

1 この単元の全体像 — 物質が酸素と結びついたり、はなれたりすると、何が起きる？

このページのゴール この単元で学ぶ4つのこと（酸化と還元・熱の出入り・質量保存・質量の比）を、図を見てざっと言える

①で、化学変化では原子の組み合わせが変わること、化学反応式の左右で原子の種類と数が同じことを学びました。この単元では、身近な「燃える」「さびる」「金属を取り出す」を酸素との結びつきで考え、出入りする熱と質量の決まりも調べます。

① 酸化と還元 酸素と結びつく・はなれる変化は、どんな変化？

くわしくは2~6ページ

木炭やスチールウールが燃えるわけ、酸化銅から銅を取り出す方法を学びます。

② 熱の出入り 化学変化で、温度は上がる？ 下がる？

くわしくは7・8ページ

温度が上がる化学変化と、下がる化学変化を学びます。

③ 質量保存の法則 化学変化の前後で、全体の質量は変わる？

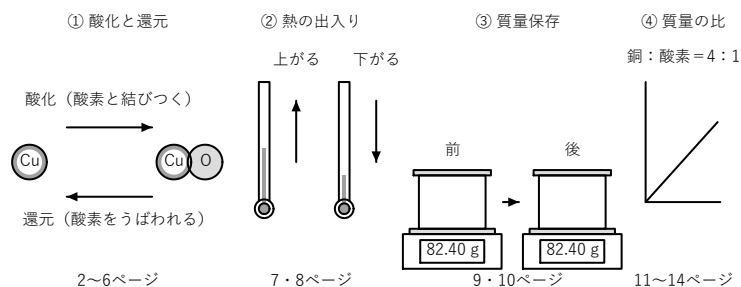
くわしくは9・10ページ

沈殿ができる反応と、気体が出る反応で、質量の決まりを学びます。

④ 質量の比 金属と酸素は、どんな割合で結びつく？

くわしくは11~14ページ

加熱をくり返したときの質量、質量の比、質量を求める計算を学びます。



ゴール：スチールウールが重くなるわけと、酸化銅から取り出せる銅の量を、説明・計算できること

合言葉 「酸素と結びつけば酸化、酸素をうばわれれば還元」

この単元の解説記事（図と例題つき・かてきょノート（katekyo-note.com））:

酸化と還元 <https://katekyo->

[note.com/%e3%80%90e4%b8%ad2%e7%90%86%e7%a7%91%e3%80%91%e9%85%b8%e5%8c%96%e3%81%a8%e9%82%84%e5%85%83%e3%81%ae%e8%a6%81%e7%82%b9%e3%](#)

化学変化と化学反応式 <https://katekyo->

<https://note.com/%e3%80%90%e4%b8%ad2%e7%90%86%e7%a7%91%e3%80%91%e5%8c%96%e5%ad%a6%e5%a4%89%e5%8c%96%e3%81%a8%e5%8c%96%e5%ad%a6%e5%8f%8d%e5%>

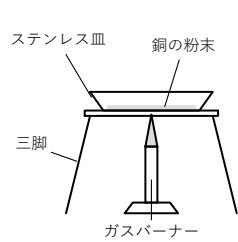
2 木炭や銅を加熱すると、何と結びつく？

このページのゴール 木炭や銅が酸素と結びつく変化を式で書き、酸化と酸化物の意味を言える

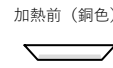
小学校と中1で、木や紙などが燃えると酸素が使われて二酸化炭素ができること、石灰水が二酸化炭素で白くにごることを学びました。木炭（主な成分は炭素）を燃やすと、あとに少しの灰しか残らず、燃やす前より軽くなります。出てくる気体を集めて石灰水を入れてふると白くにごるので、炭素が酸素と結びついて二酸化炭素ができたと分かります。二酸化炭素は気体で空気中に出ていくので、残った物は軽くなるのです。

物質名の式 炭素 + 酸素 → 二酸化炭素 化学反応式 $C + O_2 \rightarrow CO_2$

① 銅を加熱すると、黒くなる

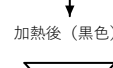


加熱前（銅色）



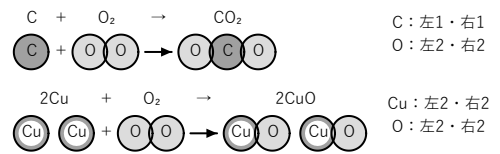
↓

加熱後（黒色）



銅の粉末をステンレス皿にうすく広げてガスバーナーで加熱すると、銅色から**黒色**に変わります。できた黒色の物質は銅とはちがう物質で、銅と酸素が結びついた**酸化銅**です。銅は、炎を上げて燃えず、おだやかに結びつきます。

物質名の式 銅 + 酸素 → 酸化銅



$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$ は、 $Cu + O_2 \rightarrow CuO$ (O : 左2・右1) → $Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$ (Cu : 左1・右2) → $2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$ の順に係数を決めて書きます。 $C + O_2 \rightarrow CO_2$ も $2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$ も、左右で原子の種類と数が同じです。

酸化 … 物質が酸素と結びつく化学変化 / 酸化物 … 酸化によってできた物質（「銅は酸化されて酸化銅になった」）

もとの物質	酸素と結びついてできた物	状態
炭素	二酸化炭素	気体
銅	酸化銅	黒色の固体

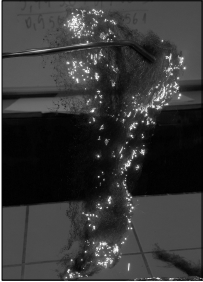
合言葉 「物質が酸素と結びつく変化が酸化」

注意 × 木炭が燃えて軽くなるのは、木炭が消えてなくなったから → ○ 炭素が酸素と結びついて二酸化炭素（気体）になり、空気中に出ていったから

3 スチールウールを燃やすと、重くなる？ 軽くなる？

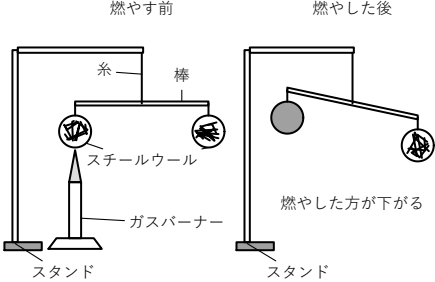
このページのゴール スチールウールを燃やすとなぜ重くなるのかを、木炭とくらべて言える

① 木炭は軽くなった。鉄ではどうなる？



燃えるスチールウール

写真：AgrisR (CC BY-SA 4.0)。Wikimedia Commonsより、白黒にして名前を加えた



燃やす前

燃やした後

糸、棒、スチールウール、ガスバーナー、スタンド

燃やした方が下がる

2ページで、木炭は燃やすと軽くなりました。スチールウール（細い鉄の線を集めた物）を燃やすと、質量はどうなるでしょうか。写真のように、火花を出して燃えます。

- ① 棒のてんびんの左右に、同じ質量のスチールウールをつるして、つり合わせる。
なぜ：燃やした物と燃やさない物の質量をくらべるため。
- ② 片方だけに、ガスバーナーで火をつける。
- ③ 火が消えてから、棒の傾きを見る。燃やした方が下がり、結びついた酸素の分重くなった。

② 燃やす前と後のくらべ

	燃やす前	燃やした後
色	灰色っぽい銀色で光沢がある	黒っぽい
手ざわり	弾力がある	もろく、ぼろぼろくずれる
電流	流れる	流れにくい
うすい塩酸に入れる	気体（水素）が発生する	気体がほとんど発生しない

燃やした後の物質は、鉄と酸素が結びついた**酸化鉄**で、鉄とはちがう物質です。

	できた物	状態	質量
木炭（炭素）	二酸化炭素	気体（空気中に出ていく）	軽くなる
スチールウール（鉄）	酸化鉄	固体（その場に残る）	重くなる

鉄くぎがさびるのも、鉄が空気中の酸素とゆっくり結びつく変化です。

合言葉 「酸素が結びつくと、その分重くなる」

注意 × スチールウールを燃やすと、燃えて軽くなる → ○ 酸素が結びついた分だけ重くなる

写真の出典：AgrisR「Burning steel wool」（CC BY-SA 4.0、<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.ja>）、Wikimedia Commons（https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Burning_steel_wool.jpg）。切り取り、白黒にして名前を加えました。加工した写真も同じ条件で利用できます。

