

化学基礎 (3) 物質の変化とその利用 (ア) 物質量と化学反応式 (A 問題・基礎レベル)

次の文章を読み、問い(問1～問9)に答えよ。

元素	H	C	O	Na
原子量	1.0	12.0	16.0	23.0

太郎君は、市販の洗剤によく用いられている「セスキ炭酸ナトリウム(セスキ炭酸ソーダ)」に興味をもち、その組成を調べたところ、主に炭酸ナトリウム Na_2CO_3 と炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 、水和水が物質量比 1 : 1 : 2 で結びついてできていることがわかった。

セスキ炭酸ナトリウムの組成 : $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

そこで、以下の仮説を立てて実験を行うことにした。

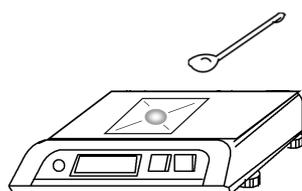
【仮説】

セスキ炭酸ナトリウムに含まれている炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムの反応性の違いを知ること、セスキ炭酸ナトリウムの反応性を予想することができる。

まず予備実験として、炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムの反応性の違いを確認するために、以下の【実験1】と【実験2】を行ったところ、表1～表3の結果が得られた。

【実験1】炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウムをそれぞれ 2.00g ずつとり、蒸発皿の上で 15 分間加熱を行った後、それぞれの質量を電子天びんではかる。

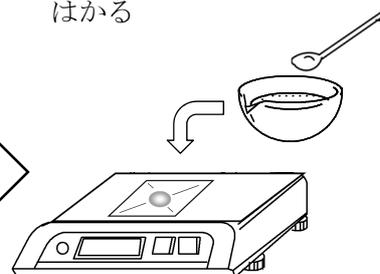
①炭酸ナトリウム、または炭酸水素ナトリウム 2.00g を正確にはかりとる



②蒸発皿で 15 分間加熱する



③加熱後、ふたたび質量をはかる



【実験 2】 コニカルビーカーに、ある濃度の塩酸を 30mL 入れ、その質量をコニカルビーカーごと電子天びんではかる。その中に炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウムをそれぞれ 1.00g~5.00g まで、1.00g ずつ加えていき、よく振って気体が発生していないことを確認した上で、その質量をコニカルビーカーごと電子天びんではかる。

