

化 学 基 礎

(解答番号 101 ~ 119)

必要があれば，原子量は次の値を使うこと。

H	1.0	He	4.0	C	12	N	14
O	16	Ne	20	Ca	40		

第 1 問 次の問い(問 1 ~10)に答えよ。(配点 30)

問 1 純物質と混合物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。 101

	純物質	混合物
①	酸 素	オゾン
②	二酸化炭素	ドライアイス
③	炭酸水	過酸化水素水
④	水	食塩水
⑤	炭酸ナトリウム	炭酸水素ナトリウム

問 2 ネオン Ne の電子配置と異なる電子配置をもつものとして最も適当なものを，次の①~⑤のうちから一つ選べ。 102

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

問 3 水分子に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 103

- ① 水分子は2組の非共有電子対をもつ。
- ② 水分子の形は直線形である。
- ③ オキソニウムイオンは、水分子の酸素原子と水素イオンとの配位結合によって生じるイオンである。
- ④ 水分子の酸素原子はわずかに負の電荷を帯びている。

問 4 メタン CH_4 に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 104

- ① 常温・常圧で空気より密度が大きい。
- ② 天然ガスの成分である。
- ③ 無臭である。
- ④ 完全燃焼させると、石灰水を白く濁らせる気体が発生する。

問 5 分子からなる純物質 X は、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ のもとで温度に依存して固体、液体、気体の異なった状態をとることができる。この圧力のもとでの X に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 105

- ① 高温になるほど、分子の熱運動は激しくなる。
- ② 固体を加熱して液体になり始めると、固体がすべて液体になるまで温度は変化しない。
- ③ 液体と気体のいずれの状態になるかは、熱運動で分子が散らばろうとする傾向と、分子間力で分子どうしがまとまろうとする傾向のどちらがより強いかで決まる。
- ④ 蓋のない容器に入れた液体を加熱すると、沸点に到達したときに初めて蒸発が始まる。

出題範囲：化学基礎

問 6 次のア～ウで示された気体について，温度 0°C ，圧力 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ のもとでの分子の数が多し順に正しく並べたものはどれか。最も適当なものを，後の①～⑥のうちから一つ選べ。