4 マグネシウムやエタノールが燃えるとき、何ができる？

このページのゴール 燃焼の意味と、マグネシウムや有機物が燃えるときにできる物を言える

① 激しく燃える酸化と、燃えない酸化

3ページのスチールウールは火花を出して燃えましたが、2ページの銅は燃えずに黒くなりました。どちらも酸化です。激しく燃える酸化を、マグネシウムで見ましょう。

強い光を直接見続けたい

火をつける → 蒸発皿の上で燃やす

強い光と熱を出して燃える

ピンセット

マグネシウムリボン

ガスバーナー

蒸発皿

白い物質

ピンセットではさんだマグネシウムリボン（銀色の金属）の先に、ガスバーナーの炎で火をつけ、蒸発皿の上で燃やします。強い光と熱を出して激しく燃え、白色の酸化マグネシウムができます。

物質名の式 マグネシウム + 酸素 → 酸化マグネシウム

化学反応式は、 $\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow \text{MgO}$ （O：左2・右1）→ $\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$ （Mg：左1・右2）→ $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$ の順に書きます。

$2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$

Mg：左2・右2
O：左2・右2

燃焼 … 物質が熱や光を出しながら激しく酸化されること

酸化（物質が酸素と結びつく）

銅の加熱
鉄のさび

燃焼（熱や光を出して激しく）

木炭・マグネシウム
スチールウール

木炭・マグネシウム・スチールウールの燃え方は燃焼です。銅の加熱と鉄のさびは、熱や光を出す激しい変化ではないので、燃焼ではない酸化です。

有機物が燃えるとき 中1で学んだ有機物（エタノールなど。炭素をふくみ、多くは水素もふくむ）を燃やすと、炭素が酸素と結びついて二酸化炭素、水素が酸素と結びついて水ができます。集気びんの内側のくもりに青色の塩化コバルト紙をつけると赤色（桃色）になり、石灰水を入れてふると白くにごります。

合言葉 「熱と光を出す激しい酸化が燃焼」

注意 × 燃焼と酸化は別の変化 → ○ 燃焼は、熱や光を出しながら激しく進む酸化（酸化の一部）

注意 × マグネシウムが燃える化学反応式は $\text{Mg} + \text{O} \rightarrow \text{MgO}$ → ○ 酸素は分子 O_2 なので $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$

5 酸化銅から、銅を取り出せる？

このページのゴール 酸化銅と炭素を加熱する実験の手順と、そのわけ・結果を言える

炎の外側に入れる → 黒い銅板を炎の内側に入れる
るつぽさみ

黒くなる
炎の外側
炎の内側（中心）

もとの銅の
色にもどる

金属の多くは、自然の中では酸素などと結びついた物として産出されます。金属を取り出すには、酸化物から酸素をとり除けばよいのです。みがいた銅板を炎の外側に入れると黒くなり（酸化銅）、その黒い銅板を炎の内側（炎の中心の、まだ燃えていないガスがある所）に入れると、もとの銅の色にもどります。炎の中の物質が酸素をうばうからです。

① 実験：酸化銅と炭素の粉末を加熱する

スタンド
口を少し下げる
試験管
ゴム管
ピンチコック
ガラス管
ゴム栓
酸化銅と炭素の混合物
ガスパバーナー
石灰水
ビーカー

黒色の酸化銅の粉末と炭素の粉末をよく混ぜて試験管に入れ、ゴム栓・ガラス管・ゴム管（ピンチコックつき）をつなぎ、ガラス管の先を石灰水に入れます。

- ① 試験管の口を少し下げて、混合物を加熱する。
なぜ：できた液体や水滴が加熱部分に流れて、試験管が割れるのを防ぐため。
- ② 気体が出なくなったら、ガラス管を石灰水から出してから、ガスパバーナーの火を消す。
なぜ：先に火を消すと、石灰水が逆流して試験管が割れるおそれがあるため。
- ③ 火を消したら、すぐにピンチコックでゴム管を閉じる。
なぜ：空気が入ると、熱い銅がまた酸素と結びついて、酸化銅にもどるため。
- ④ 試験管が冷めてから、中の物質をとり出す。
なぜ：熱いうちに空気にふれると、銅がまた酸化されるため。

調べたこと	結果	分かること
石灰水	白くにごる	二酸化炭素が出た
試験管に残った赤色の物質	葉さじでこすると光る	銅ができた
試験管の中の物質の質量	加熱前より減る	二酸化炭素が出ていった

物質名の式 酸化銅 + 炭素 → 銅 + 二酸化炭素

合言葉 「ガラス管を出してから火を消し、ピンチコックで閉じる」

注意 × 加熱をやめるときは、先にガスパバーナーの火を消す → ○ 先にガラス管を石灰水から出してから火を消す（石灰水の逆流を防ぐ）

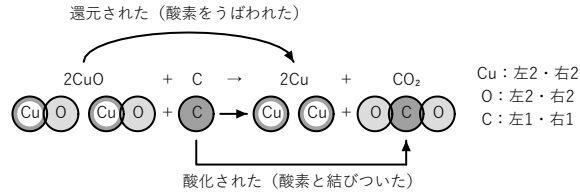
6 酸化銅と炭素の間で、酸素はどう動いた？

このページのゴール 還元の意味と、還元と酸化が同時に起こることを、式とモデルで言える

① 酸素をうばわれた物質と、結びついた物質

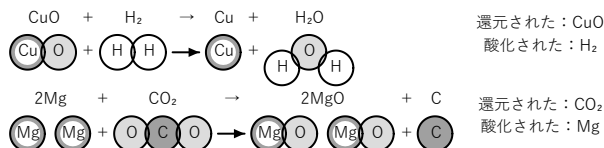
5ページで、酸化銅から銅ができ、炭素から二酸化炭素ができました。酸化銅の酸素は、どこへ行ったのでしょうか。

還元 … 酸化物から酸素がとり除かれる化学変化（「酸化銅は還元されて銅になった」）



化学反応式は $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ です。左右とも $\text{Cu}_2 \cdot \text{O}_2 \cdot \text{C}_1$ で、原子の種類と数は同じです。酸化銅は酸素をうばわれて還元され、同時に炭素は酸素と結びついて酸化されます。1つの物質が酸素を失えば、別の物質がその酸素と結びつくので、**還元が起こるときは、必ず酸化も同時に起こります。**

② ほかの物質でも、酸素をうばえる



酸化銅を加熱しながら水素を通すと、銅と水ができます。火のついたマグネシウムリボンを二酸化炭素を満たした集気びんに入れると、燃え続け、白い物質（酸化マグネシウム）と黒い物質（炭素）ができます。炭素・水素・マグネシウムのように、酸化物の中の物質より酸素と結びつきやすい物質を使うと、酸化物から酸素をうばえます（マグネシウムは炭素より酸素と結びつきやすい物質です）。

③ 鉄は、どうやって取り出す？

鉄鉱石（酸化鉄をふくむ石）から鉄を取り出すときは、溶鉱炉（高炉）で鉄鉱石をコークス（石炭からつくる、ほとんどが炭素の燃料）といっしょに高い温度にして、酸化鉄から酸素をとり除きます。

合言葉 「酸素をうばうのが還元、酸化と還元は同時に起こる」

注意 × 酸化銅と炭素の反応では、還元だけが起こる → ○ 酸化銅が還元されると同時に、炭素は酸化される

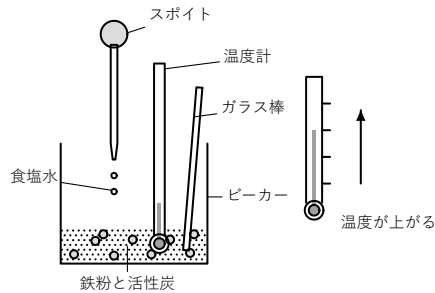
7 燃やさなくても、温度が上がる化学変化はある？

このページのゴール 化学かいろの実験から、発熱反応の意味と例を言える

① 炎が出なくても、温かい物がある

燃焼は、熱や光を出して激しく進む酸化で、まわりの温度が上がります。①の鉄と硫黄が結びつく変化も、熱を出して、加熱をやめても反応が進みました。冬に使う使い捨てかいろは、炎も出ないのに温かくなります。何が起きているのでしょうか。

② 実験：化学かいろをつくる



- ① ビーカーに鉄粉と活性炭を入れて混ぜる。
- ② 温度計で温度をはかる。
- ③ 食塩水を加えてガラス棒でかき混ぜ、温度の変わり方を見る。
なぜ：食塩水は、鉄が酸素と結びつく変化を速めるため。

結果：温度がしだいに上がります。鉄が空気中の酸素と結びつく（酸化）ときに、熱が出るからです。活性炭は空気（酸素）をとりこみやすくします。市販の使い捨てかいろにも鉄粉・活性炭・食塩水などが入っていて、袋から出して空気にふれると、炎を出さずにゆっくり酸化が進んで温かくなります。

