

1 全体像	2 状態変化	3～5 体積・質量と粒子	6～8 状態変化と温度	9・10 混合物と蒸留
-------	--------	--------------	-------------	-------------

1 この単元の全体像 ― 物質は、温度でどのようにすがたを変える？

このページのゴール
 この単元で学ぶ4つのこと（状態変化・体積と質量・状態変化と温度・混合物を分ける）を、ざっと言う

小学4年で、水は温度によって氷・水・水蒸気にすがたを変えること、水を冷やすと0℃で氷になって体積が増えること、水は100℃近くで沸騰することを学びました。中1⑤の密度、中1⑥の粒子の考え方も使います。氷・水・水蒸気のように、ほかの物質もすがたを変えるのか。そのとき質量・体積・温度はどうなるのか。まざった液体はどう分けるのか。これらを調べます。

① 状態変化 固体・液体・気体
 くわしくは 2ページ

物質が温度によってすがたを変えるととはどういうことか、その変化にはどんな名前があるかを学びます。

② 体積・質量と粒子 ろうと水・粒子のモデル
 くわしくは 3～5ページ

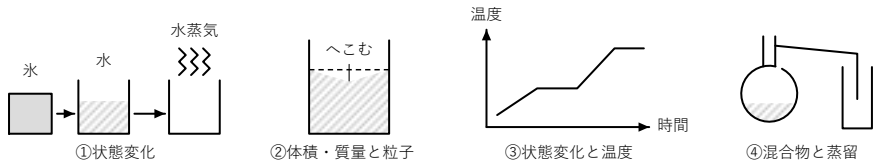
すがたが変わると、体積や質量はどうなるのか。水がちがうのはなぜか。小さな粒のモデルで考えます。

③ 状態変化と温度 加熱のグラフ・融点と沸点
 くわしくは 6～8ページ

水を温め続けたときの温度の変化を調べ、すがたが変わる温度が物質ごとに決まっていることを学びます。

④ 混合物と蒸留 まざった液体を分ける
 くわしくは 9・10ページ

いくつかの物質がまざった液体を加熱したときのようにと、それを分ける方法を学びます。



学ぶ順番は、状態変化 → 体積・質量と粒子 → 温度 → 混合物と蒸留です。前のページで学んだことが、次のページで使われます。

この単元の解説記事（図と例題つき）：[かてきょノート \(katekyo-note.com\)](https://katekyo-note.com/%e3%80%90e4%b8%ad1%e7%90%86%e7%a7%91%e3%80%91e7%89%a9%e8%b3%aa%e3%81%ae%e7%8a%b6%e6%85%8b%e5%a4%89%e5%8c%96%e3%81%ae%e8%a6%81%e)
<https://katekyo-note.com/%e3%80%90e4%b8%ad1%e7%90%86%e7%a7%91%e3%80%91e7%89%a9%e8%b3%aa%e3%81%ae%e7%8a%b6%e6%85%8b%e5%a4%89%e5%8c%96%e3%81%ae%e8%a6%81%e>

2 物質が固体・液体・気体とすがたを変えるとは？

このページのゴール 状態変化とは何かと、固体・液体・気体のちがいを、4つの変化の名前を言える

① 水のほかの物質も、すがたを変える



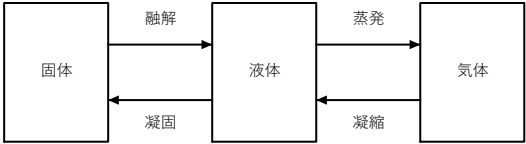
ろうそく（ろうがとけて液体に）
写真：Christopher Henry (CC BY 2.0)。Wikimedia Commons より、白黒にして名前を加えた

小学4年で、水は氷・水・水蒸気とすがたを変えると学びました。水だけではなくありません。ろうそくのろうは、炎の熱でとけて液体になります。鉄も、とても高い温度ではとけて液体になります。ドライアイスのように、固体から直接気体になる物もあります。

