

化学 I

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～3)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 次の a～c に当てはまるものを、それぞれの解答群①～⑤のうちから一つずつ選べ。

a 互いに同素体であるものの組合せ。

- ① 水素と重水素 ② 塩酸と塩化水素 ③ オゾンと酸素
④ 二酸化炭素とドライアイス ⑤ 石英と水晶

b 2価の陽イオンになりやすく、そのイオンの電子数が18となるもの。

- ① K ② Ca ③ Be ④ Mg ⑤ S

c ともにイオン結合を含むものの組合せ。

- ① CO_2 と NH_3 ② CCl_4 と HBr ③ HCl と KNO_3
④ SiO_2 と CuSO_4 ⑤ CaCO_3 と NH_4Cl

問2 次の記述ア～ウを数が多い順に並べたものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。
ただし、原子量は $H = 1.0$ 、 $Cl = 35.5$ 、 $Ba = 137$ 、アボガドロ定数は 6.0×10^{23} /mol とする。 4

ア 水素 1g 中に含まれる水素分子の数。

イ 塩化バリウム 208g を水に溶かしたとき、水溶液中に存在する塩化物イオンの数。

ウ 標準状態 (0°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$) で 36.9L のメタン中に含まれるメタン分子の数。

① ア > イ > ウ

② ア > ウ > イ

③ イ > ア > ウ

④ イ > ウ > ア

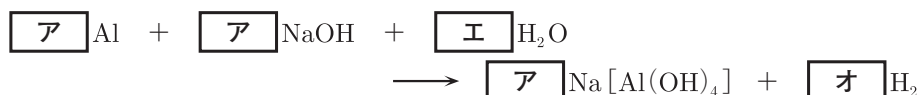
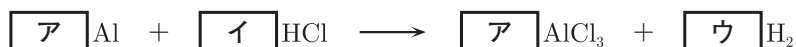
⑤ ウ > ア > イ

⑥ ウ > イ > ア

化学 I

問3 アルミニウムは、塩酸とも水酸化ナトリウムとも反応し、いずれの反応においても水素が発生する。この化学反応について、次の問い(a・b)に答えよ。

a 次の反応式中の空欄 **ア** ~ **オ** に当てはまる係数の組合せとして正しいものを、下の①~⑤のうちから一つ選べ。 **5**



	ア	イ	ウ	エ	オ
①	1	3	3	3	1
②	1	3	1	6	3
③	2	6	3	3	3
④	2	6	3	6	3
⑤	2	6	1	3	6

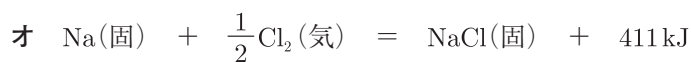
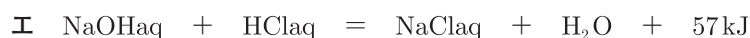
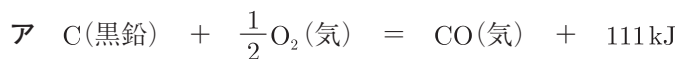
b ある量のアルミニウムに十分な量の塩酸を加えたところ、塩化アルミニウムが2.67g得られた。反応に使われたアルミニウムは何gか。最も適当な数値を、次の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、原子量は Al=27, Cl=35.5 とする。

6 g

- ① 0.054 ② 0.27 ③ 0.54 ④ 1.3 ⑤ 2.7

第2問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 次のア～オの熱化学方程式を参考にして下の問い(a・b)に答えよ。



a 次の記述①～⑤のうちから、誤りを含むものを一つ選べ。

- ① 黒鉛の燃焼熱は 394 kJ/mol である。
- ② 二酸化炭素の生成熱は 283 kJ/mol である。
- ③ 水酸化ナトリウムの水への溶解熱は 44 kJ/mol である。
- ④ 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和熱は 57 kJ/mol である。
- ⑤ 塩化ナトリウムの生成熱は 411 kJ/mol である。

b 20℃の 1.0 mol/L 塩酸 300 mL に同温の水酸化ナトリウム 16 g を入れてよくかき混ぜた。発生した熱は外に逃げず、すべて水溶液の温度上昇に使われたとすれば混合後の水溶液の温度は何℃になるか。最も近い数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、原子量は H=1.0, O=16, Na=23, 水溶液 1 mL の温度を 1℃上昇させるのに必要な熱量は 4.2 J であるとし、混合後の水溶液の体積は 300 mL であるとする。 ℃