発熱反応 … 化学変化が起こるときに熱を出し、まわりの温度が上がる反応

発熱反応の例	熱が出るわけ・ようす
燃焼	熱や光を出して激しく酸化される
化学かいろ	鉄がゆっくり酸化される（炎は出ない）
鉄と硫黄の混合物の加熱（①）	鉄と硫黄が結びついて熱が出て、加熱をやめても進む
酸化カルシウムに水を加える	温度が上がる。加熱式の弁当（ひもを引くと温まる弁当）に使われる

合言葉 「温度が上がれば発熱反応」

注意 × 温度が上がる化学変化は、炎を出して燃えるものだけ → ○ 化学かいろの鉄粉のように、炎を出さずに熱を出す発熱反応もある

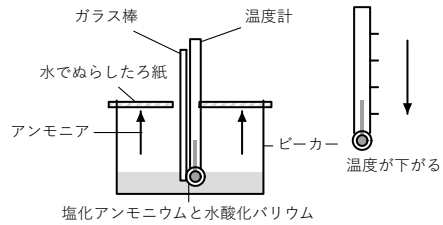
8 温度が下がる化学変化はある？

このページのゴール 温度が下がる実験から、吸熱反応の意味と例を言える

① 反対に、冷える化学変化はある？

7ページでは、化学変化で熱が出ました。反対に、まわりが冷える化学変化はあるのでしょうか。

② 実験：塩化アンモニウムと水酸化バリウムを混ぜる



- ① ビーカーに塩化アンモニウムと水酸化バリウムを入れる。
- ② 水でぬらしたろ紙をかぶせる。
なぜ：出てくるアンモニアは水に非常にとけやすいので、ろ紙の水にとかして、においが広がるのを防ぐため。
- ③ ガラス棒でかき混ぜ、温度計で温度の変わり方を見る。

結果：温度が下がり、刺激臭のある気体（アンモニア）が発生します。

吸熱反応 … 化学変化が起こるときにまわりから熱をうばい（吸収し）、まわりの温度が下がる反応

③ 身近な吸熱反応

炭酸水素ナトリウムとクエン酸を水に入れると、二酸化炭素の泡が出て、温度が下がります。泡の出る入浴剤の多くには炭酸水素ナトリウムとクエン酸などが入っていて、湯の中で反応して二酸化炭素の泡が出ます。

	まわりの温度	熱の動き	例
発熱反応	上がる	熱を出す	燃焼・化学かいろ・酸化カルシウムと水
吸熱反応	下がる	まわりから熱をうばう	塩化アンモニウムと水酸化バリウム・炭酸水素ナトリウムとクエン酸

化学変化には、熱の出入りがともないます。出せば発熱反応、うばえば吸熱反応で、温度計で見分けます。

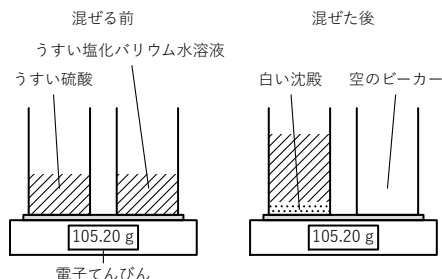
合言葉 「温度が下がれば吸熱反応」

注意 × 化学変化が起こると、いつも熱が出る → ○ まわりから熱をうばい、温度が下がる吸熱反応もある

9 化学変化の前と後で、全体の質量は変わる？

このページのゴール 沈殿ができる反応と気体が出る反応の結果から、質量保存の法則を言える

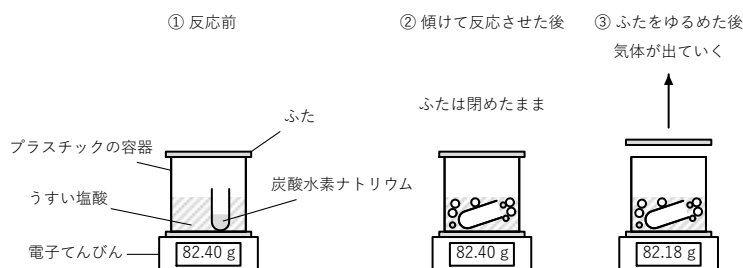
2・3ページで、燃やすと軽くなる物と重くなる物がありました。化学変化で、全体の質量は変わるのでしょうか。中1では、状態変化で質量は変わらないと学びました。



沈殿ができる反応 うすい硫酸とうすい塩化バリウム水溶液を別々のビーカーに入れ、2つのビーカーごと電子てんびんで質量をはかります。混ぜると、白い沈殿（硫酸バリウム。水にとけにくい白い物質）ができます。

混ぜた後に2つのビーカーごとをはかると、混ぜる前と同じ 105.20 g のままでした。

① 気体が出る反応



- ① 容器にうすい塩酸と、炭酸水素ナトリウムを入れた小さな試験管を入れ、ふたを閉めてはかる。
- ② 容器を傾けて混ぜ、ふたを閉めたままはかる。
なぜ：ふたを閉めたまま反応させ、出た気体を容器の外に逃がさないため。
- ③ ふたをゆるめてから、もう一度はかる。結果：82.40 g → 82.40 g → 82.18 g (0.22 g 軽くなった。出ていった二酸化炭素の分)

質量保存の法則 … 化学変化の前後で、その化学変化に関係している物質全体の質量は変わらない

合言葉 「ふたをすれば、質量は変わらない」

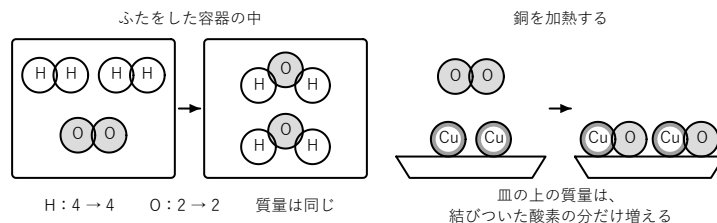
注意 × 気体が出る化学変化では、質量保存の法則は成り立たない → ○ ふたをして気体を逃がさなければ、全体の質量は変わらない（軽くなるのは、気体が外に出ていったから）

10 なぜ、化学変化の前後で全体の質量は変わらない？

このページのゴール 質量が変わらないわけを、原子の種類と数で言える

① 原子の組み合わせは変わっても、原子は変わらない

9ページで、ふたをすれば質量は変わりませんでした。そのわけは、①の7ページで学んだ原子の性質です。化学変化では、原子の**組み合わせ**が変わるので、物質や分子の種類は変わります。しかし、原子の**種類と数**は変わりません。だから全体の質量は変わらないのです。①の $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ でも、左右とも $\text{H}4 \cdot \text{O}2$ です。



② 質量が増える・減るのも、法則どおり

銅を加熱して重くなるのは、銅が空気中の酸素と結びつくからです。皿の上の質量は、結びついた酸素の分だけ増えます（皿の上の銅 + 空気中の酸素 = できた酸化銅）。木炭が軽くなるのは、二酸化炭素が空気中に出ていくからです（反応した炭素 + 酸素 = 出ていった二酸化炭素）。どちらも、まわりの空気も合わせて考えれば、全体の質量は変わりません。

③ 出ていった気体の質量を求める

うすい塩酸の入ったビーカー全体 60.00 g と石灰石 2.00 g を用意しました（合計 62.00 g）。石灰石を入れて気体が出なくなってからはかると、61.12 g でした。

- ① 反応前の全体の質量を求める。 $60.00 + 2.00 = 62.00$ (g)
- ② 反応後の全体の質量をはかる。 61.12 g
- ③ 引き算で、出ていった気体の質量を求める。 $62.00 - 61.12 = 0.88$ (g)
なぜ：反応前の全体 - 反応後の全体 = 出ていった気体の質量だから。

出ていった二酸化炭素は 0.88 g です。

合言葉 「原子の種類と数は変わらない」

注意 × 銅を加熱すると重くなるので、質量保存の法則は成り立たない → ○ 結びついた空気中の酸素の分だけ重くなる。酸素も合わせれば全体の質量は変わらない

11 銅を何回も加熱すると、どこまで重くなる？

このページのゴール 銅を加熱をくり返したときの質量の変わり方と、増えなくなるわけを言える

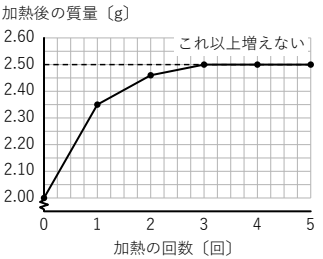
① 加熱を続ければ、どこまでも重くなる？

2ページで、銅は加熱すると酸素と結びつき、10ページで、その分重くなると分かりました。加熱を続ければ、どこまでも重くなるのでしょうか。装置は2ページと同じです。

② 実験：銅の粉末 2.00 g の加熱をくり返す

- ① 銅の粉末をステンレス皿に、うすく広げて加熱する。
なぜ：空気（酸素）にふれやすくして、全部の銅が酸素と結びつくようにするため。
- ② 冷ましてから質量をはかる。
なぜ：熱いままだと、まわりに空気の流れができて、電子てんびんの表示がずれるため。
- ③ よくかき混ぜてから、また加熱する。
なぜ：下の方の銅も空気にふれさせるため。