状態変化…物質が温度によって、固体・液体・気体とすがたを変えること。物質そのものは変わらない（水は氷になっても水蒸気になっても水のまま。別の物質にはならない）

状態	形	体積
固体	変わりにくい	変わりにくい
液体	入れ物に合わせて変わる	変わりにくい
気体	変わりやすい	変わりやすい（とじこめると入れ物いっぱい広がる）

② 変化の名前と、身のまわりの例



身のまわりの例	変化	名前
氷がとける	固体 → 液体	<u>融解</u>
水たまりが消える・洗たく物がかわく	液体 → 気体	<u>蒸発</u>
冷たいコップの外側に水できがつく（空気中の水蒸気が冷やされる）	気体 → 液体	<u>凝縮</u>
とけたろうが固まる	液体 → 固体	<u>凝固</u>

合言葉 「加熱すると 固体 → 液体 → 気体、冷やすとその逆」

注意 × 水が水蒸気になると、別の物質になる → ○ 状態が変わっても物質そのものは変わらない（どちらも水）。

写真の出典：Christopher Henry「Candle (29055009757)」(CC BY 2.0、<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/deed.ja>)、Wikimedia Commons ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Candle_\(29055009757\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Candle_(29055009757).jpg))。切り取り、白黒にして名前を加えました。

3 ろうが液体から固体になると、体積や質量はどうなる？

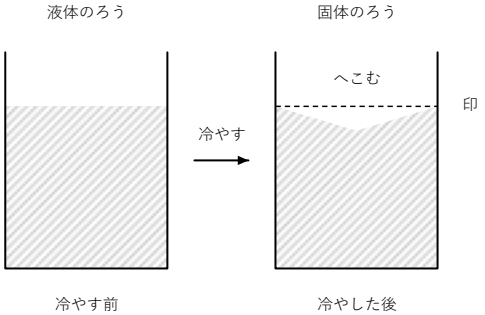
このページのゴール ろうの実験の結果（体積は減る・質量は変わらない）を言い、密度を計算して、固体が液体に沈むわけを説明できる

① 場面：ろうが固まると、まん中がへこむ

液体のろうが固まるとき、まん中がへこむことがあります。体積や質量はどうなるでしょうか。

② 実験6：ろうの状態変化

- ① ビーカーに液体のろうを入れ、液面の高さに印をつけて、質量をはかる。
印をつけると、体積が変わったかどうか分かるため。
- ② ろうを冷やして、固体にする。
- ③ 液面の位置と、質量を調べる。



	液体のろう（冷やす前）	固体のろう（冷やした後）
体積	印の高さ	減る（まん中がへこみ、印より下）
質量	変わらない	

状態が変わっても、質量は変わらない。体積は変わる（ろうは、固体になると減る）

③ 密度とのつながり（中1⑤）

密度 = $\frac{\text{質量(g)}}{\text{体積(cm}^3\text{)}}$ でした。ろうは質量が同じで体積が小さくなるので、**密度は大きくなります**。だから、液体のろうに固体のろうを入れると**沈みます**。

④ 計算してみよう

質量100gのビーカーに液体のろうを50cm³入れると、全体の質量は138gでした。固まると体積が6cm³減りました。固体のろうの密度を、小数第3位を四捨五入して求めます。

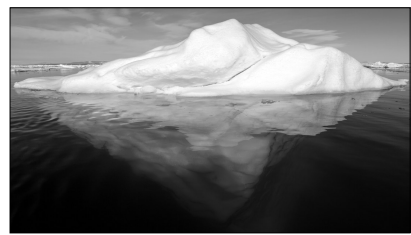
- ① ろうの質量は 138 - 100 = 38g（ビーカーの質量を引く）。固まっても38gのまま。ろうは固体になると体積が**減る**ので、固体の体積は 50 - 6 = 44cm³。
「6cm³ 変化」と言われたら、まず増えるか減るかを物質で決める。
- ② 固体の密度 = $\frac{38\text{g}}{44\text{cm}^3} = 0.863\cdots \rightarrow$ 約**0.86g/cm³**。液体の密度は $\frac{38\text{g}}{50\text{cm}^3} = \textbf{0.76g/cm}^3$ 。
- ③ 固体のほうが密度が大きいのので、液体のろうに入れると沈む。

