v$       ④  $2v$       ⑤  $4v$

化学 I

問3 酸性条件下における過マンガン酸カリウムと過酸化水素の反応は、次のイオン反応式で表される。



濃度不明の過酸化水素水 25.0 mL を 200 mL コニカルビーカーにとり、6 mol/L 硫酸 10 mL と純水を加えて 50 mL としたところに、ビュレットから 0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下した。

これに関する次の問い(a・b)に答えよ。

- a 終点におけるコニカルビーカー内の水溶液の色の変化と、この反応における過マンガン酸カリウムのはたらきについての組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

	コニカルビーカー内の色の変化	KMnO <sub>4</sub> のはたらき
①	赤紫色に着色する	酸化剤
②	赤紫色に着色する	還元剤
③	赤紫色が消えて無色になる	酸化剤
④	赤紫色が消えて無色になる	還元剤
⑤	緑色に着色する	酸化剤
⑥	緑色に着色する	還元剤

- b 濃度不明の過酸化水素水 25.0 mL と 0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液 20.0 mL が過不足なく反応した。この過酸化水素水のモル濃度として最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 6 mol/L

- ① 0.020                      ② 0.030                      ③ 0.040                      ④ 0.064

問 4 図 2 のような実験装置を用いて、電気分解の実験を行った。実験前、電極 A ~ D の質量は等しかった。実験後の各電極の質量の大小関係を表したものとして、最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。ただし、原子量は  $\text{Cu} = 64$ ,  $\text{Ag} = 108$  とする。 7

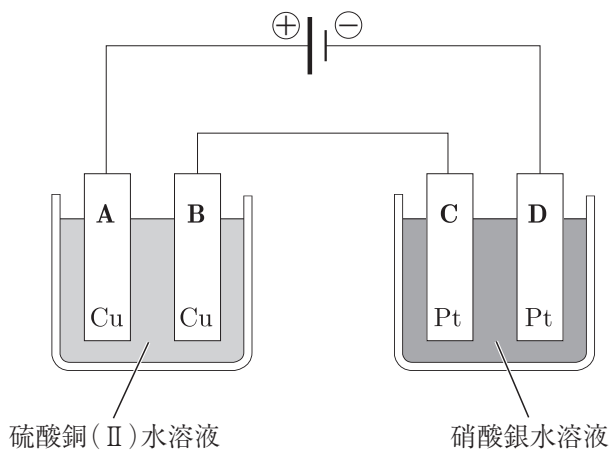


図 2

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| ① $A > B > C > D$ | ② $A > C = D > B$ |
| ③ $B > A = C = D$ | ④ $B > C = D > A$ |
| ⑤ $D > A > B > C$ | ⑥ $D > A > B = C$ |
| ⑦ $D > B > A = C$ | ⑧ $D > B > C > A$ |

化学 I

第3問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 25)

問1 17族元素の単体およびその化合物に関する次の記述ア～ウの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

- ア 塩化水素は、塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると発生する。  
イ 臭化カリウム水溶液に塩素を通じても水溶液の色は変化しない。  
ウ 塩素は水に少し溶け、その一部が水と反応して塩化水素と次亜塩素酸を生じる。

	ア	イ	ウ
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤



問2 図1のように、硫化鉄(II)の小片5～6個と3mol/L希硫酸をふたまた試験管に入れ、混合することによって硫化水素を発生させた。これについて、下の問い(a・b)に答えよ。

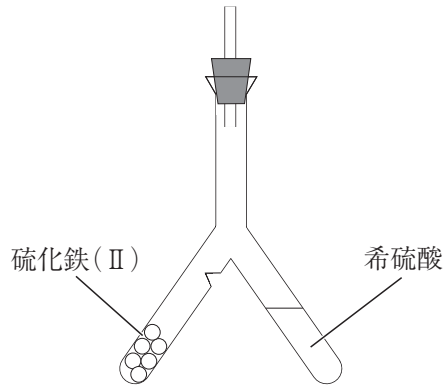
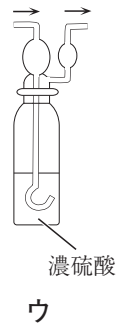
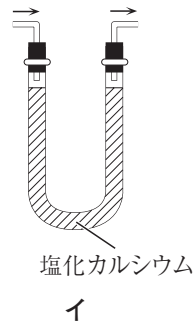
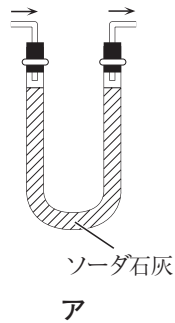


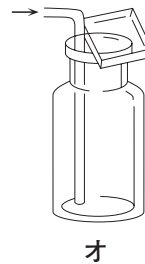
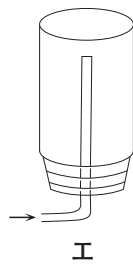
図 1

a 発生した硫化水素には、少量の水蒸気が混入していた。水蒸気を取り除き、硫化水素を捕集するのにふさわしい装置の組合せはどれか。最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 2

水蒸気を取り除く装置



硫化水素を捕集する装置



- |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| ① アとエ | ② アとオ | ③ イとエ | ④ イとオ |
| ⑤ ウとエ | ⑥ ウとオ |       |       |