- ① 23 ② 30 ③ 34 ④ 48

問2 中和滴定の実験に関する次の文を読んで、下の問い(a・b)に答えよ。

シュウ酸水溶液($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)の濃度を求めるために、以下の実験(1)～(4)を行った。

- (1) 濃度不明のシュウ酸水溶液 10.0 mL を ホールピペット で メスフラスコ に移し、
標線まで純水を加えて 100 mL とした。
- (2) ビュレット に 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を入れ、先端まで液を
満たした。
- (3) (1)でうすめたシュウ酸水溶液 10.0 mL を ホールピペット を用いて コニカルビー
カー に量りとり、指示薬としてフェノールフタレインを 2～3 滴加えた。
- (4) (3)の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を滴下して、中和に要する水酸化ナト
リウム水溶液の体積を求めた。

この滴定を 3 回行ったところ、滴定量の平均値は 10.0 mL であった。

- a 下線をつけた実験器具を水洗い後すぐに使用する場合、ぬれたまま用いてよ
いものはどれか。すべて選んだものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

3

- ① ホールピペット ② メスフラスコ ③ コニカルビーカー
- ④ ビュレット ⑤ ホールピペットとメスフラスコ
- ⑥ ホールピペットとビュレット ⑦ ビュレットとコニカルビーカー
- ⑧ メスフラスコとコニカルビーカー

- b うすめる前のシュウ酸水溶液の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次
の①～⑤のうちから一つ選べ。 4 mol/L

- ① 0.050 ② 0.10 ③ 0.50 ④ 1.0 ⑤ 5.0

化学 I

問 3 下線で示した原子の酸化数が互いに異なる物質の組合せを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

- ① $\underline{\text{Na}}\text{HCO}_3$ と $\underline{\text{Na}}_2\text{CO}_3$ ② $\text{Na}_2\underline{\text{S}}\text{O}_3$ と $\underline{\text{S}}\text{O}_2$ ③ $\text{K}_2\underline{\text{Cr}}_2\text{O}_7$ と $\text{K}_2\underline{\text{Cr}}\text{O}_4$
④ $\underline{\text{Cl}}_2\text{O}_7$ と $\text{K}\underline{\text{Cl}}\text{O}_3$ ⑤ $\underline{\text{Ca}}\text{O}$ と $\underline{\text{Ca}}(\text{OH})_2$