注意 × 固体になると重くなる → ○ 質量は同じ（体積が変わるだけ）。

4 水が氷になると？ 気体になると、体積はどのくらい変わる？

このページのゴール 水はふつうの物質とちがうこと、気体になると体積がとて大きくなること、体積と密度の大小の順を言える

① 水は例外：氷が水に浮く



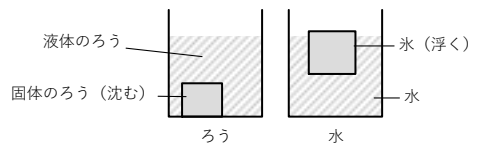
水に浮く氷

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

水が氷になると、体積が**約1.1倍**に増えます（質量は同じ）。例えば、水100cm³（100g）が凍ると約110cm³（100g）になります。そのため氷の密度は約0.92g/cm³で、水の密度（1.0g/cm³）より**小さく**、氷は水に浮きます。

冬に水道管の水が凍って管がこわれたり、ペットボトルの水を凍らせるとふくらんだりするのも、このためです。

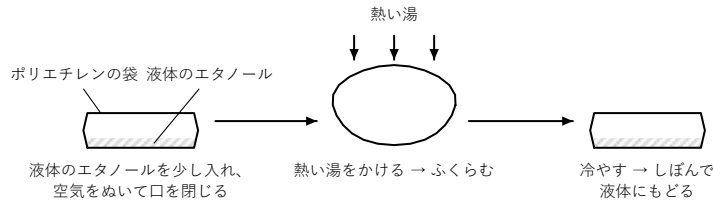
② ろうと水をくらべる



	ろう	水
液体 → 固体の体積	減る	増える
固体を液体に入れると	沈む	浮く

③ 気体になると、体積はとて大きくなる

ポリエチレンの袋に液体のエタノールを少し入れ、空気をぬいて口を閉じ、熱い湯をかけます。エタノールが液体から気体になって体積がとて大きくなり、袋がふくらみます（別の物質になったわけではありません）。冷やすと液体にもどり、しぼみます。水が水蒸気（100℃）になると、体積は**約1700倍**になります（1cm³の水が約1700cm³に）。



体積は、ふつう **固体<液体<気体**。密度は、ふつう **固体>液体>気体**。水は例外で、体積は **液体<固体<気体**

注意 × 水も、ほかの物質と同じく固体のほうが体積が小さい → ○ 水は例外で、固体（氷）のほうが体積が大きい。

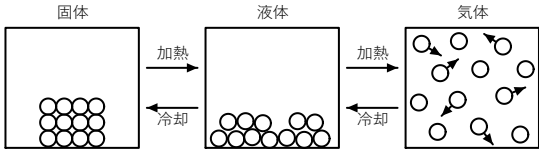
写真の出典：AWeith 「Iceberg in the Arctic with its underside exposed」 (CC BY-SA 4.0、<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.ja>)、Wikimedia Commons (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iceberg_in_the_Arctic_with_its_underside_exposed.jpg)。切り取り、白黒にして名前を加えました。加工した写真も同じ条件で利用できます。

5 状態が変わるとき、粒子はどうなっている？

このページのゴール 固体・液体・気体の粒子のようすを言い、質量と体積が変わるわけを粒子で説明できる

① 3つの状態の粒子

中1⑥で、物質は小さな粒子できていると学びました。固体・液体・気体で、粒子の並び方と動き方がちがいます。下の図は、どの状態も粒子の数は同じ（12個）です。



	固体	液体	気体
並び方	規則正しくならぶ	ならびがくずれる	ばらばらになる
動き	その場でわずかにふるえる	位置を変えながら動く	自由にはげしく飛び回る
粒子どうしの間	せまい	ふつうは固体より広い	とても広い