106

ア 一酸化炭素 CO 8.4 g

イ アンモニア NH_3 5.6 L

ウ ヘリウム He とネオン Ne の体積比が 1 : 1 の混合気体 4.8 g

① ア > イ > ウ

② ア > ウ > イ

③ イ > ア > ウ

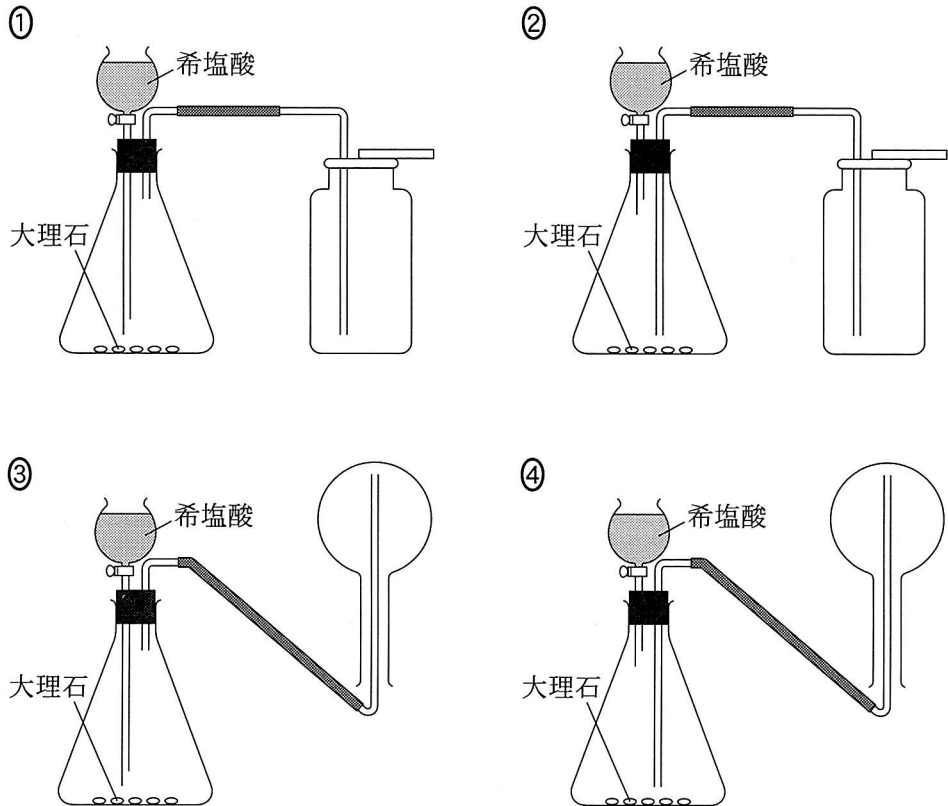
④ イ > ウ > ア

⑤ ウ > ア > イ

⑥ ウ > イ > ア

問 7 大理石に希塩酸を滴下し、発生させた気体を捕集するための実験装置として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

107



出題範囲：化学基礎

問 8 濃度が 0.1 mol/L で体積が 10 mL の二つの水溶液 A, B がある。この二つの水溶液を混合して反応させた。反応後の水溶液中の常温での水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ が最も高くなる水溶液 A, B の組合せはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、水溶液 A, B の濃度と体積はいずれも正確であるものとする。 108

	水溶液 A	水溶液 B
①	塩 酸	水酸化ナトリウム水溶液
②	塩 酸	アンモニア水
③	酢酸水溶液	水酸化ナトリウム水溶液
④	酢酸水溶液	アンモニア水

問 9 常温で水と反応しない 3 種類の金属ア, イ, ウに対して、次の実験Ⅰ・Ⅱを行い、それぞれの結果を得た。ア～ウをイオン化傾向の大きい順に正しく並べたものとして最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 109

実験Ⅰ アの板とイの板を導線でつなぎ、それぞれの板の一部を食塩水に浸したところ、電流はアからイに流れた。

実験Ⅱ ウの硫酸塩の水溶液にアの板を浸したところ、ウが析出した。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ① ア＞イ＞ウ | ② ア＞ウ＞イ | ③ イ＞ア＞ウ |
| ④ イ＞ウ＞ア | ⑤ ウ＞ア＞イ | ⑥ ウ＞イ＞ア |

(下書き用紙)

化学基礎の試験問題は次に続く。

出題範囲：化学基礎

問10 あるモル濃度の希硫酸を亜鉛に加えて反応させた。加えた希硫酸の体積と発生した水素の体積の関係は図1のようになった。次に、同じ質量の亜鉛に、希硫酸と同じモル濃度の塩酸を反応させた。このとき、加えた塩酸の体積と発生した水素の体積の関係を表したグラフとして最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、実験は同じ温度、同じ圧力で行ったものとする。

110

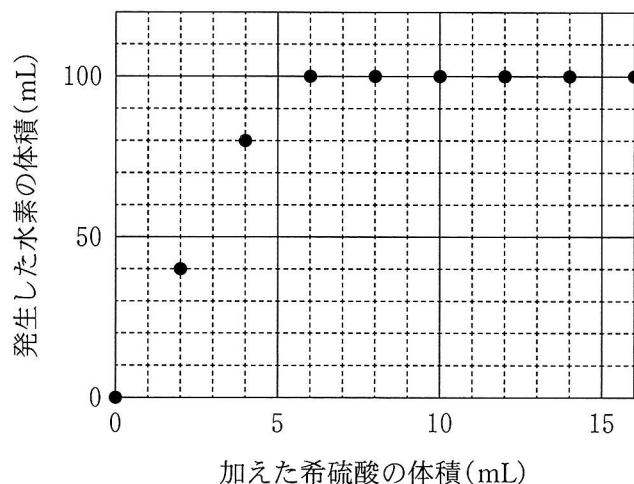
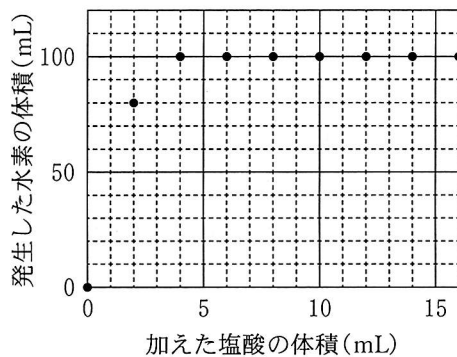
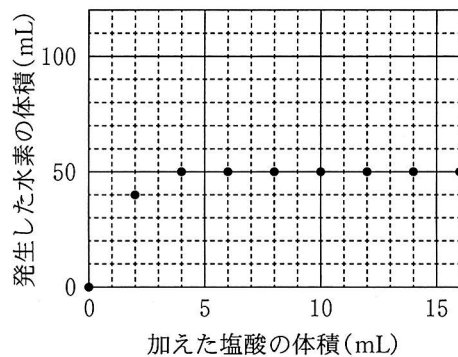