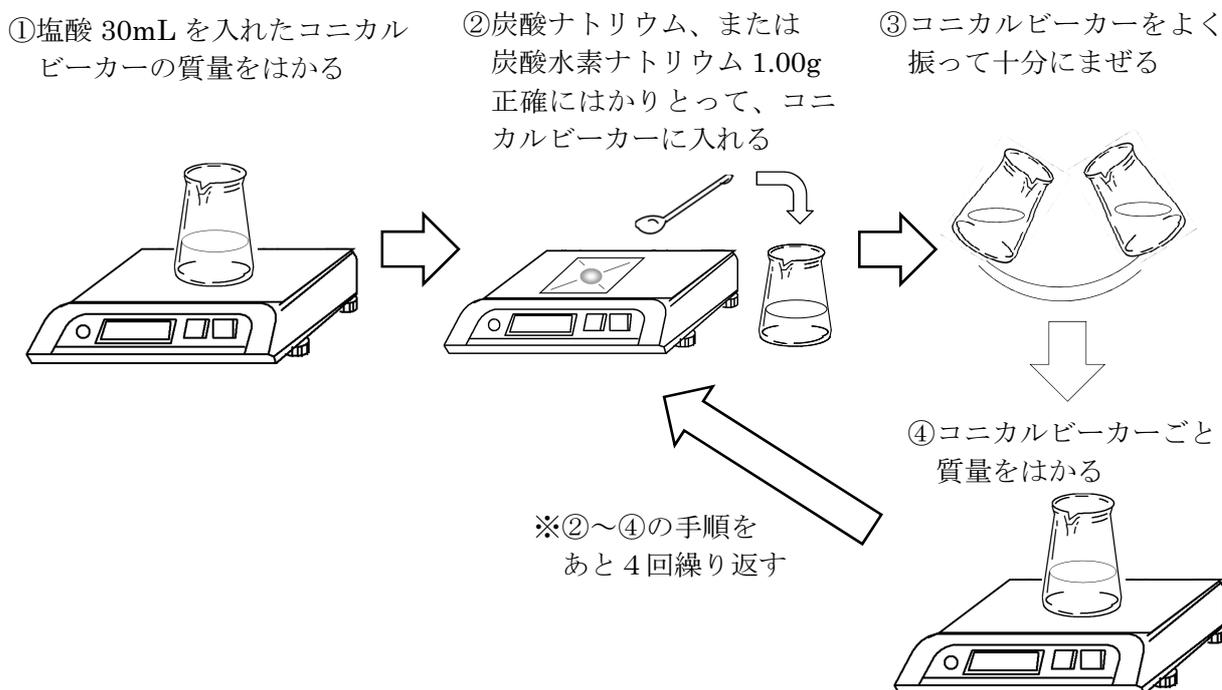


表 1 【実験 1】の結果

	炭酸ナトリウム			炭酸水素ナトリウム		
	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目
加熱前の質量[g]	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
加熱後の質量[g]	2.00	1.99	1.99	1.25	1.27	1.26
加熱後の平均質量[g]	1.99			1.26		

表 2 【実験 2】炭酸ナトリウムの結果

加えた炭酸ナトリウムの質量の累計[g]	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
反応後の容器全体の質量[g]	95.10	95.68	96.27	X	98.11	99.11
質量の減少量[g]	0.00	0.42	0.42	Y	0.00	0.00
質量の減少量の累計[g]	0.00	0.42	0.83	0.99	0.99	0.99
加えた炭酸ナトリウムの物質量の累計[mol]	0.00	0.0090	0.019	0.028	0.038	0.047
減少した物質量の累計[mol]	0.00	0.0090	0.019	0.023	0.023	0.023

表 3 【実験 2】炭酸水素ナトリウムの結果

加えた炭酸水素ナトリウムの質量の累計 [g]	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
反応後の容器全体の質量[g]	95.32	95.80	96.27	96.75	97.34	98.34
質量の減少量[g]	0.00	0.52	0.52	0.52	0.41	0.00
質量の減少量の累計[g]	0.00	0.52	1.05	1.57	1.98	1.98
加えた炭酸水素ナトリウムの物質量の累計[mol]	0.00	0.012	0.024	0.036	0.048	0.060
減少した物質量の累計[mol]	0.00	0.012	0.024	0.036	0.045	0.045

これらの実験結果をもとに、太郎君は先生と以下の会話をを行った。

先生：実験結果からどのようなことが読み取れましたか。

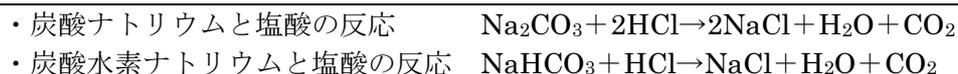
太郎君：はい、まず【実験1】の結果から、Aがわかりました。

先生：なるほど。では、なぜそのような結果が出たと考えますか。

太郎君：(7)炭酸水素ナトリウムは加熱すると炭酸ナトリウムと二酸化炭素と水蒸気になると中学校の時に学習しました。おそらく生成したBの分だけ質量が減少したのだと思います。

先生：(7)その予想が正しいかどうか、実際に理論値を計算してみて実験値と比較してみてください。

太郎君：わかりました。それが正しいとすれば、セスキ炭酸ナトリウムを十分に加熱すると、水和水が全て蒸発すると思えば、反応後にCが残ると考えてよいですね。次に【実験2】の結果から、炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムのいずれも塩酸と反応して気体を発生することがわかりました。調べたところ、以下のような反応が起こるみたいで、炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウムともに発生する気体は二酸化炭素のようです。



先生：【実験2】の結果をみると、炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウムともにある程度加えた時点で、質量の減少量の累計が変化しなくなるようですね。これはなぜだと思いますか？

太郎君：はい、溶液中のDが不足してしまい、これ以上反応が進まなかったものと予想できます。

先生：そうだとしたら、(7)表をグラフで表すことで、炭酸ナトリウムや炭酸水素ナトリウムが塩酸と過不足なく反応する量がはっきりすると思いますよ。

太郎君：わかりました。やってみます。

問1 太郎君が最初に【実験1】で炭酸水素ナトリウムを加熱したときには、以下に示す結果が得られ、3回の実験結果の数値に大きな差がみられた。そこで加熱する際にあることを改善したところ、表1のような安定した結果が得られた。太郎君は何を改善したのか記述せよ。