加熱の回数	0	1	2	3	4	5
質量 (g)	2.00	2.35	2.46	2.50	2.50	2.50
増加 (g)	—	0.35	0.11	0.04	0.00	0.00



増加（前の回との差）はしだいに小さくなり、3回目で 2.50 g になり、そのあとは増えなくなりました。銅が全部酸素と結びつき（全部酸化銅になり）、それ以上結びつく銅が無いからです。銅 2.00 g に結びつく酸素は、最大 $2.50 - 2.00 = 0.50$ g です。結びつく酸素の量には、限度があります。

グラフの折れ線が横ばいになった所が、銅が全部酸素と結びついた所です。最大で結びついた酸素 0.50 g は、銅 2.00 g の $\frac{1}{4}$ です。この割合が、12ページで学ぶ質量の比につながります。

2回目の加熱のあと（2.46 g）は、まだ反応していない銅が残っています（結びついた酸素は 0.46 g）。この考え方は、14ページでくわしく使います。

合言葉 「全部結びつくと、もう増えない」

注意 × 加熱を続ければ、いくらでも重くなる → ○ 金属が全部酸素と結びつくと、それ以上は増えない

12 金属の質量と、結びつく酸素の質量には、どんな関係がある？

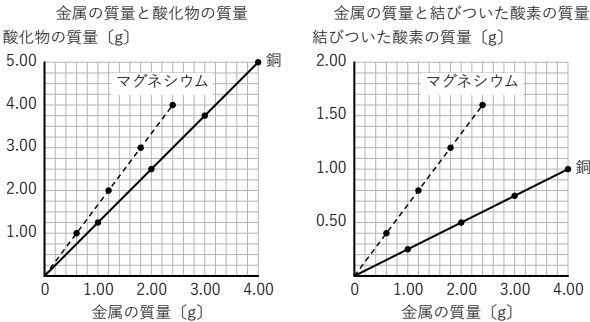
このページのゴール 金属と結びつく酸素の質量の比を、表とグラフから求めて言える

11ページで、銅 2.00 g に結びつく酸素は 0.50 g でした。金属の質量を変えて、増えなくなるまで加熱した結果です。結びついた酸素は、酸化物の質量 - 金属の質量で求めます。

銅の質量 (g)	1.00	2.00	3.00	4.00
酸化銅の質量 (g)	1.25	2.50	3.75	5.00
結びついた酸素 (g)	0.25	0.50	0.75	1.00

マグネシウムの質量 (g)	0.60	1.20	1.80	2.40
酸化マグネシウムの質量 (g)	1.00	2.00	3.00	4.00
結びついた酸素 (g)	0.40	0.80	1.20	1.60

① グラフにすると、原点を通る直線



どちらも原点を通る直線（比例）なので、質量の比はいつも一定です。

	金属：酸素	金属：酸化物
銅	4：1	4：5
マグネシウム	3：2	3：5

表から比を出す：銅 1.00 g に酸素 0.25 g なら、 $1.00 : 0.25 = 4 : 1$ 。最も簡単な整数の比にします。
比が一定になるわけ： $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$ では、銅原子と酸素原子が 1：1 で結びつきます。銅原子 1 個の質量は酸素原子 1 個の約 4 倍なので、質量の比は 4：1 です。マグネシウム原子 1 個は酸素原子 1 個の約 1.5 倍なので 3：2 です。同じ質量なら、マグネシウムの方が多くの酸素と結びつきます。

合言葉 「銅：酸素=4：1、マグネシウム：酸素=3：2」

注意 × 銅と酸化銅の質量の比は 4：1 → ○ 4：1 は銅と結びつく酸素の比。銅と酸化銅は 4：5

13 質量の比を使って、質量を求めるには？

このページのゴール 質量の比を使って、結びつく酸素や酸化物、金属の質量を求められる

12ページの比が分かれば、実験しなくても質量が求められます。

- ① 何と何の質量の比かを定める（金属と酸素・金属と酸化物・酸素と酸化物）。
なぜ：どれを使うかで、比の数が変わるため。
- ② 分かっている質量と、求める質量を、比と同じ順に並べる。
なぜ：順がずれると、かけるのとわるのが逆になるため。
- ③ 比の式（ $a : b = c : x$ ）を解く。
- ④ 答えが「酸化物」か「酸素」かを見直す。酸化物の質量 = 金属の質量 + 結びついた酸素の質量。

① 例で確かめる

問い	比を決める	比の式	答えと見直し
銅 3.2 g を全部酸化させると、結びつく酸素は？	銅：酸素 = 4：1	$4 : 1 = 3.2 : x$ $x = 3.2 \times \frac{1}{4}$	0.8 g（銅 3.2 + 酸素 0.8 = 4.0 g の酸化銅になる）
同じ銅 3.2 g からできる酸化銅は？	銅：酸化銅 = 4：5	$4 : 5 = 3.2 : x$ $x = 3.2 \times \frac{5}{4}$	4.0 g（上の 3.2 + 0.8 = 4.0 g と同じ）
酸化マグネシウム 2.5 g をつくるのに要するマグネシウムは？	マグネシウム：酸化マグネシウム = 3：5	$3 : 5 = x : 2.5$ $x = 2.5 \times \frac{3}{5}$	1.5 g（酸素は 2.5 - 1.5 = 1.0 g）
酸素 0.6 g と結びつく銅は？（酸素から金属を求める）	銅：酸素 = 4：1	$4 : 1 = x : 0.6$ $x = 0.6 \times 4$	2.4 g（酸素 0.6 g は、小さい方の 1 にあたる）

混ぜた物は、別々に計算して足す 銅 0.80 g とマグネシウム 0.60 g を混ぜて十分に加熱すると、酸化銅と酸化マグネシウムができます。金属ごとに別々に計算して足すので、加熱後の質量は 1.00 + 1.00 = 2.00 g です。

	比を決める	比の式	酸化物
銅 0.80 g	銅：酸化銅 = 4：5	$4 : 5 = 0.80 : x$ $x = 0.80 \times \frac{5}{4}$	1.00 g
マグネシウム 0.60 g	マグネシウム：酸化マグネシウム = 3：5	$3 : 5 = 0.60 : x$ $x = 0.60 \times \frac{5}{3}$	1.00 g

合言葉 「何と何の比かを、先に決める」

注意 × 銅 3.2 g からできる酸化銅を、 $4 : 1 = 3.2 : x$ で 0.8 g とする → ○ 0.8 g は結びつく酸素。酸化銅は $3.2 + 0.8 = 4.0$ g（または 4：5 を使う）

14 全部が反応しなかったとき、どう考える？

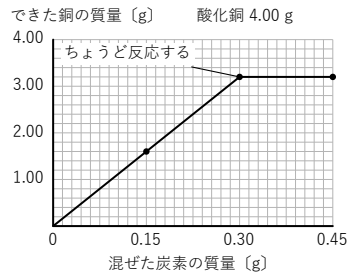
このページのゴール 反応しきらなかった物の質量を求め、足りない方の量でできる量が決まることを言える

11ページの2回目のように、加熱が足りないと、反応していない銅が残ります。銅 2.00 g を1回だけ加熱したら 2.30 g になりました。増えた質量 $2.30 - 2.00 = 0.30$ g が、結びついた酸素です。酸素と結びついた銅は $0.30 \times 4 = 1.20$ g (銅：酸素 = 4：1) なので、結びつかずに残った銅は $2.00 - 1.20 = 0.80$ g です。

① 炭素で酸素をうばう量

酸化銅 4.00 g に混ぜる炭素の質量を変えて、気体が出なくなるまで加熱しました。

炭素の質量	残った固体	固体の色と中身
0.15 g	3.60 g	赤色と黒色 銅と、反応しなかった酸化銅
0.30 g	3.20 g	赤色だけ 銅だけ
0.45 g	3.35 g	赤色と黒色 銅と、反応しなかった炭素



0.30 g のとき、酸化銅 4.00 g と炭素 0.30 g が**ちょうど**反応し、銅 3.20 g ができます。出た二酸化炭素は $4.00 + 0.30 - 3.20 = 1.10$ g です (質量保存の法則)。

0.15 g のときは炭素が足りず、酸化銅の半分 (2.00 g) だけが反応して、銅 1.60 g ができます。0.45 g のときは酸化銅が全部反応しても炭素が 0.15 g 余るので、銅は 3.20 g のままです。

