

2027
共通テスト
直前対策問題集

第1回

第1回

化学基礎

50点／30分

(解答番号 ~)

必要があれば，原子量は次の値を使うこと。

H 1.0

C 12

O 16

Al 27

第1問 次の問い(問1~10)に答えよ。(配点 30)

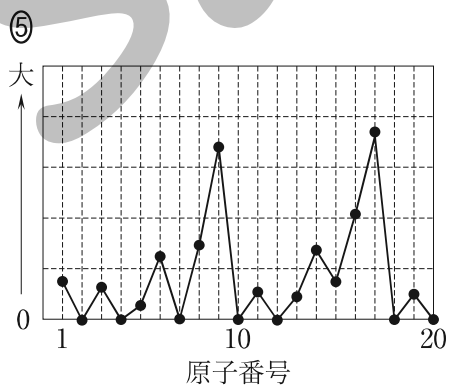
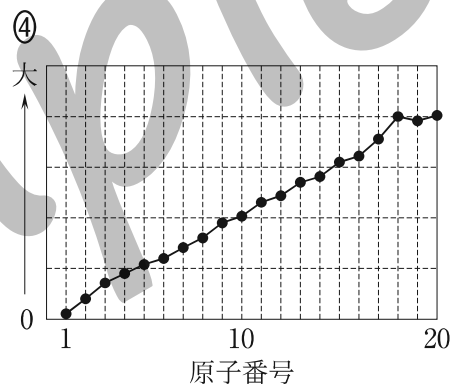
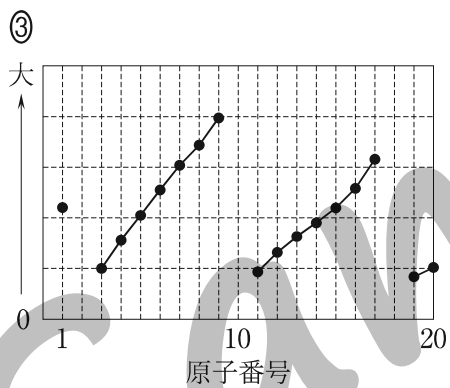
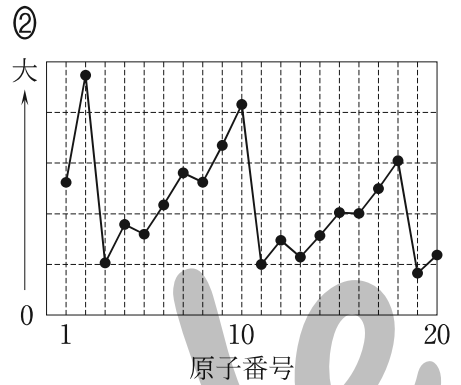
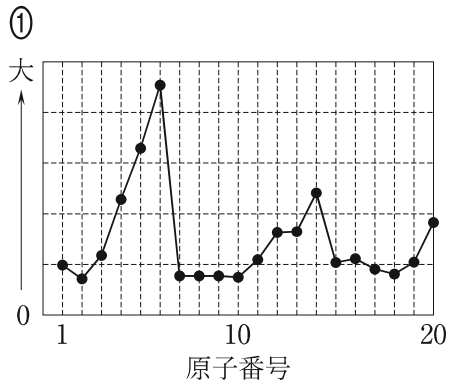
問1 単体と化合物の組合せとして最も適当なものを，次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① 塩化水素と塩酸 ② 酸素とオゾン ③ 濃硫酸と希硫酸
④ リチウムと塩化リチウム ⑤ ナトリウムと塩素

問2 次の記述で示された化合物のうち，含まれる水素原子Hの数が最も多いものはどれか。最も適当なものを，次の①~④のうちから一つ選べ。ただし，アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ とする。

- ① 0.50 mol のアンモニア NH_3
② 15 g の水 H_2O
③ 0°C ， $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 5.6 L のメタン CH_4
④ 4.5×10^{23} 個の臭化水素 HBr

問3 原子の(第一)イオン化エネルギーの関係を原子番号順に並べたときの図として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3



問4 身近に使われている物質に関する次の記述(Ⅰ～Ⅲ)について、正誤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。 4