	炭酸水素ナトリウム		
	1回目	2回目	3回目
加熱前の質量[g]	2.00	2.00	2.00
加熱後の質量[g]	0.72	1.08	0.86
加熱後の平均質量[g]	0.89		

問2 先生と太郎君の会話の中の **A** にあてはまる文章を、炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムを比較した上で論述せよ。

問3 先生と太郎君の会話の中の **B** ~ **D** にあてはまる物質を下から選び、番号で答えよ。ただし、解答は1つとは限らない。

- ① 炭酸ナトリウム ② 炭酸水素ナトリウム ③ 二酸化炭素
④ 水蒸気 ⑤ 塩酸

問4 先生と太郎君の会話の中の下線部（ア）について、化学反応式で記述せよ。

問5 先生と太郎君の会話の中の下線部（イ）について、炭酸水素ナトリウム 2.00g を加熱して生成する二酸化炭素と水蒸気の質量はそれぞれ何 g か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、生成した水はすべて水蒸気であったものとして計算すること。

問6 表2の X と Y に適切な数値を記入せよ。

問7 先生と太郎君の会話の中の下線部（ウ）について、表3の結果をもとに、加えた炭酸水素ナトリウムの物質量の累計[mol]と発生した二酸化炭素の物質量の累計[mol]の関係をグラフに図示せよ。その際、縦軸および横軸に適切な目盛りを記入すること。さらに、炭酸水素ナトリウムが過不足なく反応した点を△で示せ。

問8 【実験2】で用いた塩酸のモル濃度[mol/L]を有効数字 2 桁で求めよ。

問9 セスキ炭酸ナトリウムに関して、以下の(1)~(3)に適切な数値を、有効数字 2 桁で答えよ。ただし、セスキ炭酸ナトリウムに含まれる炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムはそれぞれの化学的性質を保っているものとする。また、セスキ炭酸ナトリウム中の水和水は、加熱によって全て失われるものとする。

- (1) セスキ炭酸ナトリウム 1.0mol を十分に加熱すると、加熱後の固体中に残る物質の物質量は何 mol か。
 (2) セスキ炭酸ナトリウム 1.0mol を十分に加熱すると、発生する水蒸気の物質量は何 mol か。
 (3) セスキ炭酸ナトリウム 1.0mol を十分な量の塩酸と反応させたときに発生する二酸化炭素の体積は 0°C、 1.013×10^5 Pa（標準状態）で何 L か。

問1	<p>(最初に加熱した時には、炭酸水素ナトリウムの粉末がはねて蒸発皿の外に飛び出したものと予想されるため)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ガスバーナーの炎を弱める ・蒸発皿の上にアルミ箔でふたをする ・蒸発皿のかわりにるつぼなどの深い容器を用いる など <p>(注) 加熱ムラが原因と考えた場合、結果は理論値 (1.26g) より大きな値になるため不適である。</p>																		
問2	<p>(例) 加熱の前後で炭酸ナトリウムは質量がほとんど変化していないが、炭酸水素ナトリウムは質量が減少していること</p>																		
問3	B	③ ④	C ① D ⑤																
問4	$2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$																		
問5	二酸化炭素 : 0.52g	水蒸気 : 0.21g																	
問6	X : 97.11	Y : 0.16																	
問7	<p>発生した二酸化炭素の物質量の累計[mol]</p> <p>加えた炭酸水素ナトリウムの物質量の累計[mol]</p> <table border="1"> <caption>Data points from the graph in Question 7</caption> <thead> <tr> <th>加えた炭酸水素ナトリウムの物質量の累計 [mol]</th> <th>発生した二酸化炭素の物質量の累計 [mol]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.000</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>0.012</td><td>0.012</td></tr> <tr><td>0.024</td><td>0.024</td></tr> <tr><td>0.036</td><td>0.036</td></tr> <tr><td>0.045</td><td>0.045</td></tr> <tr><td>0.050</td><td>0.045</td></tr> <tr><td>0.060</td><td>0.045</td></tr> </tbody> </table>			加えた炭酸水素ナトリウムの物質量の累計 [mol]	発生した二酸化炭素の物質量の累計 [mol]	0.000	0.000	0.012	0.012	0.024	0.024	0.036	0.036	0.045	0.045	0.050	0.045	0.060	0.045
加えた炭酸水素ナトリウムの物質量の累計 [mol]	発生した二酸化炭素の物質量の累計 [mol]																		
0.000	0.000																		
0.012	0.012																		
0.024	0.024																		
0.036	0.036																		
0.045	0.045																		
0.050	0.045																		
0.060	0.045																		
問8	1.5 mol/L																		
問9	(1) 1.5mol	(2) 2.5mol	(3) 45L																