問 4 次の図 1 に示した電池について、下の問い(a・b)に答えよ。

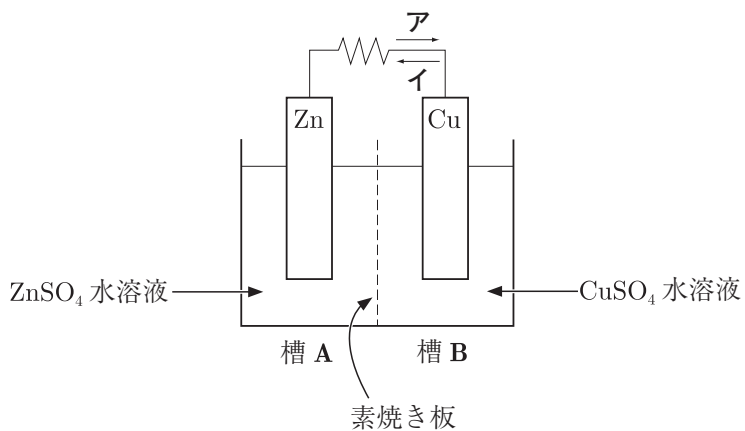


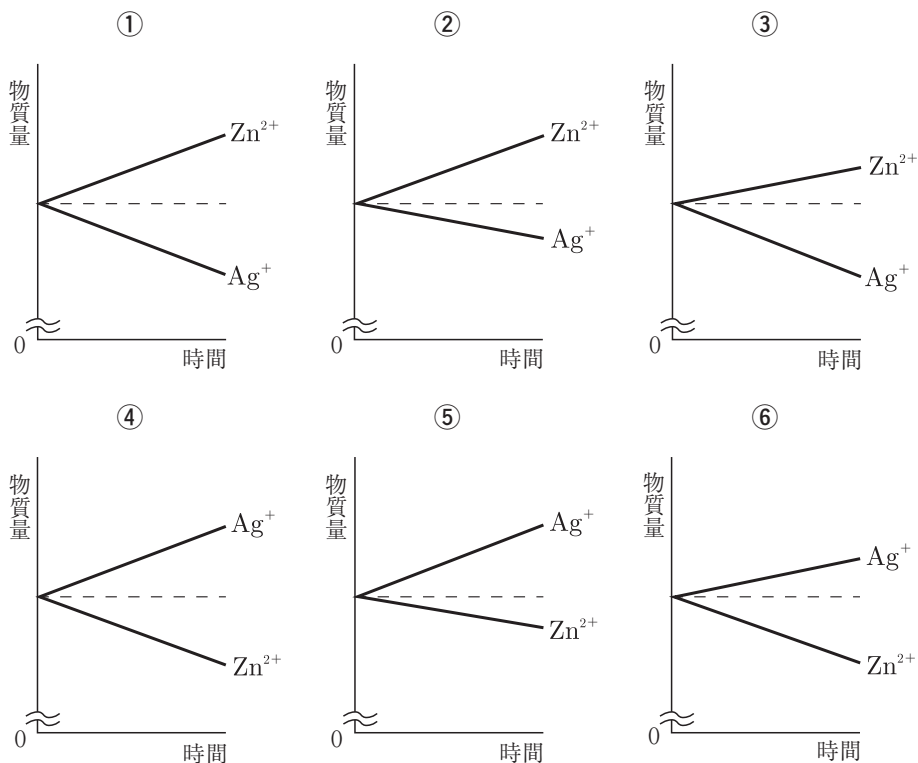
図 1

a 電池を放電させたときの、槽 A、B での反応と回路での電流の向きを正しく組合せたものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

	槽 A での反応	槽 B での反応	電流の向き
①	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Zn}$	$\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-}$	ア
②	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Zn}$	$\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-}$	イ
③	$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-}$	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}$	ア
④	$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-}$	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}$	イ

化学 I

b 槽 B の電極を銀，電解液を硝酸銀水溶液にかえて放電を続けると，電解液中の亜鉛イオンおよび銀イオンの物質量はどのように変化するか。この変化を表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。ただし，放電開始時の亜鉛イオンと銀イオンの物質量は等しかったものとする。 7



化学 I

第3問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

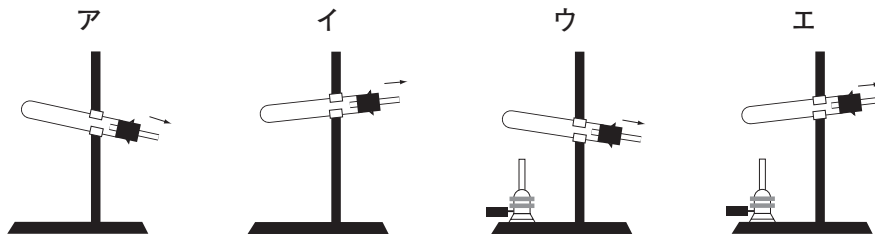
問1 窒素および窒素化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 銅に希硝酸を作用させると、一酸化窒素を発生して溶解する。
- ② 二酸化窒素は水に溶けやすい赤褐色の気体で、特有の臭気をもち、有毒である。
- ③ 工業的には、窒素は液体空気の分留で製造されている。
- ④ 窒素と水素から直接アンモニアを合成する方法をハーバー法という。
- ⑤ オストワルト法とは、アンモニアの還元によって硝酸をつくる方法である。

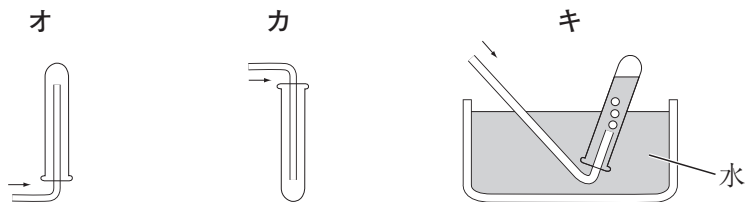
問2 二酸化炭素に関する次の問い(a・b)に答えよ。

- a 炭酸水素ナトリウムを用いて二酸化炭素を発生させるとき、次の発生装置ア～エおよび捕集装置オ～キ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。 2

