

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 1 ～ 7 〕 (配点 25)

問1 第2～第3周期のすべての元素および第4～第5周期の一部の元素を **A** から **D** までの四つの領域に分け、元素記号を抜いた周期表として図1に示す。次の **a** ～ **d** に当てはまるものを、それぞれの解答群から一つずつ選べ。

周期 \ 族	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2																		
3	A																D	
4							B						C					
5																		

図 1

a 金属元素が含まれる領域はどれか。 1

- ① **A** のみ ② **A** と **B** ③ **B** と **C**
 ④ **B** と **C** と **D** ⑤ **A** と **B** と **C**

b 領域 **B** の元素の価電子が存在する電子殻を答えよ。 2

- ① K 殻 ② L 殻 ③ M 殻 ④ N 殻

c 領域 C の元素の中で、両性元素であり、はんだや青銅の成分として使われているものはどれか。 3

- ① Al ② Zn ③ Ge ④ Sn

d 領域 D の元素の中で、第一イオン化エネルギーが最も大きい元素はどれか。
4

- ① N ② O ③ F ④ Ne

問2 薬品の性質と保存に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① 赤リンは猛毒であり、自然発火性があるので水中で保管する。
② Li, Na, K などのアルカリ金属は、水と激しく反応するので、石油中で保管する。
③ ジエチルエーテル、ベンゼンなどは引火しやすいので、火気を近づけないようにし、密栓して保存する。
④ 水酸化ナトリウム水溶液は皮膚を腐食するので、取り扱いに注意しなければならない。

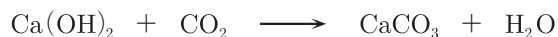
化学 I

問 3 エタンとアセチレンの燃焼に関する次の問い (a・b) に答えよ。

a 等しい物質量のエタンとアセチレンを完全燃焼させた。エタンの燃焼に必要な酸素の体積はアセチレンの燃焼に必要な酸素の体積の何倍か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 6 倍

- ① 0.50 ② 0.70 ③ 1.0 ④ 1.4

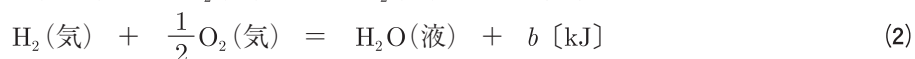
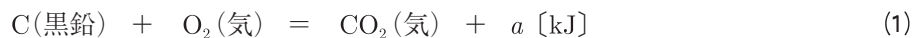
b 標準状態 (0℃, $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$) で 6.72 L のアセチレンを完全燃焼させ、発生した二酸化炭素を水酸化カルシウム水溶液にすべて吸収させたとき、次の反応式に従って生成する炭酸カルシウムは何 g か。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、原子量は、 $\text{H} = 1.0$, $\text{C} = 12$, $\text{O} = 16$, $\text{Ca} = 40$ とする。 7 g



- ① 30 ② 60 ③ 90 ④ 100

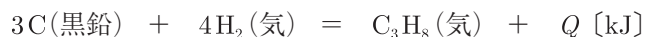
第2問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 7〕(配点 25)

問1 炭素(黒鉛)、水素、プロパンが、それぞれ完全燃焼するときの熱化学方程式は次の(1)～(3)のように表される。



プロパンの生成熱を表す次の熱化学方程式の生成熱 Q [kJ] は(1)～(3)を用いてどのように表されるか。最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

1

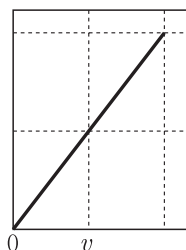


- ① $3a - 4b - c$ ② $3a - 4b + c$ ③ $3a + 4b - c$ ④ $3a + 4b + c$

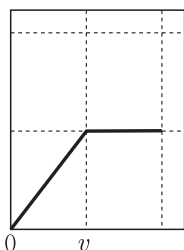
問2 食酢中の酢酸濃度を調べるために、水酸化ナトリウム水溶液による滴定を行ったところ、 v mL で中和に達した。このとき、滴下した水酸化ナトリウム水溶液の体積 [mL] に対する、コニカルビーカー中のイオン・分子の物質質量 [mol] の変化を表す次の (i) ~ (v) のグラフに関する記述として正しいものを、下の① ~ ⑤のうちから一つ選べ。ただし、グラフの縦軸は、コニカルビーカー中のイオン・分子の物質質量 [mol] を、横軸は滴下した水酸化ナトリウム水溶液の体積 [mL] を示している。