化学基礎 (3) 物質の変化とその利用 (ア) 物質量と化学反応式 (B 問題・標準レベル)

次の文章を読み、問い(問1～問7)に答えよ。

元 素	H	C	O	Na
原子量	1.0	12.0	16.0	23.0

- I. 太郎君は、市販の洗剤によく用いられている「セスキ炭酸ナトリウム(セスキ炭酸ソーダ)」に興味をもち、その組成を調べたところ、炭酸ナトリウム Na_2CO_3 と炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 の水合物からできていることがわかった。

セスキ炭酸ナトリウムの組成： $a\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot b\text{NaHCO}_3 \cdot c\text{H}_2\text{O}$ ※ a, b, c は組成比

そこで、以下の仮説を立てて実験を行うことにした。

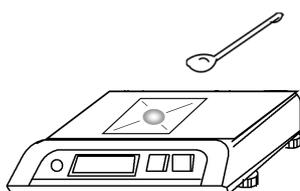
【仮説】

セスキ炭酸ナトリウムに含まれている炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムの反応性の違いを利用すれば、セスキ炭酸ナトリウム $a\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot b\text{NaHCO}_3 \cdot c\text{H}_2\text{O}$ 中の炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウムおよび水和水の組成比 $a : b : c$ を求めることができる。

まず予備実験として、炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムの反応性の違いを確認するために、以下の【実験1】と【実験2】を行ったところ、表1～表3の結果が得られた。

- 【実験1】炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウムをそれぞれ 2.00g ずつとり、蒸発皿の上で 15 分間加熱を行った後、それぞれの質量を電子天びんではかる。

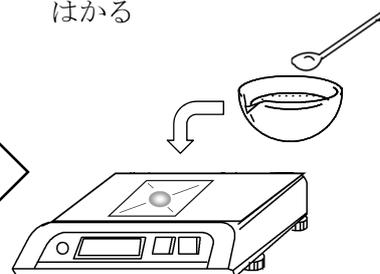
①炭酸ナトリウム、または炭酸水素ナトリウム 2.00g を正確にはかりとる



②蒸発皿で 15 分間加熱する



③加熱後、ふたたび質量をはかる



【実験 2】 コニカルビーカーに、ある濃度の塩酸を 30mL 入れ、その質量をコニカルビーカーごと電子天びんではかる。その中に炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウムをそれぞれ 1.00g~5.00g まで、1.00g ずつ加えていき、よく振って気体が発生していないことを確認した上で、その質量をコニカルビーカーごと電子天びんではかる。