## 化学 I

b 硫化水素に関する記述として正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

3

- ① 硫化水素は直線形の分子である。
- ② 硫化水素は無色で無臭の気体である。
- ③ 硫化水素は二酸化硫黄と反応して硫黄を生じる。
- ④ 銅(Ⅱ)イオンを含む水溶液に硫化水素を通すと青白色の沈殿を生じる。
- ⑤ 硫化水素は亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加えても生じる。

問3 次の記述①～⑤のうちからナトリウムとカルシウムに共通しない性質を一つ選べ。

4

- ① 単体は常温で水と反応して水素を発生する。
- ② 単体は、化合物の融解塩電解(熔融塩電解)で得られる。
- ③ 酸化物は、塩基性酸化物であり、水と反応して強塩基性の水酸化物になる。
- ④ 水酸化物の固体や水溶液は二酸化炭素をよく吸収する。
- ⑤ 炭酸塩は白色の粉末で、水によく溶け、その水溶液は弱い塩基性を示す。

問 4  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  の 3 種類の陽イオンを含む水溶液に図 2 の操作ア, 操作イを行って, 3 種類のイオンを沈殿 A, 沈殿 B, ろ液 C にそれぞれ分離した。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。

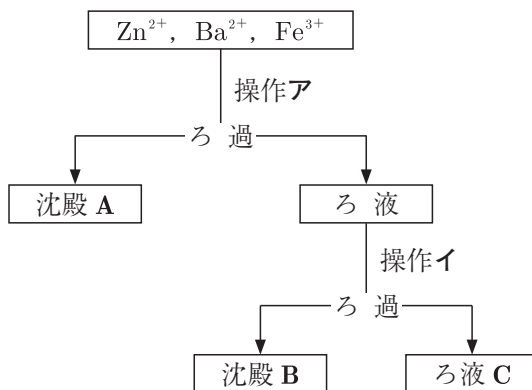


図 2

a 操作ア, 操作イの組合せとして最も適当なものを, 次の①~④のうちから一つ選べ。 5

	ア	イ
①	硫酸ナトリウム水溶液を加える	アンモニア水を過剰に加える
②	硫酸ナトリウム水溶液を加える	塩酸を加える
③	塩化ナトリウム水溶液を加える	アンモニア水を過剰に加える
④	塩化ナトリウム水溶液を加える	塩酸を加える

b 次の記述①~④のうちから, 正しいものを一つ選べ。 6

- ① 沈殿 A は白色であり, 塩酸を加えると気体を発生して溶解する。
- ② 沈殿 B は赤褐色であり, 希塩酸に溶解して黄褐色の水溶液になる。
- ③ ろ液 C に分離された金属イオンは, 黄緑色の炎色反応を示す。
- ④ ろ液 C に硫化水素を通じると, 黒色の沈殿が生じる。

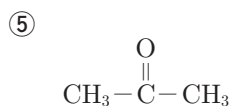
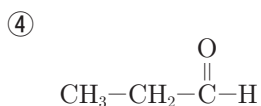
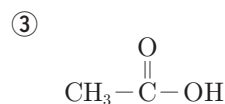
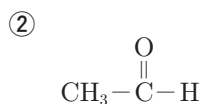
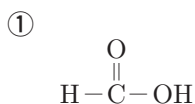
第4問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 25)

問1 次の a・b に当てはまる数値の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

- a フタル酸のベンゼン環の水素原子一つを塩素原子に置き換えた化合物の数。
- b o-クレゾールのベンゼン環の水素原子一つを塩素原子に置き換えた化合物の数。

	a	b
①	2	2
②	2	3
③	2	4
④	4	2
⑤	4	3
⑥	4	4

問2 炭素、水素、酸素からなる化合物 29.0mg を完全燃焼させたところ、66.0mg の二酸化炭素と 27.0mg の水が生じた。また、この化合物は銀鏡反応を示した。この化合物の構造式として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、原子量は H = 1.0, C = 12, O = 16 とする。



問3 脂肪族化合物に関する次の記述ア～ウの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 3

ア マレイン酸とフマル酸は互いに幾何異性体の関係にあり、フマル酸を加熱すると分子内で脱水が起こり酸無水物が得られる。

イ 酢酸エチルに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、加水分解されて酢酸とエタノールが得られる。

ウ グリセリンに濃硝酸と濃硫酸を作用させると、エステル化が起こり、ニトログリセリンが得られる。

	ア	イ	ウ
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問4 芳香族化合物の反応に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- ① アニリンに無水酢酸を作用させると、アセトアニリドが得られる。
- ② サリチル酸にメタノールと濃硫酸を作用させると、サリチル酸メチルが生成する。
- ③ *p*-キシレンを酸化した化合物を、エチレングリコールと縮合重合させると、ポリエチレンテレフタレートが得られる。
- ④ アニリン塩酸塩にナトリウムフェノキシドを作用させると、*p*-ヒドロキシアゾベンゼン(*p*-フェニルアゾフェノール)が得られる。
- ⑤ クメンを酸素で酸化したのち分解すると、アセトンとフェノールが得られる。

## 化学 I

問5 次の a および b の 2 種類の化合物を識別する方法として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

a アニリンとニトロベンゼン 5

b サリチル酸とアセチルサリチル酸 6

- ① 塩酸を加えると、一方のみで塩が生成する。
- ② 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、一方のみから二酸化炭素が発生する。
- ③ アンモニア性硝酸銀水溶液を加えると、一方のみに銀が析出する。
- ④ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、一方のみが青紫色に呈色する。
- ⑤ 水酸化ナトリウム水溶液を加えると、一方のみで塩が生成する。