

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 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 イオンからなる物質。

- ① 酢酸 ② 黒鉛 ③ 二酸化ケイ素
④ ナフタレン ⑤ 酸化マグネシウム

b 最外殻電子の数が Ca と同じである原子。

- ① Be ② B ③ P ④ O ⑤ Br

c 最も大きいイオン。

- ① O^{2-} ② F^{-} ③ Na^{+} ④ Mg^{2+} ⑤ Al^{3+}

問2 物質を構成する元素の確認実験ア～ウに関する正誤の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 4

ア 試料水溶液に硝酸銀水溶液を加えると黄色沈殿が生じたので、試料中に塩素が含まれていることがわかった。

イ 試料を燃焼させて生じた気体を石灰水に通じると白色沈殿が生じたので、試料中に炭素が含まれていることがわかった。

ウ 試料水溶液をつけた白金線をガスバーナーの外炎に入れると炎の色が黄色になったので、試料中にナトリウムが含まれていることがわかった。

	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3 元素の周期律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。 5

- ① 元素を原子番号の順に並べていくと、価電子の数が規則的かつ周期的に変化し、それに伴って元素の性質も周期的に変化する。
- ② 周期律を利用して、性質の類似した元素が縦に並ぶように配列した表を元素の周期表といい、縦の列を周期、横の列を族という。
- ③ 第3周期の原子のうち、第1イオン化エネルギーが最も小さいものは1族のナトリウム、最も大きいものは18族のアルゴンである。
- ④ 周期表の1、2族と12～18族の元素を典型元素、3～11族の元素を遷移元素という。
- ⑤ 典型元素・遷移元素という分類とは別に、元素はその単体の性質によって金属元素と非金属元素に大別される。遷移元素はすべて金属元素であり、典型元素の約半数は非金属元素である。

問4 不純物として銅を含むアルミニウムの粉末 2.0g に十分な量の希塩酸を加えて完全に反応させたところ、標準状態 (0°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$) で 1344 mL の気体が発生した。混合物中にアルミニウムは何%含まれていたか。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 $\text{Al} = 27$ とする。 6 %

- ① 22 ② 27 ③ 46 ④ 54 ⑤ 73

化学 I

第2問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 25)

問1 次の記述中の空欄 ・ に入れる語句および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。

炭素の として黒鉛とダイヤモンドがよく知られているが、近年、フラーレンとよばれる新たな炭素の が見いだされ、その燃焼熱が測定された。代表的なフラーレンであるサッカーボール型分子 C_{60} の燃焼を表す熱化学方程式は



である。

ここで黒鉛の燃焼熱を 394 kJ/mol とした場合、 C_{60} の生成熱は kJ となる。ただし、測定は $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で行われたものとする。

	ア	イ
①	同位体	- 2470
②	同位体	- 2340
③	同位体	+ 2340
④	同素体	- 2470
⑤	同素体	- 2340
⑥	同素体	+ 2340

問2 中和滴定の実験に関する以下の問い(a・b)に答えよ。

- 手順1 500 mL のビーカーに濃度不明の水酸化バリウム水溶液 20.0 mL を正確にはかりとり、蒸留水を加えて約200 mL にうすめた溶液をつくった。さらに指示薬として数滴のフェノールフタレイン溶液を加えた。
- 手順2 この水溶液に2本の電極を入れ、図1に示すようにスイッチ、乾電池、および電流の大きさによって音量の変化する電子ブザーからなる回路を組み立てた。
- 手順3 50 mL のビュレットに 0.10 mol/L の硫酸を入れ、液面の目盛りを 0.0 に合わせたのち図1のように配置した。
- 手順4 回路のスイッチを入れ、電子ブザーが鳴ることを確かめてから滴定を開始した。