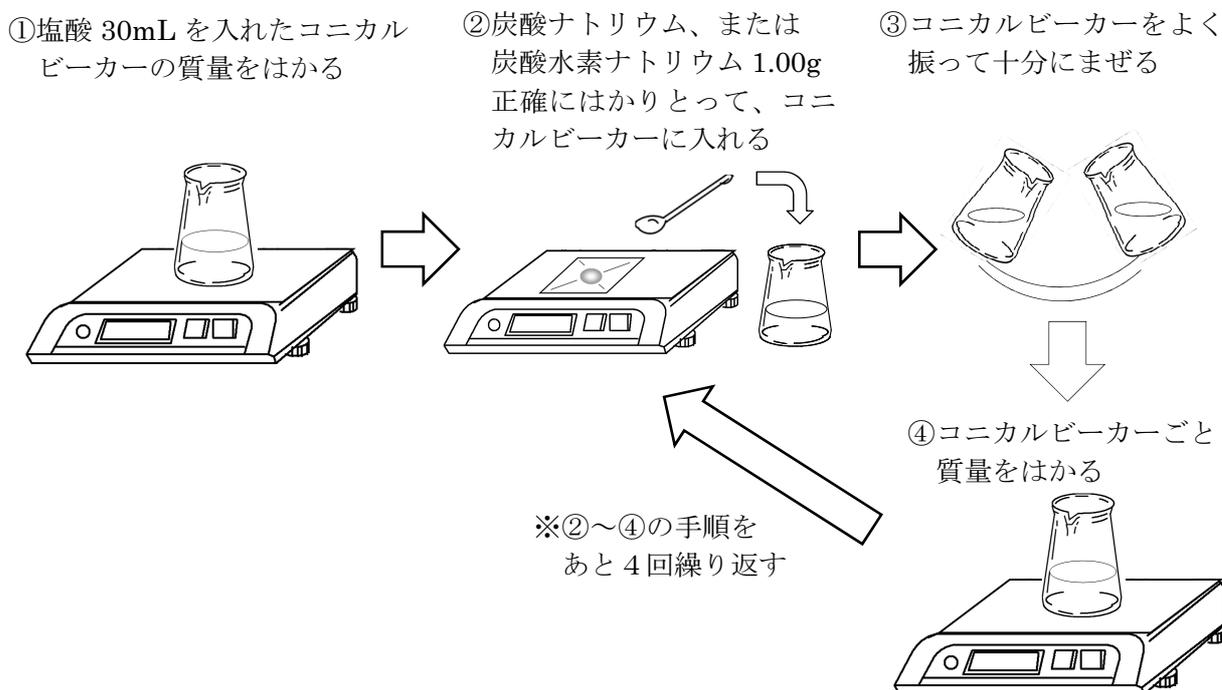


表 1 【実験 1】の結果

	炭酸ナトリウム			炭酸水素ナトリウム		
	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目
加熱前の質量[g]	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
加熱後の質量[g]	2.00	1.99	1.99	1.25	1.27	1.26
加熱後の平均質量[g]	1.99			1.26		

表 2 【実験 2】炭酸ナトリウムの結果

加えた炭酸ナトリウムの質量の累計[g]	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
反応後の容器全体の質量[g]	95.10	95.68	96.27	X	98.11	99.11
質量の減少量[g]	0.00	0.42	0.42	Y	0.00	0.00
質量の減少量の累計[g]	0.00	0.42	0.83	0.99	0.99	0.99
加えた炭酸ナトリウムの物質量の累計[mol]	0.00	0.0090	0.019	0.028	0.038	0.047
減少した物質量の累計[mol]	0.00	0.0090	0.019	0.023	0.023	0.023

表 3 【実験 2】炭酸水素ナトリウムの結果

加えた炭酸水素ナトリウムの質量の累計 [g]	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
反応後の容器全体の質量[g]	95.32	95.80	96.27	96.75	97.34	98.34
質量の減少量[g]	0.00	0.52	0.52	0.52	0.41	0.00
質量の減少量の累計[g]	0.00	0.52	1.05	1.57	1.98	1.98
加えた炭酸水素ナトリウムの物質量の累計[mol]	0.00	0.012	0.024	0.036	0.048	0.060
減少した物質量の累計[mol]	0.00	0.012	0.024	0.036	0.045	0.045

これらの実験結果をもとに、太郎君は先生と以下の会話をを行った。

先生：実験結果からどのようなことが読み取れましたか。

太郎君：はい、まず【実験1】の結果から、加熱の前後で炭酸ナトリウムはほとんど質量が変化していませんが、炭酸水素ナトリウムは質量が減少していることがわかりました。

先生：なるほど。では、なぜそのような結果が出たと考えますか。

太郎君：炭酸水素ナトリウムは加熱すると炭酸ナトリウムと二酸化炭素と水蒸気になると中学校の時に学習しました。おそらく生成した二酸化炭素と水蒸気のみだけ質量が減少したのだと思います。

先生：(7)その予想が正しいかどうか、実際に理論値を計算してみて実験値と比較してみてください。

太郎君：わかりました。それが正しいとすれば、セスキ炭酸ナトリウムを十分に加熱すると、水と水が全て蒸発すると考えれば、反応後に炭酸ナトリウムが残ると考えてよいですね。次に【実験2】の結果から、炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムのいずれも塩酸と反応して気体を発生することがわかりました。調べたところ、炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウムともに発生する気体は二酸化炭素のようです。

先生：【実験2】の結果をみると、炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウムともにある程度加えた時点で、質量の減少量の累計が変化しなくなるようですね。これはなぜだと思いますか？