状態が変わっても、粒子の数と種類は変わらない → 質量は変わらない。変わるのは、粒子の集まり方（並び方・間）と動き方 → 体積が変わる

② モデルで説明する

3・4ページの現象を、粒子で説明してみましょう。次の順で考えます。

- ① 粒子の数が変わったかを見る。
数は変わらないので、質量も変わらない。
- ② 粒子どうしの間が、せまくなったか広がったかを見る。
例：ろうが液体 → 固体になると、間がせまくなる。だから体積が小さくなる。
- ③ 粒子の動きがおだやかになったか、はげしくなったかを見る。
例：エタノールが液体 → 気体になると、はげしく動いて間がとても広くなる。だから袋が大きくふくらむ。

水が氷になると体積が増えるのは、氷は粒子がすき間の多い並び方をするためです（水は例外）。

合言葉 「形が変わっても、粒の数は変わらない」

注意 × 気体になると、粒子の数がふえる → ○ 数は変わらず、間が広がる。× 気体になると、粒子そのものが大きくなる → ○ 粒子の大きさは変わらない。

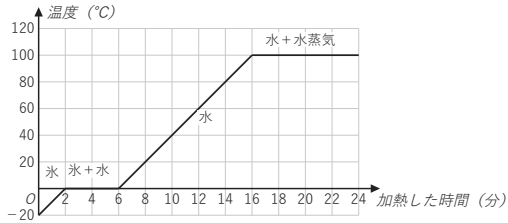
6 水を加熱し続けると、温度はどう変わる？

このページのゴール 水の加熱のグラフを読み、温度が止まる理由と、沸騰と蒸発のちがいを言える

① 場面：温め続けているのに、温度が上がらない所がある

小学4年で、水は100℃近くで沸騰すると学びました。−20℃の氷を温め続けると、とちゅうで温度が上がらなくなる所があります。なぜでしょうか。

② 水の加熱のグラフ



−20℃の氷を加熱したときの温度変化（グラフは形を表したものの）

- 0℃の平らな所…氷と水がまざっている（融解している間）。この温度を水の融点という。
- 100℃の平らな所…水と水蒸気がまざっている（沸騰している間）。この温度を水の沸点という。

水のような純粋な物質（1種類の物質でできている物）では、平らな所で、加えた熱が状態を変えるために使われ、温度は上がらない

③ 沸騰と蒸発、ゆげの正体



沸騰している水

写真：GRAN（CC BY 3.0）。Wikimedia Commons より、白黒にして名前を加えた



やかんの口から出るゆげ

写真：Shardayyy Photography（CC BY 2.0）。Wikimedia Commons より、白黒にして名前を加えた

	どこから	何℃で	例
蒸発	液体の表面から	沸点より低い温度でも起こる	洗たく物がかわく
沸騰	液体の内部からもさかんに（あわが出る）	沸点で起こる	やかんの湯がわく

注意 × 白いゆげは水蒸気である → ○ 水蒸気は目に見えない。ゆげは、水蒸気が冷えてできた小さな水のつぶ（液体）。× 強火にすると100℃より熱くなる → ○ 100℃のまま（早く進むだけ。氷がとけている間の0℃も同じ）。

写真の出典：GRAN「Boiling water」（CC BY 3.0、<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.ja>）、Wikimedia Commons（https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Boiling_water.jpg）。切り取り、白黒にして名前を加えました。

写真の出典：Shardayyy Photography「93 365 - 04 03 11 - Kettle Steaming (5587696584)」（CC BY 2.0、<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/deed.ja>）、Wikimedia Commons（[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:93_365_-_04_03_11_-_Kettle_Steaming_\(5587696584\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:93_365_-_04_03_11_-_Kettle_Steaming_(5587696584).jpg)）。切り取り、白黒にして名前を加えました。