Ⅰ ケイ素 Si の単体は、金属と絶縁体の中間の電気伝導性をもつ半導体で、電子部品に利用されている。

Ⅱ セッケンは、水になじみやすい部分と油になじみやすい部分をもつため、油汚れを水中に分散させることができる。

Ⅲ 炭酸カルシウム CaCO_3 は水に溶けやすく、道路の凍結防止剤などに用いられる。

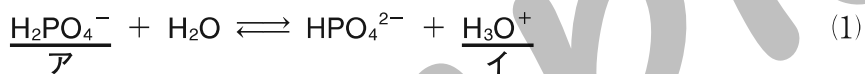
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問5 金属 M の酸化物 X 0.60 g を十分な量の水素 H_2 で還元したところ、金属 M の単体と 0.27 g の水蒸気が得られた。酸化物 X の組成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、 M の原子量は 48 とする。

5

- ① M_2O ② MO ③ MO_2
 ④ MO_3 ⑤ M_2O_3

問6 次の式(1)と式(2)で表される反応において、下線を付したイオンア～エのうち、酸としてはたらいっているものはどれか。正しく選択しているものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 6



- ① ア, イ ② ア, ウ ③ ア, エ
 ④ イ, ウ ⑤ イ, エ ⑥ ウ, エ

問7 1価の弱塩基の水溶液に1価の強酸の水溶液を滴下して、中和滴定を行う場合、用いる指示薬と中和点付近における溶液の色の変化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

	指示薬	色の変化
①	フェノールフタレイン	微赤色から無色
②	フェノールフタレイン	赤色から無色
③	フェノールフタレイン	黄色から赤色
④	メチルオレンジ	黄色から赤色
⑤	メチルオレンジ	赤色から黄色
⑥	メチルオレンジ	微赤色から無色

問8 電池に関する記述として下線部に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。 8

- ① 放電時に電池の正極で反応する物質は、還元剤としてはたらく。
- ② ダニエル電池を放電すると、外部回路を亜鉛板から銅板に向かって電子が流れる。
- ③ マンガン乾電池を放電すると、負極の亜鉛は酸化される。
- ④ リチウムイオン電池などの充電可能な電池を二次電池という。

問9 モル濃度が 0.20 mol/L のグルコース $C_6H_{12}O_6$ (分子量 180) 水溶液の質量パーセント濃度は何 % か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、グルコース水溶液の密度は 1.0 g/cm^3 とする。 9 %

- ① 0.36 ② 0.60 ③ 0.90
 ④ 3.6 ⑤ 6.0 ⑥ 9.0

問10 硫酸酸性溶液中で、過マンガン酸カリウム $KMnO_4$ は酸化剤として、シュウ酸 $(COOH)_2$ (分子量 90) は還元剤として、それぞれ次の式(3)と式(4)のように変化する。



0.63 g のシュウ酸二水和物 $(COOH)_2 \cdot 2H_2O$ (式量 126) を水に溶かして 100 mL とし、これに希硫酸を加えて酸性にした。この水溶液中の $(COOH)_2$ が $KMnO_4$ と過不足なく反応するためには、0.10 mol/L の $KMnO_4$ 水溶液は何 mL 必要か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 10 mL

- ① 20 ② 28 ③ 50
 ④ 70 ⑤ 125 ⑥ 175

第2問 アルミニウム Al に関する次の問い(問1・2)に答えよ。(配点 20)

問1 次の文章を読み、後の問い(a・b)に答えよ。

アルミニウム Al は地殻中に最も多く存在する金属元素で、他の金属と比べて軽量で軟らかく加工しやすいため、一円硬貨や飲料缶、窓枠(サッシ)など広く利用されている。Al は還元力が強く、Al の粉末と酸化鉄(Ⅲ) Fe_2O_3 の混合物を点火すると、次の式(1)で表される反応が起こる。

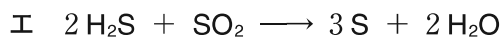
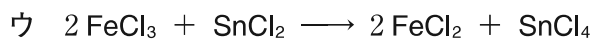
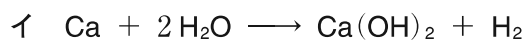
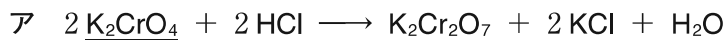