② 足りない方の量で、できる量が決まる

まず、ちょうど反応する量を求めて、どちらが足りないかを見ます。炭素が足りないときは炭素が全部反応し、炭素と二酸化炭素の質量の比は $0.30 : 1.10 = 3 : 11$ で一定です。**例** 酸化銅 4.00 g に炭素 0.21 g：ちょうど反応する 0.30 g より少ないので炭素が足りない。二酸化炭素は $0.21 \times \frac{11}{3} = 0.77$ g、反応した酸化銅は $4.00 \times \frac{0.21}{0.30} = 2.80$ g なので、できる銅は $2.80 \times \frac{4}{5} = 2.24$ g です。

合言葉 「足りない方の量で決まる」

注意 × 2.00 g の銅が 2.30 g になったら、銅 2.00 g が全部反応した → ○ 増えた 0.30 g の酸素と結びついた銅 (1.20 g) だけが反応した

注意 × 炭素を増やせば、できる銅はいくらでも増える → ○ 酸化銅が全部反応したら、銅はそれ以上増えない

確認問題① 炭とスチールウール

答えと解説は23～25ページ（12・13枚目の紙）にあります。【 】は、わからないときに読み直すページです。

1 炭やエタノールが燃える 【2・4ページ】

- (1) 木炭（主な成分は炭素）を燃やしたときに発生する気体の名前を書きなさい。 _____
- (2) (1)の気体を集めた集気びんに石灰水を入れてふると、石灰水はどうなりますか。 _____
- (3) 木炭を燃やしたあとに残った灰の質量は、燃やす前の木炭の質量とくらべてどうなりますか。次のア～ウから1つ選びなさい。
ア 増える イ 減る ウ 変わらない _____
- (4) (3)のようになるのは、なぜですか。次のア～エから1つ選びなさい。
ア 酸素が灰の中に残るから イ 木炭が消えてなくなるから ウ 炭素が酸素と結びついてできた気体が、空気中に出ていくから エ 炭素が灰に変わるから _____
- (5) エタノールを燃やしたときにできる物質を2つ書きなさい。 _____
- (6) 物質が酸素と結びつく化学変化を何といいますか。 _____
- (7) (6)の変化でできた物質を何といいますか。 _____

2 スチールウールを燃やす 【3ページ】

棒のてんびんの左右に、同じ質量のスチールウールをつるしてつり合わせました。次に、左のスチールウールだけにガスバーナーで火をつけて燃やしました。

- (1) 火が消えてから、棒はどうなりますか。次のア～ウから1つ選びなさい。
ア 右が下がる イ 左が下がる ウ 水平のまま _____
- (2) 燃やした後の物質の色は何色ですか。 _____
- (3) 電流が流れにくいのは、燃やす前と燃やした後のどちらですか。 _____
- (4) うすい塩酸に入れたとき、気体が発生するのは、燃やす前と燃やした後のどちらですか。 _____
- (5) (4)で発生する気体の名前を書きなさい。 _____
- (6) 燃やした後の質量が増えたのは、なぜですか。次のア～エから1つ選びなさい。
ア 鉄に空気中の酸素が結びついたから イ 鉄がとけて広がったから ウ 熱が鉄にたまったから エ 鉄の粒が細かくなったから _____

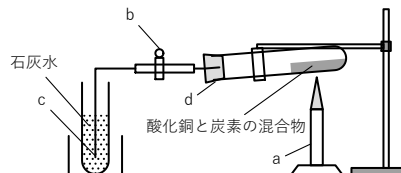
確認問題② 金属の加熱と、酸化銅と炭素の実験

答えと解説は23～25ページ（12・13枚目の紙）にあります。【 】は、わからないときに読み直すページです。

3 金属を加熱する【2・4ページ】

- (1) 銅の粉末をステンレス皿にうすく広げて加熱すると、粉末の色は何色に変わりますか。 _____
- (2) 次の化学反応式の（ ）にあてはまる係数を書きなさい。（ ） $\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow$ （ ） CuO _____
- (3) マグネシウムリボンをガスバーナーで加熱したときのようなすとして正しいものを、次のア～エから1つ選びなさい。
ア 炎を出さずに赤くなる イ 光も熱も出さずに黒くなる ウ 少しとけるだけで変化しない エ 強い光と熱を出して激しく燃える _____
- (4) (3) のあとにできた物質の色は何色ですか。 _____
- (5) (3) でできた物質の名前を書きなさい。 _____
- (6) マグネシウムと酸素が結びつく変化を、化学反応式で書きなさい。 _____
- (7) 物質が熱や光を出しながら、激しく酸化される変化を何といいますか。 _____
- (8) 鉄が空气中でゆっくりさびる変化について正しい文を、次のア～エから1つ選びなさい。
ア 酸素と結びつく変化だが、熱や光を出す激しい変化ではない イ 酸素と結びつく変化で、熱や光を出して激しく進む ウ 酸素をうばわれる変化である エ 酸素とは関係のない変化である _____

4 酸化銅と炭素を加熱する【5ページ】



酸化銅の粉末と炭素の粉末をよく混ぜて試験管に入れ、図のような装置で加熱しました。図の a～d は、装置の一部を示しています。

- (1) 石灰水はどうなりますか。 _____
- (2) (1) のとき、出た気体の名前を書きなさい。 _____
- (3) 試験管に残った赤色の物質を薬さじでこすると、どうなりますか。 _____
- (4) (3) の物質の名前を書きなさい。 _____
- (5) ガスバーナーの火を消す前に、石灰水から出しておく物はどれですか。a～d から1つ選びなさい。 _____
- (6) 火を消したあと、ピンチコック (b) でゴム管を閉じるのは、なぜですか。次のア～エから1つ選びなさい。
ア 石灰水を試験管に吸いこませるため イ 試験管が割れるのを防ぐため ウ 試験管に空気が入り、できた物質がまた酸素と結びつくのを防ぐため エ 発生した気体を集めるため _____
- (7) 加熱後の試験管の中の物質の質量は、加熱前の混合物とくらべてどうなりますか。次のア～ウから1つ選びなさい。
ア 増える イ 減る ウ 変わらない _____

確認問題③ 酸素の動きと、温度の変化

答えと解説は23～25ページ（12・13枚目の紙）にあります。【 】は、わからないときに読み直すページです。

5 酸素をうばう変化【6ページ】

- (1) 酸化物から酸素がとり除かれる化学変化を何といいますか。 _____
- (2) $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ の反応で、酸素をうばわれた物質の名前を書きなさい。 _____
- (3) (2) の反応で、酸素と結びついた物質の名前を書きなさい。 _____
- (4) 次の化学反応式の□にあてはまる化学式を書きなさい。 $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \square$ _____
- (5) 火のついたマグネシウムリボンを二酸化炭素の中に入れると、白い物質と黒い物質ができます。黒い物質の名前を書きなさい。 _____
- (6) 酸素をうばわれる変化と、酸素と結びつく変化について正しい文を、次のア～エから1つ選びなさい。
ア 酸素をうばわれる変化だけが起こり、酸素と結びつく変化は起こらない イ 酸素と結びつく変化だけが起こり、酸素をうばわれる変化は起こらない ウ 酸素をうばわれる変化と、酸素と結びつく変化が同時に起こる エ どちらの変化も起こらない _____
- (7) 鉄鉱石から鉄を取り出すとき、鉄鉱石といっしょに高い温度で加熱する物を、次のア～エから1つ選びなさい。
ア 石灰水 イ 食塩 ウ 酸素 エ コークス _____

6 温度が変わる化学変化【7・8ページ】

- (1) ピーカーに鉄粉と活性炭を入れて混ぜ、食塩水を加えてかき混ぜると、温度はどうなりますか。 _____
- (2) (1) のとき、鉄粉が結びつく物を、次のア～ウから1つ選びなさい。
ア 窒素 イ 酸素 ウ ヘリウム _____
- (3) (1) のように、化学変化のときに熱を出す反応を何といいますか。 _____
- (4) 塩化アンモニウムと水酸化バリウムを混ぜてかき混ぜると、温度はどうなりますか。 _____
- (5) (4) のとき、発生する刺激臭のある気体の名前を書きなさい。 _____
- (6) (4) の実験で、水でぬらしたろ紙をかぶせるのは、なぜですか。次のア～エから1つ選びなさい。
ア 反応を速めるため イ 温度が高くなりすぎるのを防ぐため ウ 気体が水にとけやすいので、においが広がるのを防ぐため エ 発生した気体を集めるため _____
- (7) (4) のように、化学変化のときにまわりから熱をうばう反応を何といいますか。 _____
- (8) 次のア～エのうち、温度が下がる化学変化を1つ選びなさい。
ア マグネシウムが燃える イ 炭酸水素ナトリウムとクエン酸を水に入れる ウ 鉄と硫黄の混合物を加熱する エ 酸化カルシウムに水を加える _____