図1 加えた希硫酸の体積と発生した水素の体積の関係

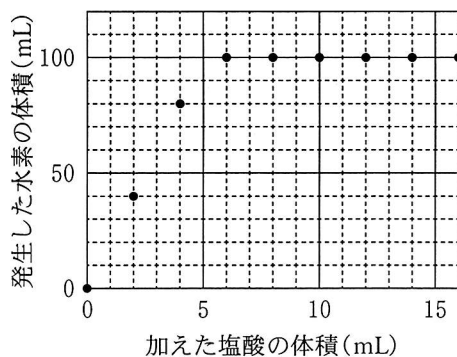
①



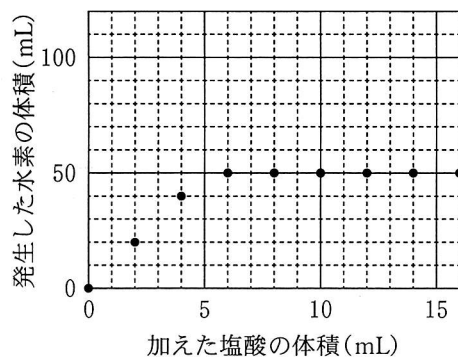
②



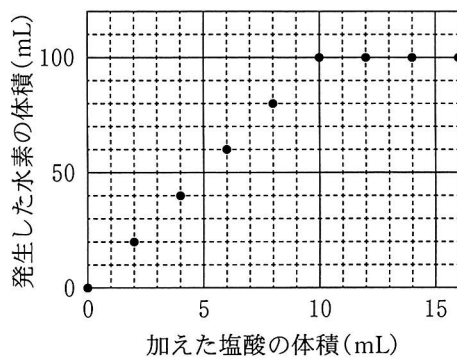
③



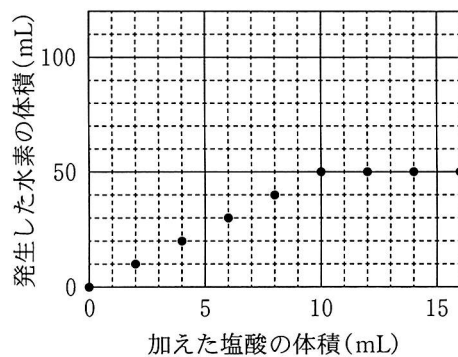
④



⑤



⑥



第2問 次の文章を読み、後の問い(問1～4)に答えよ。(配点 20)

ケミィさんは、大好物のハウレンソウとベーコンのソテーを自分で料理しようと思い、親に調理法を教えてもらった。調理法の手順には、えぐみ^{にがみ}(苦味の一種)を除くためハウレンソウをゆでてから炒めると記されていた。ハウレンソウのえぐみの成分について調べたところ、代表的なものにシュウ酸があることがわかった。ケミィさんは授業で学んだ滴定でもシュウ酸がよく使われていることを思い出して、シュウ酸について調べた。