[発生装置]



[捕集装置]



	発生装置	捕集装置
①	ア	オ
②	ア	カ
③	イ	オ
④	イ	キ
⑤	ウ	オ
⑥	ウ	カ
⑦	エ	カ
⑧	エ	キ

化学 I

b 二酸化炭素および二酸化炭素が関係する反応についての記述として誤りを
含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

- ① 二酸化炭素は地表面からの赤外線を吸収し、宇宙空間に熱が逃げるのを防いでいる。
- ② 石灰水に二酸化炭素を通じると、白色沈殿を生じ、さらに二酸化炭素を通じると沈殿は溶解する。
- ③ 石灰石を強熱すると分解して二酸化炭素を生じ、酸化カルシウムが生成する。
- ④ 飽和食塩水にアンモニアと二酸化炭素を通じると、炭酸ナトリウムが沈殿してくる。
- ⑤ 固体の二酸化炭素はドライアイスと呼ばれ、昇華の際に熱を奪うので、冷却剤として用いられている。

問3 金属の工業的製法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。 4

ア アルミニウムは、原料のボーキサイトから得られるアルミナ(酸化アルミニウム Al_2O_3)を、加熱・融解させ、炭素を電極として電気分解することにより製造されている。陽極からは一酸化炭素あるいは二酸化炭素が発生する。

イ 鉄は、鉄鉱石(Fe_2O_3 , Fe_3O_4 など)を、溶鉱炉中で高温のコークスから発生する一酸化炭素によって還元することにより製造されている。得られた銑鉄は炭素をはじめとする不純物が多いため、転炉中で酸素を吹き込み不純物を除去して鋼とする。

ウ 銅は銅鉱石(主に CuFeS_2)の製錬で得られる粗銅を陰極、純銅を陽極とし、硫酸銅(Ⅱ)の硫酸酸性溶液を電解液に用いた電気分解によって製造されている。粗銅中の銅よりもイオン化傾向の大きい金属は、陽イオンとなって溶け出し、溶液中に残る。

	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

化学 I

問4 以下の2種類のイオンのうち、一方のイオンのみが沈殿として分離できる操作として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

- ① Cu^{2+} と Zn^{2+} を含む水溶液に、アンモニア水を十分に加える。
- ② Ba^{2+} と Pb^{2+} を含む水溶液に、希硫酸を加える。
- ③ Ag^+ と Fe^{3+} を含む酸性の水溶液に、硫化水素を加える。
- ④ Na^+ と Ba^{2+} を含む水溶液に、希塩酸を加える。
- ⑤ Al^{3+} と Zn^{2+} を含む水溶液に、水酸化ナトリウム水溶液を十分に加える。

問5 次の記述 a～c に当てはまる色ア～ウ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。 6

- a 酸化銅(Ⅱ)の粉末に希硫酸を加えると、溶液の色はアになる。
- b 硫酸鉄(Ⅱ)の水溶液にヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸カリウム水溶液を加えると、イの沈殿が生じる。
- c クロム酸カリウム水溶液に希塩酸を加えると、溶液の色はウになる。

	ア	イ	ウ
①	青色	濃青色	黄色
②	青色	赤褐色	黄色
③	青色	濃青色	橙赤色
④	黒色	赤褐色	橙赤色
⑤	黒色	赤褐色	黄色
⑥	黒色	濃青色	橙赤色

化学 I

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

問 1 次の記述①~⑤のうちから、誤りを含むものを一つ選べ。

- ① アルカンでは、炭素数が一つ増加するごとに分子量は 14 ずつ大きくなる。
- ② アルカンの水素原子を 1 個除いた原子団をアルキル基という。
- ③ エタンとプロパンはいずれもアルカンなので、互いに異性体の関係にある。
- ④ 4 種の異なる原子や原子団が結合している炭素原子を不斉炭素原子という。
- ⑤ エチレングリコールとグリセリンは同じ官能基をもつ。