7 状態が変わる温度は、物質によって決まっている？

このページのゴール 沸点と融点を言い、量を変えても変わらないこと、物質を見分けられることを説明できる

① 実験7：エタノールが沸騰する温度

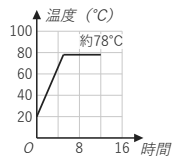
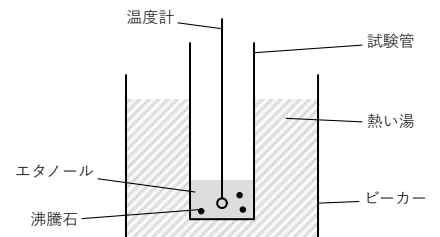
- ① 試験管にエタノールを少しと、沸騰石を入れ、温度計をさす。

沸騰石は、急な沸騰を防ぐため。

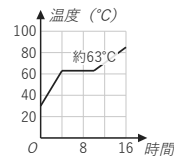
- ② 熱い湯の入ったビーカーにつけて温める（湯せん）。

エタノールは火がつきやすいので、直接火で熱さない。

- ③ 一定時間ごとに温度を記録して、グラフにする。



エタノールの加熱（形を表したもの）



固体のパルミチン酸を湯で温める（形を表したもの）

沸点…液体が沸騰して気体になるときの温度

融点…固体がとけて液体になるときの温度

③ 量を変えると？

エタノールの量	沸点	平らな所に着くまでの時間
ふつうの量	約78°C	ふつう
2倍	約78°Cのまま	長くなる（温める強さが同じとき）

純粋な物質（1種類の物質でできている物）では、融点・沸点は物質ごとに決まっていて、量が多くても少なくても同じです。だから、融点・沸点で物質を見分けられます。例：ある透明な液体が約78°Cで沸騰し続けたなら、エタノールと考えられます。

合言葉 「融点・沸点は、量では変わらず、物質で決まる」

注意 ×エタノールの量を2倍にすると、沸点も高くなる → ○沸点は同じ（時間が長くなるだけ）。

8 ある温度で、物質は固体・液体・気体のどれ？

このページのゴール 融点・沸点の表から、ある温度での物質の状態を決められる

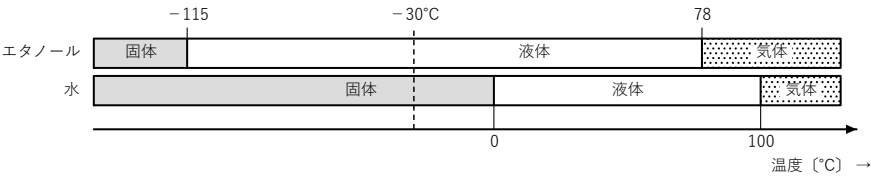
① 融点・沸点の表

物質	融点 (°C)	沸点 (°C)
酸素	-218	-183
窒素	-210	-196
エタノール	-115	78
水	0	100
塩化ナトリウム	801	1413
鉄	1538	2862

- ① その物質の融点と沸点を、表で見る。
 - ② 温度が融点より低い → **固体**。
 - ③ 融点と沸点の間 → **液体**。
 - ④ 沸点より高い → **気体**。
- 融点で固体が液体に、沸点で液体が気体に変わるから。

② 温度の帯で見る

表の温度を、左が低い温度、右が高い温度になるように帯にならべると、次のようになります。-30°Cの場所では、水は固体、エタノールは液体です。



例：-30°Cの寒い所では、水は凍りますが、消毒用のエタノールは凍りません（融点が-115°Cだから）。

③ 例：20°Cのとき

物質	20°Cとくらべるもの	状態
鉄	融点1538°Cより低い	固体
エタノール	融点-115°Cと沸点78°Cの間	液体
酸素	沸点-183°Cより高い	気体