この反応において、Al 原子の酸化数は増加しており、Al は (a)還元剤としてはたらいっている。

a Al 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。 11

- ① 展性・延性に富んでおり、加工しやすい。
- ② Al 原子は、M 殻に電子が3個収容されている。
- ③ アルミニウムイオンはアルゴンと同じ電子配置をとる。
- ④ Al の小片を濃硝酸に加えても、変化がほとんどみられない。

- b 下線部(a)に関連して、次の反応ア～エのうち、下線を付した物質が還元剤としてはたらいっているものはどれか。正しく選択しているものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 12



① ア, イ

② ア, ウ

③ ア, エ

④ イ, ウ

⑤ イ, エ

⑥ ウ, エ

Sample

問2 Al を塩酸に加えると、式(2)のように Al が溶解して水素 H_2 が発生する。



この反応を利用した次の**実験**に関する後の問い(a～c)に答えよ。

実験 ある濃度の塩酸を 50.0 mL ずつ 8 個のビーカーにはかりとり、それぞれのビーカーに Al の小片を 0.10 g から 0.80 g まで 0.10 g きざみで加えた。加えた Al の質量(g)と発生した H_2 の体積(mL)には図 1 のような関係がみられた。ただし、気体の体積は 0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ における値とする。

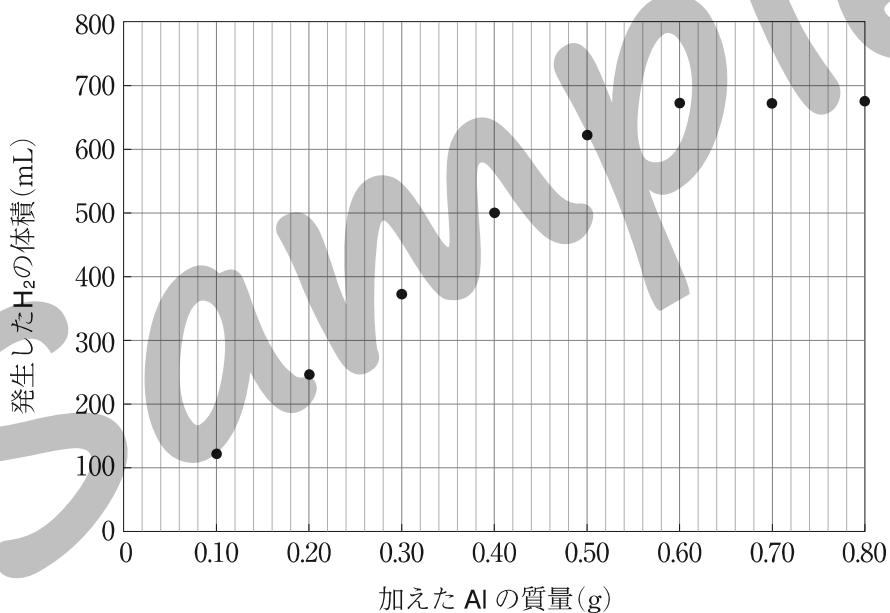


図1 加えた Al の質量と発生した H_2 の体積の関係

a 過不足なく反応する Al の質量は何 g か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 g

- ① 0.50 ② 0.54 ③ 0.58 ④ 0.62 ⑤ 0.66

b 実験で用いた塩酸に Al の小片 1.0 g を加えた場合、反応後のビーカーに残る内容物の記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、発生した H_2 は水に溶けないものとする。

- ① HCl と AlCl_3 を含む水溶液が得られ、Al の小片の一部が残った。
② AlCl_3 のみを含む水溶液が得られ、Al の小片の一部が残った。
③ HCl と AlCl_3 を含む水溶液が得られ、Al の小片は残っていなかった。
④ AlCl_3 のみを含む水溶液が得られ、Al の小片は残っていなかった。

c 実験で用いた塩酸のモル濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 mol/L

- ① 0.80 ② 1.0 ③ 1.2 ④ 1.4 ⑤ 1.6

MEMO

Sample

2027
共通テスト
直前対策問題集

第1回

第1回

化学基礎

sample

【解答・採点基準】

(30分 50点満点)