2

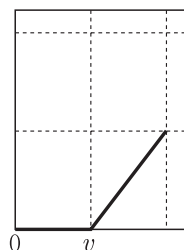
(i)



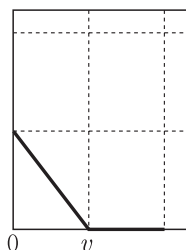
(ii)



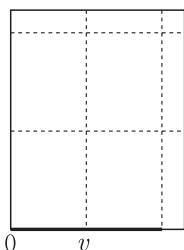
(iii)



(iv)



(v)



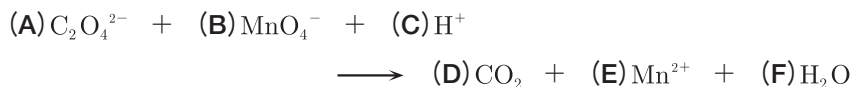
- ① (i) は酢酸イオンの物質質量の変化を表したグラフである。
 ② (ii) はナトリウムイオンの物質質量の変化を表したグラフである。
 ③ (iii) は水酸化物イオンの物質質量の変化を表したグラフである。
 ④ (iv) は水素イオンの物質質量の変化を表したグラフである。
 ⑤ (v) は酢酸分子の物質質量の変化を表したグラフである。

化学 I

問 3 塩の水溶液の液性に関する記述として誤りを含むものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① NaHCO_3 は酸性塩に分類され，水溶液は弱酸性を示す。
- ② NaCl は正塩に分類され，水溶液は，中性を示す。
- ③ NH_4Cl は正塩に分類され，水溶液は弱酸性を示す。
- ④ CH_3COONa は正塩に分類され，水溶液は弱塩基性を示す。

問 4 x [mol] のシュウ酸を硫酸酸性溶液とし, y [mol/L] の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定した。この時の反応式は, 次のように表される。



ここで, 反応式中の (A) ~ (F) は係数を表す。この反応について, 次の問い (a・b) に答えよ。

- a 反応式中の (A), (C), (E) に当てはまる係数の順序の組合せとして最も適当なものを, 次の①~⑤のうちから一つ選べ。 4

	(A)	(C)	(E)
①	2	5	8
②	2	8	16
③	5	10	2
④	5	16	2
⑤	8	10	5

- b 滴定の終点までに過マンガン酸カリウム水溶液を z [mL] 要した。この時の x , y , z の関係を表した式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

① $x = 200yz$

② $x = 400yz$

③ $x = \frac{yz}{200}$

④ $x = \frac{yz}{400}$

化学 I

問 5 5 種類の金属板 A, B, C, D, E がある。E を正極, 他を負極に用いて, 適当な電解液を用いて電池を作成したところ, それぞれの起電力は,

A : 1.10 [V], B : 2.01 [V], C : 0.59 [V], D : 2.69 [V] となった。

これらの金属の中で, イオン化傾向が最も大きいのは ア であり, E 以外の 2 種類ずつを用いて同様に電池を作成した場合, 常に正極となるのは イ である。

上の文章中の空欄 ア, イ に当てはまる金属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
①	A	B
②	B	C
③	B	D
④	C	A
⑤	C	D
⑥	D	C

問6 図1のように白金を電極として硫酸ナトリウム水溶液の電気分解をした。これに関する記述ア～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。ただし、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ であるとする。