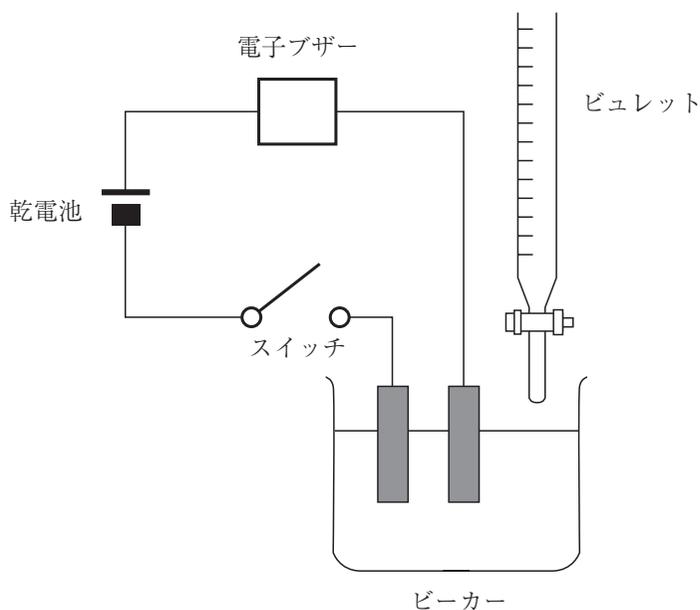
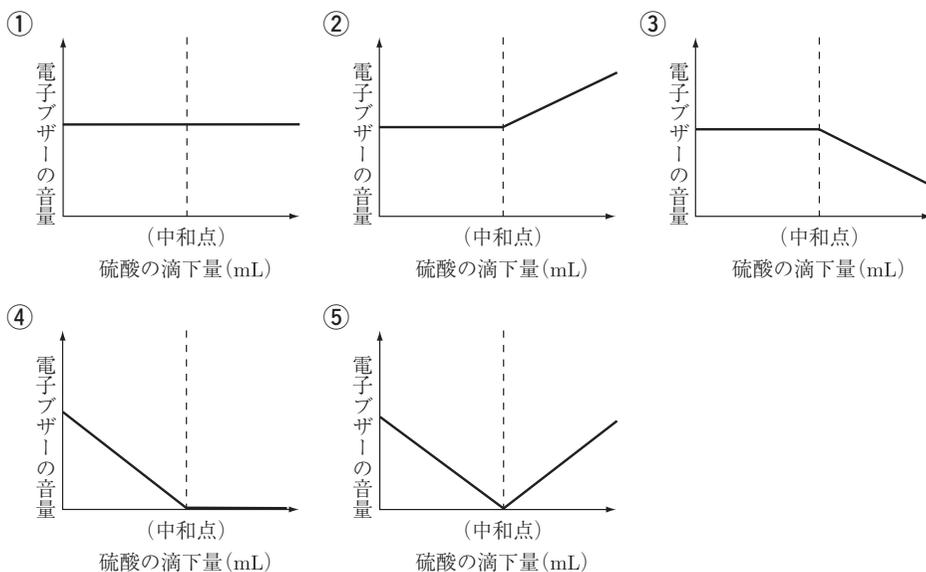


図 1

化学 I

- a 硫酸の滴下に従って電子ブザーの音量が変化した。その変化の概略をあらわしているグラフとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

2



- b 中和点が観察されたときの硫酸の滴下量の平均は 23.60 mL であった。実験に用いた水酸化バリウムの希釈前のモル濃度として最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3 mol/L

- ① 0.024 ② 0.12 ③ 0.24 ④ 1.2 ⑤ 2.4

問3 酸化還元に関する以下の問い(a・b)に答えよ。

- a 次の記述中の空欄 **ア**・**イ** に当てはまるイオン式および語句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**

過マンガン酸イオンは硫酸酸性のもとで酸化剤としてはたらき、その半反応式は次のように示される。



過酸化水素は、過マンガン酸イオンに対しては還元剤としてはたらき、そのイオン反応式は次のように示される。



このとき、過酸化水素中の酸素原子の酸化数は **イ** に変化している。

	ア	イ
①	Mn^{2+}	-1 から 0
②	Mn^{2+}	-2 から 0
③	Mn^{2+}	-1 から -2
④	Mn^{4+}	-1 から 0
⑤	Mn^{4+}	-2 から 0
⑥	Mn^{4+}	-1 から -2