確認問題 ④ 質量の変わり方

答えと解説は23～25ページ（12・13枚目の紙）にあります。【 】は、わからないときに読み直すページです。

7 混ぜる前と後の質量 【9ページ】

- (1) うすい硫酸とうすい塩化バリウム水溶液を混ぜると、白い物質ができます。この白い物質の名前を書きなさい。 _____
- (2) 混ぜる前と後で、2つのビーカーごとにはかった全体の質量はどうなりますか。次のア～ウから1つ選びなさい。
ア 重くなる イ 軽くなる ウ 変わらない _____
- (3) 炭酸水素ナトリウムにうすい塩酸を加えて反応させると、気体が発生します。この気体の名前を書きなさい。 _____
- (4) うすい塩酸と、炭酸水素ナトリウムを入れた小さな試験管をプラスチックの容器に入れ、ふたを閉めて全体の質量をはかりました。容器を傾けて混ぜ、ふたを閉めたまま質量をはかると、反応前とくらべてどうなりますか。次のア～ウから1つ選びなさい。
ア 軽くなる イ 同じ ウ 重くなる _____
- (5) 次に、ふたをゆるめてから質量をはかると、(4)の質量とくらべてどうなりますか。次のア～ウから1つ選びなさい。
ア 軽くなる イ 同じ ウ 重くなる _____
- (6) (5)のようになるのは、なぜですか。次のア～ウから1つ選びなさい。
ア 気体が容器の中で別の物質に変わったから イ 反応でできた気体が、容器の外に出ていったから ウ 容器が空気中の気体と結びついたから _____
- (7) 化学変化の前後で、その化学変化に関係している物質全体の質量が変わらないことを、何といいますか。 _____

8 質量が変わらないわけ 【10ページ】

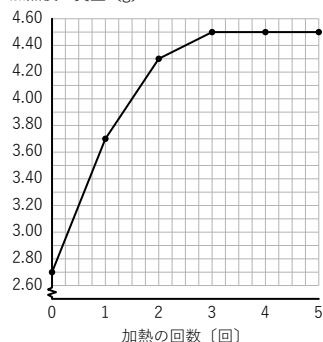
- (1) 化学変化の前後で変わらない物を、次のア～エから1つ選びなさい。
ア 原子の組み合わせ イ 分子の種類 ウ 物質の種類 エ 原子の種類と数 _____
- (2) 化学変化の前後で変わる物を、次のア～エから1つ選びなさい。
ア 原子の種類 イ 原子の数 ウ 原子の組み合わせ エ 原子1個の質量 _____
- (3) 銅の粉末を空気中で加熱すると質量が増えるのは、なぜですか。次のア～エから1つ選びなさい。
ア 銅が空気中の酸素と結びつくから イ 銅の粒が大きくなるから ウ 銅が空気中の窒素とだけ結びつくから エ 銅から熱が出るから _____
- (4) うすい塩酸の入ったビーカー全体と石灰石の質量の合計が 85.00 g でした。石灰石を入れて気体が出なくなってからはかると、84.56 g になりました。出ていった気体の質量は何gですか。 _____
- (5) ふたをした容器の中で、水素分子4個と酸素分子2個がちょうど反応しました。できる水分子は何個ですか。 _____

確認問題⑤ くり返し加熱と、質量の比

答えと解説は23～25ページ（12・13枚目の紙）にあります。【 】は、わからないときに読み直すページです。

9 くり返し加熱する【11ページ】

加熱後の質量 [g]

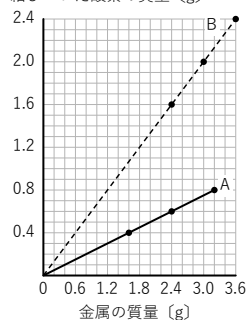


マグネシウムの粉末 2.70 g をステンレス皿にうすく広げて加熱し、冷ましてから質量をはかり、よくかき混ぜてまた加熱する、をくり返しました。図は、加熱の回数と加熱後の質量の関係です。

- (1) 加熱の回数を増やしたときの、加熱後の質量の変わり方として正しいものを、次のア～エから1つ選びなさい。
ア いつまでも増え続ける イ しだいに増え方が小さくなり、やがて増えなくなる ウ 減り続ける エ 回数に関係なく変わらない _____
- (2) (1) のようになるのは、なぜですか。次のア～エから1つ選びなさい。
ア 空気中の酸素がなくなるから イ 皿が熱くなりすぎるから ウ マグネシウムが全部酸素と結びつき、それ以上結びつくマグネシウムが無くなるから エ 加熱するたびにマグネシウムが減るから _____
- (3) マグネシウム 2.70 g に結びついた酸素の最大の質量は何gですか。 _____
- (4) 2回目の加熱のあとに、結びついていた酸素の質量は何gですか。 _____
- (5) 粉末をうすく広げて加熱するのは、なぜですか。次のア～エから1つ選びなさい。
ア 空気にふれやすくして、全部が酸素と結びつくようにするため イ 酸素を皿の中にためるため ウ 粉末が飛ばないようにするため エ 質量を軽くするため _____

10 金属と結びつく酸素【12ページ】

結びついた酸素の質量 [g]



銅の粉末とマグネシウムの粉末を、それぞれ質量を変えて十分に加熱しました。図は、金属の質量と結びついた酸素の質量の関係で、A・B の一方が銅、もう一方がマグネシウムです。

- (1) グラフから言えることとして正しいものを、次のア～エから1つ選びなさい。
ア 結びつく酸素の質量は、金属の質量に反比例する イ 結びつく酸素の質量は、金属の質量が増えても変わらない ウ 結びつく酸素の質量は、金属の質量に比例する エ 金属の質量が増えるほど、酸素の増え方が小さくなる _____
- (2) A の金属と、結びついた酸素の質量の比（金属：酸素）を、最も簡単な整数の比で書きなさい。 _____
- (3) B の金属と、結びついた酸素の質量の比（金属：酸素）を、最も簡単な整数の比で書きなさい。 _____
- (4) 銅は A・B のどちらですか。 _____
- (5) マグネシウムと、できる酸化マグネシウムの質量の比を、最も簡単な整数の比で書きなさい。 _____
- (6) $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$ で、結びつく銅原子と酸素原子の個数の比を、最も簡単な整数の比で書きなさい。 _____

確認問題⑥ 質量の計算

答えと解説は23～25ページ（12・13枚目の紙）にあります。【 】は、わからないときに読み直すページです。

11 質量を計算する 【13ページ】

次の質量を、途中の式も書いて、数字で求めなさい。

(1) 銅 5.2 g と結びつく酸素は何gですか。

(2) 銅 5.2 g からできる酸化銅は何gですか。

(3) 酸化銅 3.0 g をつくるのに要する銅は何gですか。

(4) 酸化銅 8.5 g にふくまれる酸素は何gですか。

(5) マグネシウム 3.3 g と結びつく酸素は何gですか。

(6) マグネシウム 3.3 g からできる酸化マグネシウムは何gですか。

(7) 銅 1.2 g とマグネシウム 1.2 g を混ぜて十分に加熱しました。加熱後の質量は何gですか。

12 反応しきらないとき 【11・14ページ】

(1) 銅 4.0 g を1回だけ加熱したら、4.9 g になりました。結びついた酸素は何gですか。

(2) (1) の酸素と結びついた銅は何gですか。

(3) 酸素と結びつかずに残った銅は何gですか。

(4) 酸化銅 4.00 g と炭素 0.30 g がちょうど反応して、銅 3.20 g ができます。酸化銅 8.00 g とちょうど反応する炭素は何gですか。

(5) (4) のとき、できる銅は何gですか。

13 わけを書く 【2・3・6・10ページ】

(1) 木炭は燃やすと軽くなるのに、スチールウールは燃やすと重くなります。そのわけを書きなさい。

(2) 酸化銅と炭素の反応で、還元と酸化が同時に起こっていると言えるのは、なぜですか。

(3) 化学変化の前後で、全体の質量が変わらないのは、なぜですか。「原子」という語を使って書きなさい。

覚えることの一覧（何も見ずに書けるか、紙でかくして確かめよう）

酸化と燃焼（2～4ページ）

酸化・酸化物・燃焼	酸化＝物質が酸素と結びつく化学変化。酸化物＝酸化によってできた物質。燃焼＝熱や光を出しながら激しく酸化されること（酸化の一部）。例：木炭・マグネシウム・スチールウールは燃焼、銅の加熱・鉄のさびは燃焼ではない酸化。有機物は燃えると二酸化炭素と水ができる（石灰水と塩化コバルト紙で確かめる）
酸化の化学反応式	$C + O_2 \rightarrow CO_2$ / $2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$ / $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$ / $CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$ （酸化銅は還元、水素は酸化）
スチールウール	燃やす前→燃やした後：灰色っぽい銀色で光沢→黒っぽい／弾力がある→ろい／電流が流れる→流れにくい／塩酸で気体（水素）が発生→ほとんど発生しない。質量は結びついた酸素の分だけ増える（木炭は二酸化炭素が出ていくので減る）