太郎君：はい、溶液中の塩酸が不足してしまい、これ以上反応が進まなかったものと予想できます。

先生：そうだとしたら、(7)表をグラフで表すことで、炭酸ナトリウムや炭酸水素ナトリウムが塩酸と過不足なく反応する量がはっきりすると思いますよ。

太郎君：わかりました。やってみます。

先生：もう1つ注目して欲しいのは、このときの減少した物質の累計が、炭酸ナトリウム：炭酸水素ナトリウム=1：2になっている点です。

太郎君：この時点で反応した塩酸の物質量は、炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウムともに同じはずですね。そうだとしたら、反応した塩酸と発生した二酸化炭素の物質量がわかりますね。この事実と、炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウムともに累計で1.00gや2.00gのときの二酸化炭素の発生量を比較すると、(7)反応した炭酸ナトリウムや炭酸水素ナトリウムと塩酸、発生した二酸化炭素の物質量が求められそうですね。

先生：よく気づきましたね。さすが太郎君。

太郎君：それがわかれば、セスキ炭酸ナトリウムに塩酸を加えると、発生した気体の量から中に含まれる炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムの割合が求められるかも知れません。

先生：結果が楽しみです。頑張ってくださいね。

太郎君：ありがとうございます。

問 1 太郎君が最初に【実験 1】ですでに開封されていた炭酸ナトリウムを加熱したときには、以下に示す結果が得られた。そこで未開封の炭酸ナトリウムを用いたところ、表 1 の結果が得られた。この結果と表 1 の結果の違いが生じた理由を記述し、太郎君が使った炭酸ナトリウムはどのような組成になっていたのかを組成式で答えよ。ただし、開封されていた炭酸ナトリウムは全て均一の組成に変化していたものとする。

	炭酸ナトリウム		
	1 回目	2 回目	3 回目
加熱前の質量[g]	2.00	2.00	2.00
加熱後の質量[g]	1.71	1.70	1.72
加熱後の平均質量[g]	1.71		

問 2 先生と太郎君の会話の中の下線部（ア）について、炭酸水素ナトリウムの減少した質量に関する理論値を計算した上で実験値を比較し、太郎君の予想が正しいかどうかを論述せよ。

問 3 表 2 の X と Y に適切な数値を記入せよ。

問 4 先生と太郎君の会話の中の下線部（イ）について、表 3 の結果をもとに、加えた炭酸水素ナトリウムの物質量の累計[mol]と発生した二酸化炭素の物質量の累計[mol]の関係をグラフに図示せよ。その際、縦軸および横軸に適切な目盛りを記入すること。さらに、炭酸水素ナトリウムが過不足なく反応した点を△で示せ。

問 5 先生と太郎君の会話の中の下線部（ウ）について、① 炭酸ナトリウムと塩酸、② 炭酸水素ナトリウムと塩酸がそれぞれ過不足なく反応したときの反応物と発生する二酸化炭素の物質量比を簡単な整数比で求めよ。

① 炭酸ナトリウムと塩酸の反応における物質量比 ($\text{Na}_2\text{CO}_3 : \text{HCl} : \text{CO}_2$)

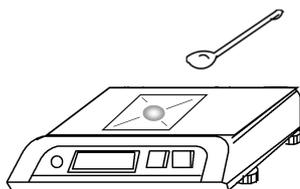
② 炭酸水素ナトリウムと塩酸の反応における物質量比 ($\text{NaHCO}_3 : \text{HCl} : \text{CO}_2$)

問 6 【実験 2】で用いた塩酸のモル濃度[mol/L]を有効数字 2 桁で求めよ。

II. 先生のアドバイスを受けて、セスキ炭酸ナトリウムに関して【実験3】と【実験4】を行ったところ、表4と表5の結果が得られた。

【実験3】セスキ炭酸ナトリウムを2.00gとり、蒸発皿の上で15分間加熱を行った後、質量電子天びんではかる。

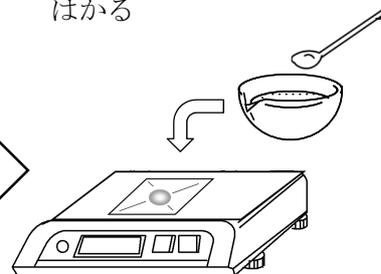
①セスキ炭酸ナトリウム
2.00gを正確にはかりとる



②蒸発皿で15分間
加熱する

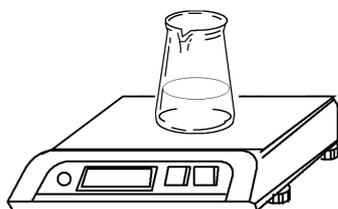


③加熱後、ふたたび質量を
はかる

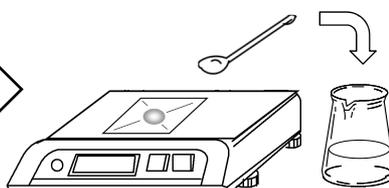


【実験4】コニカルビーカーに【実験2】で使用した塩酸を30mL入れ、その中にセスキ炭酸ナトリウムを1.00g~5.00gまで、1.00gずつ加えていき、よく振って気体が発生していないことを確認した上で、その質量をコニカルビーカーごと電子天びんではかる。