問1 シュウ酸とシュウ酸化合物に関する次の問い(a・b)に答えよ。

- a ゆでることは、ハウレンソウに含まれるシュウ酸を水に取り出す分離操作と考えられる。この分離操作の名称として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。
- 111

- ① 蒸 留 ② 昇華法(昇華) ③ 抽 出 ④ 再結晶

- b シュウ酸化合物の一つとしてシュウ酸カルシウム一水和物 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (式量 146) が知られている。固体の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を窒素中で加熱すると、水 H_2O を失って 200°C 付近でシュウ酸カルシウム CaC_2O_4 (式量 128) になり、さらに加熱を続けると 500°C 付近で一酸化炭素 CO (分子量 28) を放出して炭酸カルシウム CaCO_3 (式量 100) に変化する。

図1に示すように、 5.84 g の $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を 600°C まで加熱したところ、 4.00 g の CaCO_3 が得られた。このとき発生した CO の物質量は何 mol か。最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 112 mol

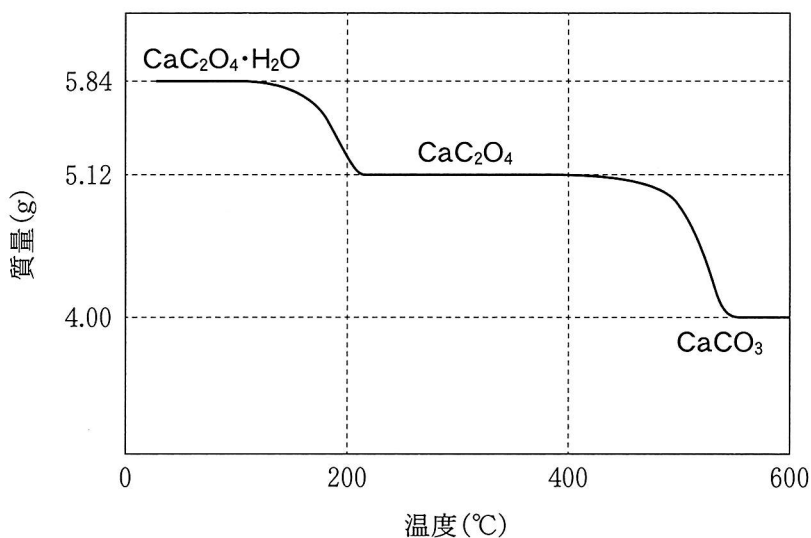


図1 温度とカルシウム化合物の質量の関係

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① 1.64×10^{-2} | ② 2.55×10^{-2} | ③ 2.57×10^{-2} |
| ④ 4.00×10^{-2} | ⑤ 4.18×10^{-2} | ⑥ 6.57×10^{-2} |

出題範囲：化学基礎

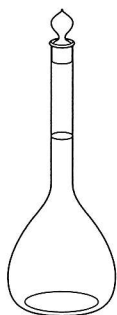
問 2 ケミィさんが調べたところ、シュウ酸の二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は純度が高く安定な固体であることから、その水溶液は中和滴定や酸化還元滴定の標準溶液(標準液)としてよく用いられることがわかった。シュウ酸 $(\text{COOH})_2$ の標準溶液の調製に関する次の文章を読み、後の問い(a・b)に答えよ。

$(\text{COOH})_2$ (分子量 90)の標準溶液を調製する。まず、 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (式量 126)を正確に 0.630 g はかり取った。はかり取った $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ をビーカーに入れ、純水を加えてガラス棒で攪拌^{かくはん}して溶かした。その水溶液を実験器具 A に移した。さらに、ビーカーの内壁やガラス棒を少量の水ですすいだ液も A に移し、正確に 100 mL になるまで水を加えてよく混ぜた。

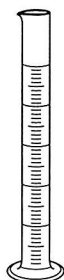
a 実験器具 A の図として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

113

①



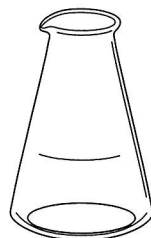
②



③



④



b 調製された $(\text{COOH})_2$ 標準溶液のモル濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。