問題番号 (配点)	設問	解答番号	正解	配点	自己採点
第1問 (30)	問1	①	④	3	
	問2	②	②	3	
	問3	③	②	3	
	問4	④	②	3	
	問5	⑤	③	3	
	問6	⑥	①	3	
	問7	⑦	④	3	
	問8	⑧	①	3	
	問9	⑨	④	3	
	問10	⑩	①	3	
第1問 自己採点小計					
第2問 (20)	問1	⑪	③	4	
		⑫	④	4	
	問2	⑬	②	4	
		⑭	②	4	
		⑮	③	4	
第2問 自己採点小計					
自己採点合計					

第1問 小問集合

問1 単体と化合物

単体は元素1種類のみで構成され、化合物は2種類以上の元素で構成される純物質である。

① 塩化水素 HCl は化合物、塩酸は水 H_2O に HCl が溶けた混合物である。

② 酸素 O_2 とオゾン O_3 はいずれも単体である。なお、 O_2 と O_3 のように同じ元素からなる単体で、性質の異なるものどうしを互いに同素体という。同素体には、他に硫黄 S の斜方硫黄と単斜硫黄とゴム状硫黄、炭素 C の黒鉛とダイヤモンドとフラーレン、リン P の黄リンと赤リンなどがある。

③ 濃硫酸と希硫酸はいずれも硫酸 H_2SO_4 と H_2O の混合物である。

④ リチウム Li は単体、塩化リチウム LiCl は化合物である。

⑤ ナトリウム Na と塩素 Cl_2 はいずれも単体である。

1 … ④

問2 物質質量

① 1分子の NH_3 には3個の H 原子が含まれるので、 0.50 mol の NH_3 に含まれる H 原子の数は、

$$6.0 \times 10^{23} / \text{mol} \times 0.50 \text{ mol} \times 3 = 9.0 \times 10^{23}$$

② 1分子の H_2O には2個の H 原子が含まれるので、 15 g の H_2O (分子量 18) に含まれる H 原子の数は、

$$6.0 \times 10^{23} / \text{mol} \times \frac{15 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} \times 2 = 1.0 \times 10^{24}$$

③ 1分子の CH_4 には4個の H 原子が含まれるので、 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (標準状態) で 5.6 L の CH_4 に含まれる H 原子の数は、

$$6.0 \times 10^{23} / \text{mol} \times \frac{5.6 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 4 = 6.0 \times 10^{23}$$

④ 1分子の HBr には1個の H 原子が含まれるので、 4.5×10^{23} 個の HBr に含まれる H 原子の数は、

$$4.5 \times 10^{23} \times 1 = 4.5 \times 10^{23}$$

2 … ②

問3 (第一)イオン化エネルギー

原子から電子1個を取り去って1価の陽イオンにするために必要なエネルギーを(第一)イオン化エネルギーといい、イオン化エネルギーが小さい原子ほど陽イオンになりやすい。イオン化エネルギーは、周期表で右上に位置する元素の原子ほど大きくなり、ヘリウム ${}^2\text{He}$ が最大となる。そのため、同一周期では貴ガス(希ガス)の原子が最も大きく、アルカリ金属元素の原

子が最も小さくなる。よって、以上の条件を満たすのは②のグラフである。

なお、①は単体の融点(共有結合の結晶(共有結合結晶)をつくる ${}^{\circ}\text{C}$ が最大)、③は電気陰性度(貴ガスが値なし)、④は原子量、⑤は電子親和力(同一周期において、ハロゲン元素の原子が最大)の関係を表す。

3 … ②

問4 身近に使われている物質

I 正しい。ケイ素 Si は半導体として、電子部品などに利用されている。

II 正しい。セッケンは水になじみやすい親水基と油になじみやすい疎水基(親油基)を合わせもつ界面活性剤である。セッケン水を用いて油污れを洗うと、セッケンの疎水基が油污れを取り囲んで結びつき、親水基が水と結びついて衣類や食器などから油污れを分離させて、水中に分散する。

III 誤り。炭酸カルシウム CaCO_3 は石灰石や貝殻などの主成分で、水に溶けにくく、セメントなどに利用されている。なお、塩化カルシウム CaCl_2 は水に溶けやすく、道路の凍結防止剤などに利用されている。