還元（5・6ページ）

還元	酸化物から酸素がとり除かれる化学変化。還元が起こるときは、必ず酸化も同時に起こる。 $2CuO + C \rightarrow 2Cu + CO_2$ / $2Mg + CO_2 \rightarrow 2MgO + C$
酸化銅と炭素の実験	①口を少し下げる（水滴が流れて割れるのを防ぐ）②ガラス管を石灰水から出してから火を消す（石灰水の逆流を防ぐ）③すぐピンチコックで閉じる（空気が入って銅がまた酸化されるのを防ぐ）④冷めてからとり出す。結果：石灰水が白くにごる・赤色の物質は、こすると光る銅・質量は減る

熱の出入り（7・8ページ）

	発熱反応	吸熱反応
定義	熱を出し、まわりの温度が上がる反応	まわりから熱をうばい、まわりの温度が下がる反応
例	燃焼・化学かいろ（鉄粉・活性炭・食塩水）・酸化カルシウムと水	塩化アンモニウムと水酸化バリウム（アンモニアが出る。ぬらしたろ紙で広がるのを防ぐ）・炭酸水素ナトリウムとクエン酸

質量保存の法則（9・10ページ）

質量保存の法則	化学変化の前後で、関係する物質全体の質量は変わらない。沈殿ができる反応は変わらない。気体が出る反応は、ふたをして逃がさなければ変わらない（ふたをゆるめると軽くなる）。わけ：原子の組み合わせは変わるが、原子の種類と数は変わらない。出ていった気体の質量＝反応前の全体－反応後の全体
---------	--

質量の比と計算（11～14ページ）

くり返し加熱	金属が全部酸素と結びつくと、それ以上は増えない（銅 2.00 g は最大 2.50 g）。うすく広げる（酸素にふれやすくする）・かき混ぜる・冷ましてからはかる
質量の比	グラフは原点を通る直線（比例）。銅：酸素＝4：1、銅：酸化銅＝4：5、マグネシウム：酸素＝3：2、マグネシウム：酸化マグネシウム＝3：5。酸化物の質量＝金属の質量＋結びついた酸素の質量
計算の手順	①何と何の比が決める ②分かっている質量と求める質量を比と同じ順に並べる ③比の式を解く ④酸化物か酸素かを見直す。混ぜた物は別々に計算して足す
反応しきらないとき	増えた質量＝結びついた酸素→反応した金属→残った金属。ちょうど反応する量を求め、足りない方の量で、できる量が決まる（酸化銅 4.00 g と炭素 0.30 g がちょうど反応して銅 3.20 g）

合言葉 「酸素と結びつけば酸化、酸素をうばわれれば還元」／「熱と光を出す激しい酸化が燃焼」／「ガラス管を出してから火を消し、ピンチコックで閉じる」／「温度が上がれば発熱反応、下がれば吸熱反応」／「ふたをすれば、質量は変わらない」／「原子の種類と数は変わらない」／「全部結びつくと、もう増えない」／「銅：酸素＝4：1、マグネシウム：酸素＝3：2」／「何と何の比かを、先に決める」／「足りない方の量で決まる」

まちがえやすいこと (× → ○)

ページ	まちがい (×) と、正しい形 (○)
2ページ	× 木炭が燃えて軽くなるのは、木炭が消えてなくなったから → ○ 炭素が酸素と結びついて二酸化炭素（気体）になり、空気中に出ていったから
3ページ	× スチールウールを燃やすと、燃えて軽くなる → ○ 酸素が結びついた分だけ重くなる
4ページ	× 燃焼と酸化は別の変化 → ○ 燃焼は、熱や光を出しながら激しく進む酸化（酸化の一部）
4ページ	× マグネシウムが燃える化学反応式は $\text{Mg} + \text{O} \rightarrow \text{MgO}$ → ○ 酸素は分子 O_2 なので $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$
5ページ	× 加熱をやめるときは、先にガスバーナーの火を消す → ○ 先にガラス管を石灰水から出してから火を消す（石灰水の逆流を防ぐ）
6ページ	× 酸化銅と炭素の反応では、還元だけが起こる → ○ 酸化銅が還元されると同時に、炭素は酸化される
7ページ	× 温度が上がる化学変化は、炎を出して燃えるものだけ → ○ 化学かいろの鉄粉のように、炎を出さずに熱を出す発熱反応もある
8ページ	× 化学変化が起こると、いつも熱が出る → ○ まわりから熱をうばい、温度が下がる吸熱反応もある
9ページ	× 気体が出る化学変化では、質量保存の法則は成り立たない → ○ ふたをして気体を逃がさなければ、全体の質量は変わらない（軽くなるのは、気体が外に出ていったから）
10ページ	× 銅を加熱すると重くなるので、質量保存の法則は成り立たない → ○ 結びついた空気中の酸素の分だけ重くなる。酸素も合わせれば全体の質量は変わらない
11ページ	× 加熱を続けられ、いくらでも重くなる → ○ 金属が全部酸素と結びつくと、それ以上は増えない
12ページ	× 銅と酸化銅の質量の比は 4 : 1 → ○ 4 : 1 は銅と結びつく酸素の比。銅と酸化銅は 4 : 5
13ページ	× 銅 3.2 g からできる酸化銅を、4 : 1 = 3.2 : x で 0.8 g とする → ○ 0.8 g は結びつく酸素。酸化銅は 3.2 + 0.8 = 4.0 g（または 4 : 5 を使う）
14ページ	× 2.00 g の銅が 2.30 g になったら、銅 2.00 g が全部反応した → ○ 増えた 0.30 g の酸素と結びついた銅（1.20 g）だけが反応した
14ページ	× 炭素を増やせば、できる銅はいくらでも増える → ○ 酸化銅が全部反応したら、銅はそれ以上増えない

確認問題の答えと解説

1【2・4ページ】
(1) 二酸化炭素 炭素が酸素と結びついてできる気体。【2】
(2) 白くにごる 二酸化炭素の確かめ方。【2】
(3) イ できた気体が空気中に出ていくので、残った物は軽くなる。【2】
(4) ウ 炭素が酸素と結びついてできた気体は、空気中に出ていく。アは酸素が灰に残るのではない、イは、炭素は消えてなくなったのではなく、二酸化炭素（気体）に変わって出ていった、エは炭素は灰にならず気体になる。【2】
(5) 二酸化炭素と水 有機物の炭素が酸素と結びついて二酸化炭素、水素が酸素と結びついて水ができる。【4】
(6) 酸化 酸素と結びつく変化を酸化という。【2】
(7) 酸化物 酸化によってできた物質を酸化物という（二酸化炭素・水も酸化物）。【2】
2【3ページ】
(1) イ 燃やした左は酸素が結びついて重くなるので、左が下がる。【3】
(2) 黒っぽい色（黒色） 灰色っぽい銀色から、黒っぽい色に変わる。【3】
(3) 燃やした後 鉄とはちがう物質になり、電流が流れにくくなる。【3】
(4) 燃やす前 鉄がうすい塩酸と反応して気体が出る。燃やした後は鉄とはちがう物質なので、気体がほとんど発生しない。【3】
(5) 水素 鉄にうすい塩酸を加えると水素が発生する。【3】
(6) ア 鉄に空気中の酸素が結びついたので、その分重くなる。イ・ウ・エでは質量が増えるわけにならない。【3】
3【2・4ページ】
(1) 黒色 銅色から黒色に変わる。できた黒色の物質は、銅と酸素が結びついた酸化銅。【2】