問 2 次の記述 a・b 中のア、イに当てはまるものを、下の①~⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

a 不斉炭素原子をもつアをおだやかに酸化すると、銀鏡反応を示さない中性の生成物が得られた。

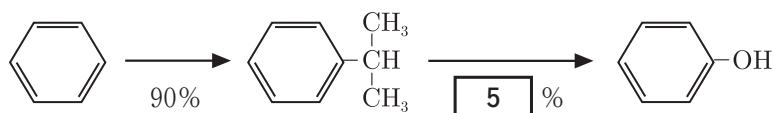
b イをおだやかに酸化すると、銀鏡反応を示す生成物が得られた。また、イにヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えてあたためると黄色沈殿が生じた。

- ① メタノール ② エタノール ③ 1-プロパノール
- ④ 1-ブタノール ⑤ 2-メチル-2-プロパノール ⑥ 2-ブタノール

問 3 分子式 $C_4H_{10}O$ で表されるアルコールを濃硫酸と加熱して、分子式 C_4H_8 で表される化合物 A を得た。この化合物 A に対して可能な構造式はいくつあるか。最も適当な数値を、次の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、光学異性体は考えないものとする。

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 5 ⑤ 6

問4 ベンゼン(分子量 78)にプロペン(分子量 42)を反応させてクメン(分子量 120)を得た。これを酸素で酸化してから分解してフェノール(分子量 94)とアセトン(分子量 58)を得た。このときベンゼン 156 g から得られたフェノールは 118 g であった。ベンゼンからクメンが生成する収率が 90% とすると、クメンからフェノールが生成する反応の収率は何%か。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、収率とは反応式から計算した生成物の物質量に対する実験で得られた生成物の物質量の割合をいう。



① 50

② 60

③ 70

④ 80

化学 I

問5 アニリン，*o*-クレゾール，安息香酸を溶かしたジエチルエーテル溶液からそれぞれの物質を分液漏斗を用いて図1のように分離した。

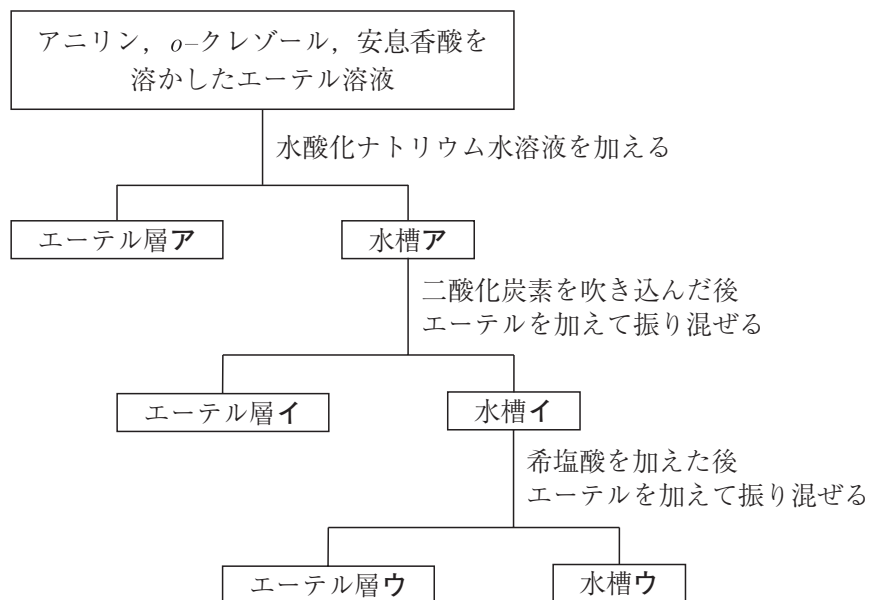


図 1

エーテル層ア～ウに含まれている化合物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。 6

	ア	イ	ウ
①	アニリン	<i>o</i> -クレゾール	安息香酸
②	アニリン	安息香酸	<i>o</i> -クレゾール
③	安息香酸	<i>o</i> -クレゾール	アニリン
④	安息香酸	アニリン	<i>o</i> -クレゾール
⑤	<i>o</i> -クレゾール	安息香酸	アニリン
⑥	<i>o</i> -クレゾール	アニリン	安息香酸