4 … ②

問5 組成式と物質質量

組成式は、その成分元素の原子の数を最も簡単な整数の比で表した化学式である。また、原子の数の比は、原子の物質質量の比と等しい。酸化物 X 0.60 g 中の O 原子はすべて H_2O (分子量 18) に変化したから、 O 原子の質量と M 原子の質量は、それぞれ次のようになる。

$$\text{O 原子の質量} : 0.27 \text{ g} \times \frac{16 \text{ g/mol}}{18 \text{ g/mol}} = 0.24 \text{ g}$$

$$\text{M 原子の質量} : 0.60 \text{ g} - 0.24 \text{ g} = 0.36 \text{ g}$$

M 原子と O 原子の物質質量の比は、

$$\text{M} : \text{O} = \frac{0.36 \text{ g}}{48 \text{ g/mol}} : \frac{0.24 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}}$$

$$= 0.0075 : 0.015$$

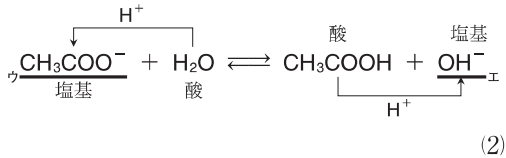
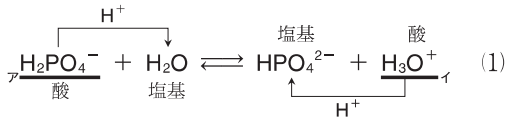
$$= 1 : 2$$

したがって、組成式は③ MO_2 となる。

5 … ③

問6 ブレンステッド・ローリーの定義

ブレンステッド・ローリーの定義は、水素イオン H^+ を与える物質を酸、 H^+ を受け取る物質を塩基とした。式(1)と式(2)で表される反応において、 H^+ の授受の結果から酸と塩基を示すとそれぞれ次のようになる。



よって、ア： H_2PO_4^- 、イ： H_3O^+ が酸としてはたっている。

6 ... ①

問7 中和滴定

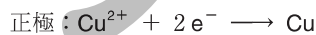
1価の弱塩基に1価の強酸を加える中和滴定では、中和点の水溶液は酸性になる。そのため、中和点前後で変色域をもつメチルオレンジ(変色域：pH 3.1~4.4)を指示薬として利用する。メチルオレンジは、変色域よりpHが大きいときには黄色、変色域よりもpHが小さいときには赤色を示す。よって、溶液の色が黄色から赤色に変化したときを滴定の終点とする。なお、フェノールフタレイン(変色域：8.0~9.8)は、変色域が塩基性側にあり、今回の中和滴定では中和点前後で溶液の色の変化がみられないので不適である。

7 ... ④

問8 電池

① 誤り。正極で反応する物質は電子を受け取る。つまり、相手を酸化して自身は還元されるので、酸化剤である。

② 正しい。ダニエル電池では、イオン化傾向の大きなZnが電子を放出し、外部回路を伝って正極で Cu^{2+} が電子を受け取る。



③ 正しい。電池の負極では酸化反応が起こるため、マンガン乾電池においてZnは酸化される。

④ 正しい。充電可能な電池を二次電池または蓄電池という。

8 ... ①

問9 溶液の濃度

溶液1L(1000 cm^3)あたりで考えると、溶液の質量は、

$$1.0 \text{ g/cm}^3 \times 1000 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ g}$$

また、溶質である $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (分子量180)の質量は、

$$180 \text{ g/mol} \times 0.20 \text{ mol/L} \times 1 \text{ L} = 36 \text{ g}$$

よって、質量パーセント濃度は、

$$\frac{36 \text{ g}}{1000 \text{ g}} \times 100 \% = 3.6 \%$$

9 ... ④

問10 酸化還元滴定

$(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (式量126)1molには $(\text{COOH})_2$ が1mol含まれるので、反応した $(\text{COOH})_2$ の物質量は、

$$\frac{0.63 \text{ g}}{126 \text{ g/mol}} \times 1 = 5.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

式(3)より、 MnO_4^- 1molは5molの電子 e^- を受け取る。また、式(4)より、 $(\text{COOH})_2$ 1molは2molの e^- を与える。よって、酸化剤と還元剤が過不足なく反応したとき、(酸化剤が受け取る e^- の物質量) = (還元剤が与える e^- の物質量)が成り立つので、過不足なく反応するのに必要な過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液の体積を v (mL)とすると、

$$0.10 \text{ mol/L} \times \frac{v}{1000} \text{ L} \times 5 = 5.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 2$$

$$v = 20 \text{ mL}$$

10 ... ①

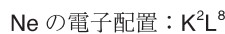
第2問 アルミニウムAlを題材とした総合問題

問1 アルミニウムの性質

a ① 正しい。金属元素のアルミニウム原子Alは自由電子によって互いに結びつき、金属結晶をつくる。金属結晶は、原子の配列を変えても自由電子によって原子どうしの結びつきは保たれるので、展性(薄く広がる性質)や延性(線状に引き延ばすことができる性質)がある。