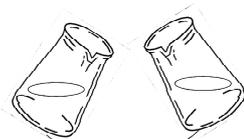
①塩酸30mLを入れたコニカル
ビーカーの質量をはかる



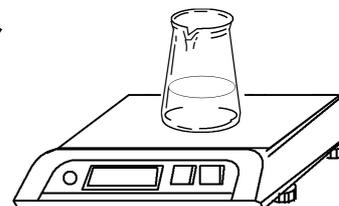
②セスキ炭酸ナトリウム
1.00gを正確にはかりとっ
て、コニカルビーカーに入れ
る



③コニカルビーカーをよく
振って十分に混ぜる



④コニカルビーカーごと
質量をはかる



※②~④の手順を
あと4回繰り返す

表4 【実験3】の結果

	セスキ炭酸ナトリウム		
	1回目	2回目	3回目
加熱前の質量[g]	2.00	2.00	2.00
加熱後の質量[g]	1.41	1.40	1.41
加熱後の平均質量[g]	1.41		

表5 【実験4】の結果

加えたセスキ炭酸ナトリウムの質量の累計[g]	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
反応後の容器全体の質量[g]	95.26	95.87	96.48	97.09	97.94	98.94
質量の減少量[g]	0.00	0.39	0.39	0.39	0.15	0.00
質量の減少量の累計[g]	0.00	0.39	0.78	1.17	1.32	1.32

この結果をもとに、太郎君は自身の研究ノートに考えたことを次のようにまとめた。

【太郎君の研究ノートの一部】

記入日：令和元年7月10日（水）

【実験結果からの考察】

- ・実験結果からセスキ炭酸ナトリウム $a\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot b\text{NaHCO}_3 \cdot c\text{H}_2\text{O}$ の組成比 $a : b : c$ を求める。

セスキ炭酸ナトリウム 2.00g の物質量を $X[\text{mol}]$ とおくと、セスキ炭酸ナトリウム中の Na_2CO_3 、 NaHCO_3 、 H_2O は組成比 a 、 b 、 c を用いて、それぞれ Na_2CO_3 [mol]、 NaHCO_3 [mol]、 H_2O [mol] と表せる。

表4より、2.00gのセスキ炭酸ナトリウムの質量は加熱後に1.41gに減少していることから、この中には、もともと存在する炭酸ナトリウム [mol] と、炭酸水素ナトリウムの熱分解によって生成した炭酸ナトリウム [mol] が含まれることから、

$$(\text{A} + \text{D}) \times \text{E} = 1.41 \quad \cdots \text{①} \quad \text{という式が成り立つ。}$$

一方、減少した質量は $2.00 - 1.41 = 0.590\text{g}$ である。この中には、炭酸水素ナトリウムの熱分解によって減少した質量と、もともと存在する水和物の蒸発によって減少した質量が含まれていることから、

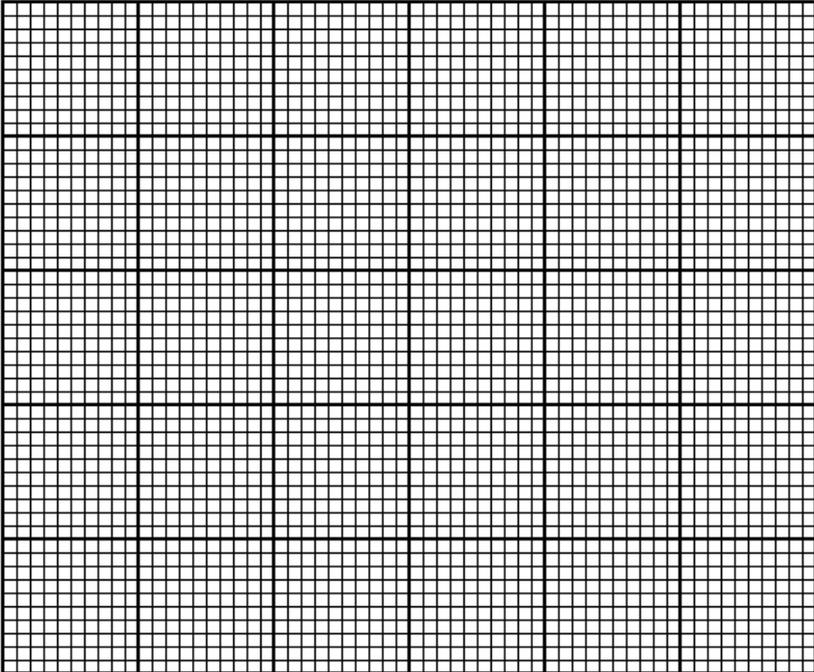
$$\frac{bX}{2} \times \text{F} + 18.0cX = 0.590 \quad \cdots \text{②} \quad \text{という式が成り立つ。}$$