7

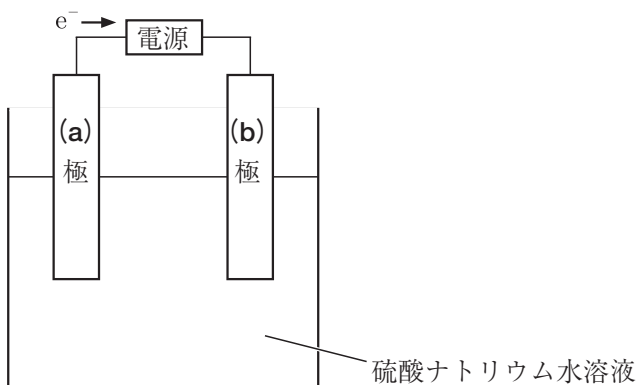


図 1

ア (a) 極が陰極，(b) 極が陽極である。

イ (b) 極にはナトリウムが生成する。

ウ $1.93 \times 10^5 \text{ C}$ の電気量で電気分解を行ったとき，(a) 極で発生する気体の物質量は 0.5 mol である。

	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

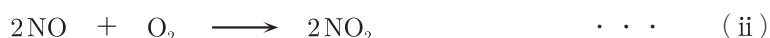
第3問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 6〕(配点 25)

問1 フッ素, 塩素, 臭素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

- ① いずれも 17 族の元素である。
- ② 単体はいずれも常温・常圧下で有色の気体である。
- ③ 水素化合物の水溶液はいずれも酸性を示す。
- ④ 単体はいずれも二原子分子である。
- ⑤ 単体の酸化力はフッ素が最大である。

問2 硝酸の工業的製法に関する次の記述中の空欄 ア ～ ウ に当てはまる語句または数値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。ただし, 原子量は $H = 1.0$, $N = 14$, $O = 16$ とする。 2

オストワルト法による硝酸の製造は次の (i) ～ (iii) の反応式で表される。



(i) の反応では ア が触媒として用いられる。(ii) の反応において NO は イ としてはたらいている。63%の硝酸 1.0 kg をつくるのに必要なアンモニアの物質量は ウ mol である。ただし, (iii) の NO はすべて (ii) に送られ, 反応は完全に進むものとする。

	ア	イ	ウ
①	白金	酸化剤	10
②	白金	酸化剤	5.0
③	白金	還元剤	10
④	白金	還元剤	5.0
⑤	ニッケル	酸化剤	10
⑥	ニッケル	酸化剤	5.0
⑦	ニッケル	還元剤	10
⑧	ニッケル	還元剤	5.0

問3 硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加えると気体が発生する。この気体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 この気体は腐卵臭をもち、有毒である。

イ この気体を硫酸銅(Ⅱ)水溶液に通じると、黒色の沈殿を生じる。

ウ この気体をヨウ素ヨウ化カリウム水溶液に通じると、ヨウ素による褐色が消える。

	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 次の文章中の空欄 **ア** ～ **ウ** に当てはまる化合物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**

塩化ナトリウムを原料としていろいろな化合物が合成される。塩化ナトリウム水溶液を陽イオン交換膜を用いて電気分解すると、陰極側の水溶液に **ア** が生成する。**ア** は強い塩基性を示し、セッケンの製造や製紙工業、繊維工業、薬品工業などに用いられている。

塩化ナトリウムの飽和水溶液に、アンモニアと二酸化炭素を十分に吹き込むと **イ** が沈殿し、**イ** を熱分解すると **ウ** が得られる。**イ** は発泡性の入浴剤やベーキングパウダー、胃薬などに用いられ、**ウ** はガラスの原料として広く用いられている。

	ア	イ	ウ
①	水酸化ナトリウム	炭酸ナトリウム	炭酸水素ナトリウム
②	炭酸水素ナトリウム	炭酸ナトリウム	水酸化ナトリウム
③	水酸化ナトリウム	炭酸水素ナトリウム	炭酸ナトリウム
④	炭酸ナトリウム	炭酸水素ナトリウム	水酸化ナトリウム
⑤	炭酸ナトリウム	水酸化ナトリウム	炭酸水素ナトリウム
⑥	炭酸水素ナトリウム	水酸化ナトリウム	炭酸ナトリウム