② 正しい。Alの原子番号は13番なので、Al原子の電子配置は $\text{K}^2\text{L}^8\text{M}^3$ となり、M殻には電子が3個収容されている。

③ 誤り。一般に、原子は原子番号の最も近い貴ガス(希ガス)と同じ電子配置をとろうとする傾向がある。そのため、 $_{13}\text{Al}$ は3個の価電子を失って、原子番号が最も近い $_{10}\text{Ne}$ と同じ電子配置の Al^{3+} になる。

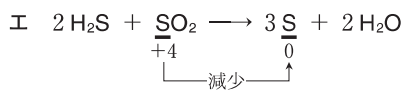
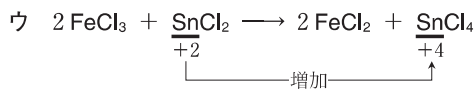
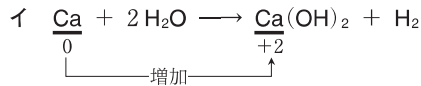


④ 正しい。濃硝酸にAlの小片を加えると、Alの表面に緻密な酸化物の被膜が生じて、内部のAlを保護する。そのため、Alは溶けずほとんど変化がみられない。このような状態を不動態という。なお、Alと同じように濃硝酸で不動態をつくる金属は他にFeやNiなどがある。

11 ... ③

b 還元剤は相手に電子 e^- を与えて、相手を還元して自身が酸化される物質である。そのため還元剤は酸化数が増加する原子を含む。

ア 反応前後で、K 原子と H 原子の酸化数は +1、Cr 原子の酸化数は +6、Cl 原子の酸化数は -1、O 原子の酸化数は -2 と変化しない。よって、酸化数が変化する原子を含まないので酸化還元反応ではない。

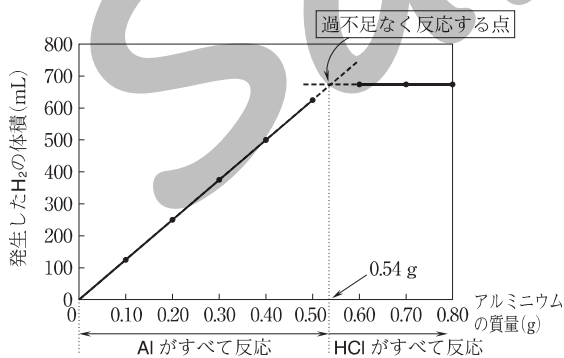


したがって、イ：Ca とウ：SnCl₂ が還元剤である。

12 …④

問2 化学反応の量的関係

a 一定量はかりとった塩酸に加える Al の質量を少しずつ増やしていくと、HCl と Al が過不足なく反応するまでは、加えた Al がすべて反応するので H₂ の発生量も増えていく。一方で、Al を過不足なく反応する量よりも多く加えると、HCl がすべて反応するため、どれだけ Al を加えても H₂ の発生量は一定になる。したがって、過不足なく反応する点は、次に示すように前半の単調増加の直線と後半の横軸に平行な直線をそれぞれ延長したときの交点となる。



よって、Al が 0.54 g のとき、塩酸に含まれる HCl と過不足なく反応する。

13 …②

b 実験で用いた塩酸に Al の小片 1.0 g を加えると、図 1 より塩酸の HCl はすべて反応し、加えた Al の小片の一部が残る。よって、生成物の AlCl₃ のみを含む水溶液と未反応の Al の小片の一部がビーカーの

内容物となる。

14 …②

c 実験で用いた塩酸のモル濃度を x (mol/L) とすると、Al と HCl が過不足なく反応したとき、これらの物質量は式(2)の係数比が成り立つので、

$$\frac{0.54 \text{ g}}{27 \text{ g/mol}} : x \text{ (mol/L)} \times \frac{50.0}{1000} \text{ L} = 2 : 6$$

$$x = 1.2 \text{ mol/L}$$

15 …③