- b 硫酸酸性のもとで、0.010mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液 14mLが、濃度不明の過酸化水素水 10mLと完全に反応した。この過酸化水素水のモル濃度として最も適当なものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 **5** mol/L

- ① 3.5×10^{-3} ② 7.0×10^{-3} ③ 1.4×10^{-2} ④ 3.5×10^{-2} ⑤ 7.0×10^{-2}

化学 I

問 4 水酸化ナトリウムの工業的製法に関する次の記述中の空欄 **ア** ~ **ウ** に入れる語句の組合せとして、最も適当なものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。

6

水酸化ナトリウムは、工業的には塩化ナトリウム水溶液の電気分解で製造される。陽極に黒鉛、陰極に鉄を用い、両極での生成物間の反応を防ぐため両極間を陽イオンのみを通す陽イオン交換膜で仕切って電気分解する。(図 2)

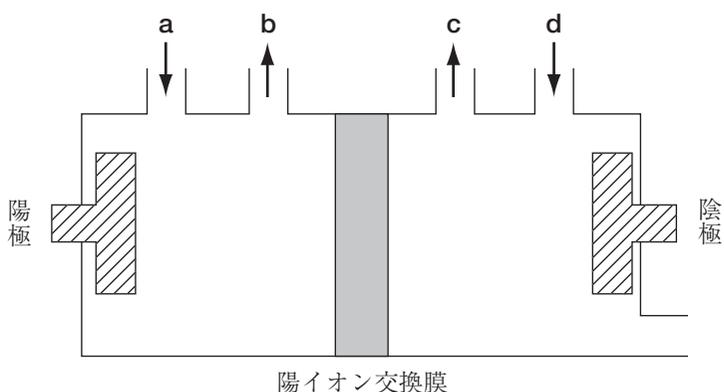


図 2

a から飽和塩化ナトリウム水溶液を、また **d** から水を注入する。極板での反応によって **b** からは **ア** の気体が、また **c** からは **イ** の気体がそれぞれ排出され、陰極側には **ウ** も生成する。

	ア	イ	ウ
①	塩 素	水 素	水酸化物イオン
②	塩 素	酸 素	ナトリウムイオン
③	酸 素	水 素	塩化物イオン
④	酸 素	塩 素	ナトリウムイオン
⑤	水 素	酸 素	塩化物イオン
⑥	水 素	塩 素	水酸化物イオン

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 リン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 リンは動物の体内において、骨や歯、細胞膜などの構成元素であるとともに、生体の物質代謝にも重要なはたらきをしている。
- ② リンの同素体には赤リンと黄リンがあり、どちらも分子式 P_4 で表される。
- ③ 黄リンは空気中で自然発火するので、水中に保存する。
- ④ 赤リンは比較的安定で毒性も低いので、マッチの側薬や医薬・農薬の原料などに用いられる。
- ⑤ リンを空気中で燃焼させると十酸化四リン P_4O_{10} を生じる。十酸化四リンは吸湿性が強く、水を加えて熱するとリン酸 H_3PO_4 を生じる。

問2 気体の発生実験に関する次の問い(a・b)に答えよ。

- a 次の文章は、図1の気体発生装置の操作に関する記述である。空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまる語句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。 **2**

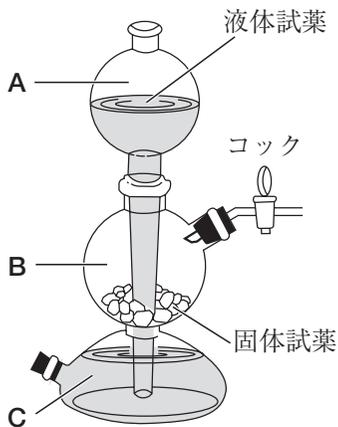


図 1

Bに固体試薬を入れ、コックを閉じた状態で**A**に液体試薬を入れる。コックを開くと**ア**にある液体試薬が**イ**に達し、気体が発生する。コックを閉じると、発生した気体の**ウ**が**イ**にある液体試薬を**ア**まで押し下げるので、気体の発生が停止する。