次に表5より、セスキ炭酸ナトリウム 2.00g 中の炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムは、十分に塩酸と反応していると考えられるため、発生した二酸化炭素の物質質量に着目すると、 $aX + bX = \text{G} \quad \cdots \text{③}$ という式が成り立つ。

①～③の式を解くと、 $aX : bX : cX = a : b : c \doteq \text{H}$ となり、組成比が決定できる。

- 問7 太郎君の研究ノートの空欄 ～ について、適切な文字式、もしくは数値を記入せよ。なお、数値は有効数字3桁で答えること。さらに空欄 に簡単な整数比を記入せよ。ただし、セスキ炭酸ナトリウムに含まれる炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムはそれぞれの化学的性質を保っているものとする。また、セスキ炭酸ナトリウム中の水和水は、加熱によって全て失われるものとする。

I.

問 1	理 由 :	
	組成式 :	
問 2		
問 3	X :	Y :
問 4	<p>発生した二酸化炭素の物質量の累計[mol]</p>  <p>加えた炭酸水素ナトリウムの物質量の累計[mol]</p>	

問5	① $\text{Na}_2\text{CO}_3 : \text{HCl} : \text{CO}_2 = (\quad) : (\quad) : (\quad)$
	② $\text{NaHCO}_3 : \text{HCl} : \text{CO}_2 = (\quad) : (\quad) : (\quad)$
問6	mol/L

II.

問7	A	B	C
	D	E	F
	G	H $a : b : c \rightleftharpoons$	

I.

<p>問 1</p>	<p>理 由： 最初に用いた炭酸ナトリウムは、空気中の水分を吸収していたため。</p>	
	<p>組成式： $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$</p>	
<p>問 2</p>	<p>解① 反応後の質量に着目した場合 2.00g の炭酸水素ナトリウム（式量 84）を加熱して生成する炭酸ナトリウム（式量 106）の質量は $\frac{2.00}{84} \times \frac{1}{2} \times 106 = 1.261 \dots \text{g}$ この値は【実験 1】の結果（1.26g）とよく合致しており、太郎君の予想は正しいと判断できる。</p> <hr/> <p>解② 反応によって減少した質量に着目した場合 2.00g の炭酸水素ナトリウム（式量 84）を加熱して生成する二酸化炭素と水の質量は 二酸化炭素 $\frac{2.00}{84} \times \frac{1}{2} \times 44 = 0.5238 \dots \text{g}$ 水 $\frac{2.00}{84} \times \frac{1}{2} \times 18 = 0.2142 \dots \text{g}$ これらが失われたことになるため、反応後の炭酸水素ナトリウムの質量は $2.00 - (0.5238 + 0.2142) = 1.262 \text{g}$ この値は【実験 1】の結果（1.26g）とよく合致しており、太郎君の予想は正しいと判断できる。</p>	
<p>問 3</p>	<p>X : 97.11</p>	<p>Y : 0.16</p>
<p>問 4</p>	<p style="text-align: center;">発生した二酸化炭素の物質量の累計[mol]</p> <p style="text-align: center;">加えた炭酸水素ナトリウムの物質量の累計[mol]</p>	

問5	① $\text{Na}_2\text{CO}_3 : \text{HCl} : \text{CO}_2 = (1) : (2) : (1)$
	② $\text{NaHCO}_3 : \text{HCl} : \text{CO}_2 = (1) : (1) : (1)$
問6	1.5 mol/L

II.

問7	A	aX	B	bX	C	cX
	D	$\frac{bX}{2}$	E	106	F	62.0
	G	0.0177	H $a : b : c \rightleftharpoons 1 : 1 : 2$			