114 mol/L

① 5.00×10^{-3}

② 7.00×10^{-3}

③ 5.00×10^{-2}

④ 7.00×10^{-2}

問 3 水酸化ナトリウム水溶液や塩酸は中和滴定によく用いられるが、それらの標準溶液を調製することは困難である。その理由に関する次の文章中の空欄

ア ～ **ウ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑧のうちから一つ選べ。 **115**

固体の水酸化ナトリウムは、空気中の **ア** を吸収して溶ける性質や空気中の **イ** と反応して変化する性質があるため、正確に質量をはかることができない。一方、塩酸は溶質の塩化水素が **ウ** しやすいため、濃度が変化しやすい。

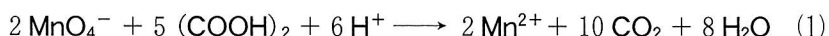
	ア	イ	ウ
①	水(水蒸気)	二酸化炭素	蒸発(揮発)
②	水(水蒸気)	二酸化炭素	電 離
③	二酸化炭素	酸 素	蒸発(揮発)
④	二酸化炭素	酸 素	電 離
⑤	酸 素	二酸化炭素	蒸発(揮発)
⑥	酸 素	二酸化炭素	電 離
⑦	水(水蒸気)	酸 素	蒸発(揮発)
⑧	水(水蒸気)	酸 素	電 離

出題範囲：化学基礎

- 問 4 酸化還元反応の実験で用いられる過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液も使用する直前に正確な濃度を求める必要がある。ケミィさんは、 $(\text{COOH})_2$ の標準溶液を用いて KMnO_4 水溶液の正確な濃度を求めたいと考え、実験テキストを調べた。次の文章を読み、後の問い(a・b)に答えよ。

実験テキストに記されていた KMnO_4 水溶液の濃度測定の内容

$5.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の $(\text{COOH})_2$ 水溶液を用いて、濃度不明の KMnO_4 水溶液の濃度を求める。この酸化還元反応は、次の式(1)で表される。



操作Ⅰ $(\text{COOH})_2$ 水溶液 10 mL をホールピペットでコニカルビーカーに正確にはかり取る。

操作Ⅱ コニカルビーカーに純水 40 mL を加えて 5 倍に希釈し、適量の希硫酸を加え酸性にした水溶液を $60 \sim 80^\circ\text{C}$ に温める。

操作Ⅲ 操作Ⅱで温めたままの水溶液に KMnO_4 水溶液をビュレットで滴下し、よく混ぜる。そして、水溶液の赤紫色が消えなくなった時点を反応の終点とし、要した滴下量を記録する。

- a ケミィさんがこの実験について化学の先生に相談したところ、先生は実験テキストに記された操作Ⅰ～Ⅲに従って実験の手本を示してくれた。その結果、終点までに要した KMnO_4 水溶液の滴下量は 10.00 mL であった。 KMnO_4 水溶液の濃度は何 mol/L か。その数値を有効数字 2 桁の次の形式で表すとき、116 ～ 118 に当てはまる数字を、後の①～⑩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。

$$\text{116 . 117 \times 10^{-118 mol/L}$$

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 | ⑩ 0 |

b 次に a で用いた KMnO_4 水溶液を用いて、ケミィさんが実験テキストと同様の操作を行ったところ、終点までに滴下した KMnO_4 水溶液の滴下量が 10.00 mL より少なかった。その原因が、ケミィさんの実験器具を扱う際の一つの操作の誤りに由来することがわかった。原因となった操作の誤りとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

119

- ① ビュレットを KMnO_4 水溶液で共洗いした。
- ② ビュレットの内部が水でぬれたまま用いた。
- ③ コニカルビーカーを $(\text{COOH})_2$ 水溶液で共洗いした。
- ④ コニカルビーカーの内部が水でぬれたまま用いた。
- ⑤ ホールピペットを $(\text{COOH})_2$ 水溶液で共洗いした。
- ⑥ ホールピペットの内部が水でぬれたまま用いた。