問 5 鉄に関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

- ① 鉄を希硫酸に溶かすと鉄(Ⅱ)イオンを生じる。
- ② 鉄は湿った空气中で酸化され、水を含む赤褐色の Fe_2O_3 を生じる。これが赤さびである。
- ③ 鉄を濃硝酸と反応させると、二酸化窒素を発生して溶解する。
- ④ 鉄(Ⅲ)イオンにヘキサシアノ鉄(Ⅱ)酸カリウム水溶液を加えると濃青色沈殿を生じる。

問 6 Al^{3+} 、 Fe^{3+} および未知の金属イオン X を含む混合溶液について定性分析を行ったところ、以下の方法で三種の金属イオンを分離することができた(図 1)。イオン (a) ~ (c) はいずれも溶解した状態である。未知の金属イオン X は Zn^{2+} 、 Cu^{2+} のいずれかであるとして、この定性分析に関する記述として誤りを含むものを、下の①~⑤のうちから一つ選べ。 6

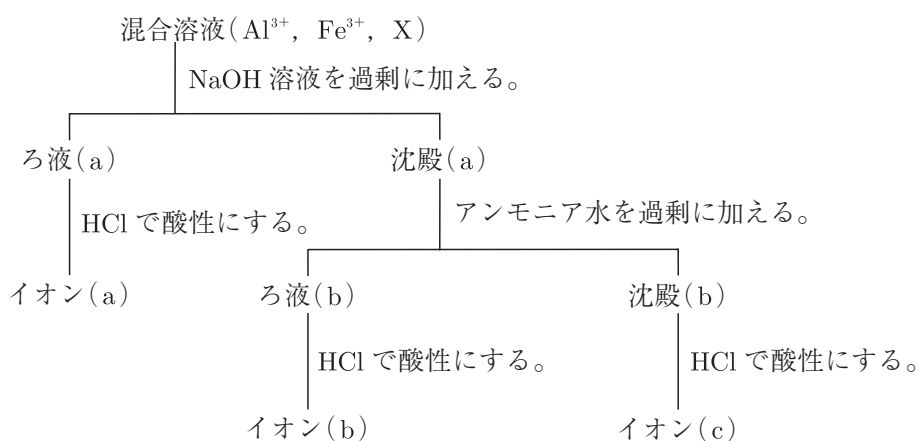


図 1

- ① ろ液(a)に含まれるイオンは $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ であり、イオン(a)は Al^{3+} である。
- ② ろ液(b)に含まれるイオンは $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ であり、イオン(b)は Zn^{2+} である。
- ③ 沈殿(b)に含まれる物質は $\text{Fe}(\text{OH})_3$ である。
- ④ イオン(a)は無色である。
- ⑤ イオン(b)は青色である。

第 4 問 次の各問い(問 1 ～ 6)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 7〕(配点 25)

問 1 炭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。

1

- ① プロパンを臭素水に通じると、付加反応が起こり臭素水の赤褐色が脱色する。
- ② エタンは、酢酸ナトリウムと水酸化ナトリウムを強熱することによって得られる。
- ③ 炭化カルシウム(カルシウムカーバイド)に水を作用させると、プロピン(メチルアセチレン)が得られる。
- ④ ベンゼンとシクロヘキサンはともに分子中の炭素原子がすべて同一平面上にある。
- ⑤ メタン・エチレン・アセチレンはいずれも常温・常圧下で気体である。

問 2 分子中に含まれるどの水素原子を 1 個だけ塩素原子で置換しても、**不斉炭素原子をもつことができない化合物**を、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- | | |
|--|---|
| ① $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ | ② $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ |
| ③ $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ | ④ $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$ |

問 3 次の記述 a ～ c に当てはまる化合物ア～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。 3

- a アの分子式は $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ で、水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて加熱すると、特有のにおいをもつ黄色沈殿を生じる。
- b イの分子式は $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ で、硫酸酸性下で二クロム酸カリウム水溶液とともにおだやかに加熱するとケトンを生じる。
- c ウの分子式は $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ で、フェーリング液とともに加熱すると赤色の沈殿を生じる。