(2) 2Cu + O₂ → 2CuO（どちらも2） O：左2・右1 → CuOの前に2 → Cu：左1・右2 → Cuの前に2の順に決める。【2】
(3) エ マグネシウムは、強い光と熱を出して激しく燃える。【4】
(4) 白色 燃えたあとに白色の物質ができる。【4】
(5) 酸化マグネシウム マグネシウムと酸素が結びついた物。【4】
(6) 2Mg + O₂ → 2MgO Mg + O ₂ → MgO（O：左2・右1） → Mg + O ₂ → 2MgO（Mg：左1・右2） → 2Mg + O ₂ → 2MgOの順に決める。【4】
(7) 燃焼 木炭・マグネシウム・スチールウールの燃え方は燃焼。【4】
(8) ア さびは鉄が酸素とゆっくり結びつく変化で、熱や光を出す激しい変化ではない。イは激しい変化ではない、ウは酸素と結びつく変化、エは酸素に関係する変化なので、ちがう。【4】
4【5ページ】
(1) 白くにごる 出た気体で石灰水が白くにごる。【5】
(2) 二酸化炭素 石灰水を白くにごらせる気体は二酸化炭素。【5】
(3) 光る（金属光沢が出る） 金属は、みがくと光る。【5】
(4) 銅 赤色で、こすると光る金属は銅。【5】
(5) c 先に火を消すと、試験管の中の気体が冷えて縮み、石灰水が逆流するおそれがある。そのため、ガラス管の先（c）を石灰水から出す。【5】
(6) ウ 空気が入ると、できた熱い銅がまた酸素と結びついて、酸化銅にもどってしまうため。アは石灰水を吸いこませる必要はなく、イは割れるのを防ぐのは口を下げることやガラス管を出すこと、エは気体を集めるのが目的ではない。【5】
(7) イ 気体が出ていった分だけ、質量が減る。【5】

5【6ページ】

(1) 還元

酸素がとり除かれる変化を還元という。【6】

(2) 酸化銅

CuO が Cu になっているので、酸素をうばわれたのは酸化銅。【6】

(3) 炭素

C が CO_2 になっているので、酸素と結びついたのは炭素。【6】

(4) H_2O

水素が酸素と結びついて水ができる。左右で 0 は 1 つ。【6】

(5) 炭素

二酸化炭素が酸素をうばわれて、炭素になる。【6】

(6) ウ

1つの物質が酸素をうばわれれば、別の物質がその酸素と結びつくので、2つの変化は同時に起こる。【6】

(7) エ

ほとんどが炭素の燃料であるコークスを使って、酸化鉄から酸素をとり除く。【6】

6【7・8ページ】

(1) 上がる

鉄が酸素と結びつくときに熱が出る。【7】

(2) イ

鉄粉は、空気中の酸素と結びつく（酸化）。このときに熱が出る。【7】

(3) 発熱反応

熱を出し、まわりの温度が上がる反応を発熱反応という。【7】

(4) 下がる

まわりから熱をうばう。【8】

(5) アンモニア

塩化アンモニウムと水酸化バリウムが反応して、アンモニアが出る。【8】

(6) ウ

アンモニアは水に非常にとけやすいので、ろ紙の水にとかして、においが広がるを防ぐ。【8】

(7) 吸熱反応

熱をうばい、まわりの温度が下がる反応を吸熱反応という。【8】

(8) イ

炭酸水素ナトリウムとクエン酸を水に入れると、二酸化炭素の泡が出て温度が下がる。
 $\text{ア} \cdot \text{ウ} \cdot \text{エ}$ は熱を出す。【8】

7【9ページ】

(1) 硫酸バリウム

水にとけにくい白い沈殿ができる。【9】

(2) ウ

沈殿ができて、全体の質量は 105.20 g のまま変わらない。【9】

(3) 二酸化炭素

炭酸水素ナトリウムとうすい塩酸の反応で、二酸化炭素が出る。【9】

(4) イ

気体が容器の外に出ていかないので、質量は変わらない（ 82.40 g のまま）。【9】

(5) ア

ふたをゆるめると気体が出ていくので、軽くなる（ 82.18 g ）。【9】

(6) イ

反応でできた気体が、容器の外に出ていったから。 $\text{ア} \cdot \text{ウ}$ は、そのような変化は起こらない。【9】

(7) 質量保存の法則

化学変化の前後で、全体の質量は変わらない。【9】

8【10ページ】

(1) エ

原子の種類と数は変わらない。 $\text{ア} \cdot \text{イ} \cdot \text{ウ}$ は化学変化で変わる。【10】

(2) ウ

原子の組み合わせが変わって、別の物質ができる。原子の種類・数・質量は変わらない。【10】

(3) ア

銅が空気中の酸素と結びつくので、皿の上の質量は結びついた酸素の分だけ増える。【10】

(4) 0.44 g

式 $85.00 - 84.56 = 0.44 \text{ (g)}$ 。反応前の全体 - 反応後の全体が、出ていった気体の質量。【10】

(5) 4個

$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ の2倍なので、水分子は4個。左右とも $\text{H}8 \cdot \text{O}4$ で、原子の種類と数が同じ。【10】

9 【11ページ】

(1) イ

グラフは、増え方がしだいに小さくなり、3回目で4.50 gになり、そのあとは変わらない。【11】

(2) ウ

マグネシウムが全部酸素と結びつくと、それ以上結びつくマグネシウムが無いので増えない。【11】

(3) 1.80 g

式 $4.50 - 2.70 = 1.80$ (g)。増えなくなったときの質量との差。【11】

(4) 1.60 g

式 $4.30 - 2.70 = 1.60$ (g)。まだ反応していないマグネシウムが残っている。【11】

(5) ア

空気（酸素）にふれやすくして、全部が酸素と結びつくようにするため。【11】

10 【12ページ】

(1) ウ

原点を通る直線なので、結びつく酸素の質量は金属の質量に比例する。【12】

(2) 4 : 1

式 $1.6 : 0.4 = 4 : 1$ 。【12】

(3) 3 : 2

式 $2.4 : 1.6 = 3 : 2$ 。【12】

(4) A

銅 : 酸素 = 4 : 1 なので A。B はマグネシウム。【12】

(5) 3 : 5

B で、マグネシウム 3.0 g に酸素 2.0 g が結びつくので、酸化マグネシウムは $3.0 + 2.0 = 5.0$ g。 $3.0 : 5.0 = 3 : 5$ 。【12】

(6) 1 : 1

CuO は、銅原子1個と酸素原子1個が結びついた物。【12】

11 【13ページ】

(1) 1.3 g

銅 : 酸素 = 4 : 1 より $4 : 1 = 5.2 : x$ $x = 5.2 \times \frac{1}{4} = 1.3$ (g)。【13】

(2) 6.5 g

式 $5.2 + 1.3 = 6.5$ (g)。または $4 : 5 = 5.2 : x$ $x = 5.2 \times \frac{5}{4} = 6.5$ (g)。【13】

(3) 2.4 g

銅 : 酸化銅 = 4 : 5 より $4 : 5 = x : 3.0$ $x = 3.0 \times \frac{4}{5} = 2.4$ (g)。【13】

(4) 1.7 g

銅 : 酸素 = 4 : 1、銅 : 酸化銅 = 4 : 5 なので、酸化銅 : 酸素 = 5 : 1。 $5 : 1 = 8.5 : x$ $x = 8.5 \times \frac{1}{5} = 1.7$ (g)。【13】

(5) 2.2 g

マグネシウム : 酸素 = 3 : 2 より $3 : 2 = 3.3 : x$ $x = 3.3 \times \frac{2}{3} = 2.2$ (g)。【13】

(6) 5.5 g

式 $3.3 + 2.2 = 5.5$ (g)。または $3 : 5 = 3.3 : x$ $x = 3.3 \times \frac{5}{3} = 5.5$ (g)。【13】

(7) 3.5 g

別々に計算して足す。銅 : $1.2 \times \frac{5}{4} = 1.5$ (g)。マグネシウム : $1.2 \times \frac{5}{3} = 2.0$ (g)。合計 $1.5 + 2.0 = 3.5$ (g)。【13】

12 【11・14ページ】

(1) 0.9 g

式 $4.9 - 4.0 = 0.9$ (g)。増えた質量が、結びついた酸素。【11】

(2) 3.6 g

銅 : 酸素 = 4 : 1 より $0.9 \times 4 = 3.6$ (g)。【14】

(3) 0.4 g

式 $4.0 - 3.6 = 0.4$ (g)。【14】

(4) 0.60 g

酸化銅が2倍なので、炭素も2倍。 $0.30 \times 2 = 0.60$ (g)。【14】

(5) 6.40 g

銅も2倍。 $3.20 \times 2 = 6.40$ (g)。【14】

13 【2・3・6・10ページ】

(1) (例) どちらも酸素と結びつくが、木炭は二酸化炭素という気体になって空気中に出ていくので軽くなり、スチールウールは固体の酸化鉄になってその場に残り、結びついた酸素の分だけ重くなるから。

入れる語：酸素と結びつく・気体で空気中に出ていく・固体で残る・酸素の分重くなる。【2・3】

(2) (例) 酸化銅は酸素をうばわれて銅になり、炭素はその酸素と結びついて二酸化炭素になっているから。

入れる語：酸化銅は酸素をうばわれる・炭素は酸素と結びつく。【6】

(3) (例) 化学変化の前後で、原子の組み合わせは変わるが、原子の種類と数は変わらないから。

入れる語：原子の組み合わせは変わる・原子の種類と数は変わらない。【10】