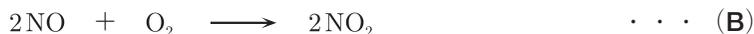
	ア	イ	ウ
①	B	C	大気圧
②	B	C	圧 力
③	B	C	表面張力
④	C	B	大気圧
⑤	C	B	圧 力
⑥	C	B	表面張力

化学 I

b 固体試薬として硫化鉄(Ⅱ)、液体試薬として希硫酸を用いた場合に発生する気体の乾燥剤として使用できるものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

- ① 酸化カルシウム ② 塩化カルシウム ③ 水酸化カリウム
④ 濃硫酸 ⑤ ソーダ石灰

問3 硝酸は、工業的には、アンモニアを原料として、次の(A)(B)(C)の3段階の反応により合成される。



これらの反応および硝酸の性質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 (A)の反応では白金 Pt が触媒として用いられている。
② 原料であるアンモニアの窒素原子の酸化数は-3であるが、最終産物である硝酸の窒素原子の酸化数は+5である。
③ (C)の反応で生成する一酸化窒素は(B)および(C)の反応を繰り返すことによってすべて硝酸にかえることができる。したがって理論上はアンモニア 1 mol から硝酸 2 mol を得ることができる。
④ 濃硝酸はもともと無色の液体であるが、光で分解され NO₂ を生成し、淡黄色を帯びてくる。
⑤ 硝酸は強い酸性を示すとともに酸化力もあるため、イオン化傾向の小さい銅や銀なども溶かすことができる。

問4 2族元素とその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。 5

- ① アルカリ土類金属元素の炭酸塩や硫酸塩は、水に溶けにくい。
- ② Be と Mg は 2 族元素であるが、アルカリ土類金属元素ではない。
- ③ 塩化カルシウムは乾燥剤や融雪剤などに用いられる。
- ④ アルカリ土類金属元素の単体は、常温では水とほとんど反応しない。
- ⑤ アルカリ土類金属元素の酸化物は、水に溶けて強い塩基性を示す。

問5 次のア～ウの実験により、3種類のイオンを含む水溶液から特定の陽イオンを沈殿させて分離したい。ア～ウの実験に必要な試薬の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 6

ア Fe^{3+} , Cu^{2+} , Ag^+ が混合している溶液から Ag^+ を分離する。

イ Al^{3+} , Zn^{2+} , Fe^{3+} が混合している溶液から Fe^{3+} を分離する。

ウ Ag^+ , Cu^{2+} , Al^{3+} が混合している溶液から Al^{3+} を分離する。

	ア	イ	ウ
①	NaOH	HCl	NH_3
②	NaOH	NH_3	HCl
③	NH_3	HCl	NaOH
④	HCl	NH_3	NaOH
⑤	HCl	NaOH	NH_3

化学 I

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

問 1 炭素，水素，酸素よりなる有機化合物 12.0 mg を完全燃焼させたところ， CO_2 26.4 mg と H_2O 14.4 mg が得られた。また，この化合物 12.0 mg を完全に蒸発させたところ標準状態 (0°C ， $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$) に換算して 4.48 mL の体積を示した。この有機化合物の分類名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 $\text{H} = 1.0$ ， $\text{C} = 12$ ， $\text{O} = 16$ とする。

- ① アルコールとエーテル ② アルデヒドとケトン
③ カルボン酸とエステル ④ 芳香族カルボン酸 ⑤ フェノール類

問 2 アセチレンの性質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 アセチレン分子では，すべての原子は一直線上に並ぶ。
② 炭化カルシウム(カーバイド)に水を加えると得られる無色無臭の気体である。
③ 触媒を用いて加熱すると 3 分子が重合してシクロヘキサンが生成する。
④ 十分な酸素があれば燃焼の際に多量の熱を発生するので，金属の切断などにも用いられる。
⑤ アセチレンに水を付加させると，アセトアルデヒドが生成する。