	ア	イ	ウ
①	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	CH_3COCH_3
②	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$
③	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	CH_3COCH_3
④	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$
⑤	$\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_3$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	CH_3COCH_3
⑥	$\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_3$	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$

化学 I

問 4 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 酢酸エチルに少量の塩酸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生成する。

イ 油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、けん化されてグリセリンと脂肪酸ナトリウム(セッケン)が生じる。

ウ カルボン酸だけでなく、硝酸や硫酸などの酸もアルコールと縮合してエステルとなる。硝酸エステルの例として爆薬や心臓病の薬として利用されるニトログリセリンがある。

	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 5 次の記述(a・b)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。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

a 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると気体が発生し、塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると紫色を呈するもの。 5

b 1.0mol を完全燃焼させると、8.0mol の二酸化炭素が発生し、消炎鎮痛剤として利用されているもの。 6

- | | | |
|---------|-------------------|------------|
| ① 安息香酸 | ② <i>o</i> -クレゾール | ③ ナフタレン |
| ④ サリチル酸 | ⑤ アセチルサリチル酸 | ⑥ サリチル酸メチル |

問 6 図 1 のようにニトロベンゼン，アニリン，フェノールおよび安息香酸の 4 種の化合物を含むジエチルエーテル溶液がある。それぞれ化合物を分離するために，次に示す**操作ア**～**キ**を行った。

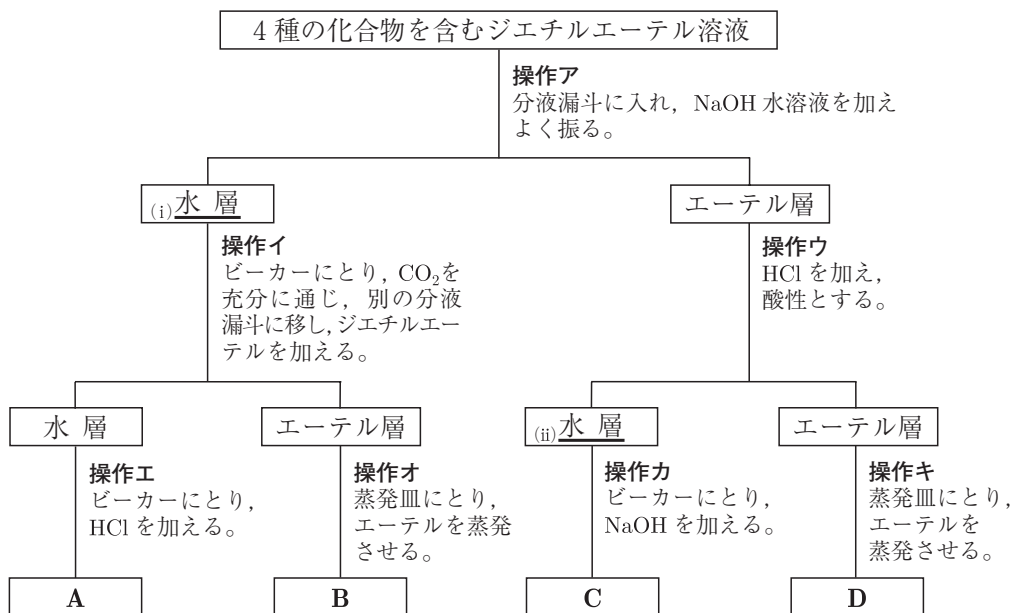


図 1

下線部 (i) の水層に**操作イ**を行ったところ，化合物 **B** が沈殿し，下線部 (ii) の水層に**操作カ**を行ったところ，化合物 **C** が遊離した。化合物 **B** と **C** 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。 7

	B	C
①	アニリン	フェノール
②	アニリン	安息香酸
③	安息香酸	ニトロベンゼン
④	安息香酸	アニリン
⑤	フェノール	ニトロベンゼン
⑥	フェノール	アニリン