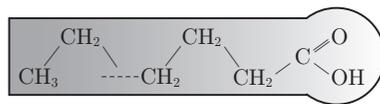
問 3 次のアルコールア~エを酸化したとき，ケトンを生じるものを選んで組合せとして最も適当なものを，下の①~⑥のうちから一つ選べ。

ア $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$ イ $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ ウ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{OH}$
エ $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$

- ① アとイ ② アとウ ③ アとエ ④ イとウ
⑤ イとエ ⑥ ウとエ

問 4 純水の表面にステアリン酸 ($C_{17}H_{35}COOH$) を滴下すると、ステアリン酸分子は水面に立った状態で規則的に配列する。

右のステアリン酸の分子モデルを参考にして、ステアリン酸分子の配列のようすを表している図として最も適当なものを、次の



①～⑧のうちから一つ選べ。 4

①

②

③

④

⑤

⑥

⑦

⑧

化学 I

問5 図1のように化合物 A を原料にして、局所麻酔薬として用いられる p-アミノ安息香酸エチル(化合物 D)を合成した。ア～ウに当てはまる実験操作 a～f 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。

5

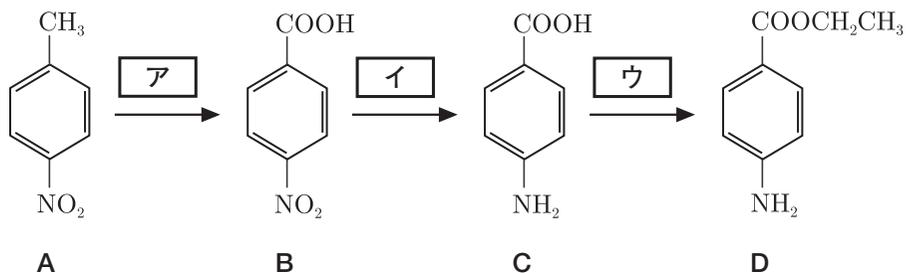


図 1

[実験操作]

- a 触媒を用いて二酸化炭素と反応させる。
- b 過マンガン酸カリウム水溶液と加熱する。
- c スズと濃塩酸を反応させたのち、水酸化ナトリウム水溶液を加える。
- d 濃硝酸と加熱後、アルカリ性とする。
- e 無水酢酸と反応させる。
- f エタノールと少量の濃硫酸を加えて加熱後、中和する。

	ア	イ	ウ
①	a	c	e
②	a	c	f
③	a	d	e
④	a	d	f
⑤	b	c	e
⑥	b	c	f
⑦	b	d	e
⑧	b	d	f

- 問6 アニリン，安息香酸，ニトロベンゼンを溶かしたジエチルエーテル溶液を分液漏斗に移し，これに炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて振り混ぜたのち静置すると図2のように2層に分離した。これに関する記述として最も適切なものを，下の①～⑤のうちから一つ選べ。

6

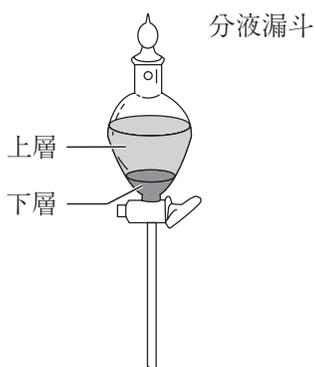


図 2

- ① 上層には安息香酸ナトリウムが溶け，下層にはアニリンとニトロベンゼンが溶けている。
- ② 上層には安息香酸ナトリウムとアニリンが溶け，下層にはニトロベンゼンが溶けている。
- ③ 上層にはアニリンが溶け，下層には安息香酸ナトリウムとニトロベンゼンが溶けている。
- ④ 上層にはアニリンとニトロベンゼンが溶け，下層には安息香酸ナトリウムが溶けている。
- ⑤ 上層にはニトロベンゼンが溶け，下層にはアニリンと安息香酸ナトリウムが溶けている。