④ 液体でいる温度の範囲

物質	液体でいる温度の範囲	考え方
エタノール	-115°Cから78°Cの間	融点から沸点まで
塩化ナトリウム	801°Cから1413°Cの間	融点から沸点まで

融点や沸点ちょうど温度では、2つの状態がまざるので、問題ではその温度は聞きません。

合言葉 「融点より下は固体、沸点より上は気体」

注意 × 酸素はいつでも気体 → ○ 酸素も、-200°Cでは液体（-218°Cと-183°Cの間）。

9 まざった液体を加熱すると、温度はどう変わる？ どう分ける？

このページのゴール 純粋な物質と混合物のちがいと、加熱したときのグラフのちがいを言える

① 場面：海水から水を取り出すには

海水（食塩水）を加熱すると、水が水蒸気になって出ていきます。その水蒸気を冷やして液体にもどすと、水が得られます。食塩はあとに残ります。中1⑥で学んだろ過では、水にとけている食塩は分けられませんでした。加熱を使うと分けられます。

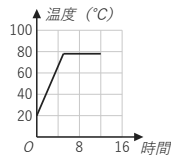
② 純粋な物質と混合物

純粋な物質…1種類の物質でできている物（例：水・エタノール）

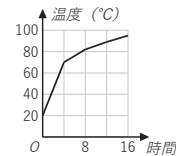
混合物…いくつかの物質がまざった物（例：食塩水・水とエタノールの混合物）

ろう（パラフィン）も、いくつかの物質がまざった混合物です。そのため、とける温度がはっきり1つに決まりません。混合物の中の量は、質量パーセント濃度（中1⑥）で表せます。質量パーセント濃度(%) = $\frac{\text{溶質の質量(g)}}{\text{溶液の質量(g)}} \times 100$ 。例：水36gにエタノール4gをまぜると、 $\frac{4\text{g}}{36\text{g}+4\text{g}} \times 100 = 10\%$ 。

③ 加熱したときのグラフ



純粋な物質（例：エタノール。形を表したもの）



混合物（例：水とエタノール。形を表したもの）

純粋な物質は、沸騰している間、温度が一定になります。混合物は、沸騰している間も温度が少しずつ上がり続け、グラフがはっきり平らになりません。水とエタノールの混合物のグラフは、「エタノールの沸点で平ら → 水の沸点で平ら」という2段の形にはなりません。

④ まざった液体を分ける考え方

水とエタノールの混合物から、エタノールを多くふくむ液を取り出すには、どうすればよいでしょうか。沸点の低いエタノールが先に多く気体になります。その気体を冷やして集めればよいのです（くわしくは10ページ）。

合言葉 「混合物は、グラフが平らにならない」

注意 × 混合物は、エタノールの沸点と水の沸点で2回平らになる → ○ 平らにならず、少しずつ上がり続ける。

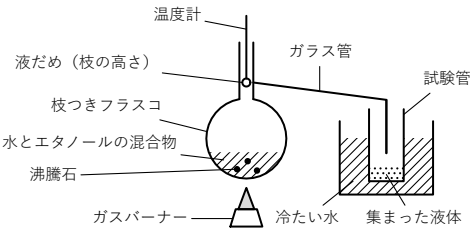
10 水とエタノールの混合物から、エタノールを取り出すには？

このページのゴール 蒸留の装置と注意の理由、出てくる順、密度での見分け方を言える

蒸留…液体を加熱し、出てきた気体を冷やして液体にして集める方法（沸点のちがいを利用）

① 実験8：蒸留の装置

- ① 枝つきフラスコに混合物と沸騰石を入れる（突沸を防ぐため）。
- ② 温度計の液だめを枝の高さに合わせる（出ていく気体の温度をはかるため）。
- ③ ガラス管の先は液につけない（逆流を防ぐため）。
- ④ 試験管を冷たい水で冷やし、弱火で加熱する（気体を液体にもどすため）。
- ⑤ 火を消す前に、ガラス管を液から出す。



② 結果（試験管A→B→Cの順に約3cm³ずつ集める）



沸騰石

写真：Carsten Niehaus
(パブリックドメイン)。Wikimedia Commons
より、白黒にして名前を加えた

試験管	におい	火を近づけると	多くふくむ物質
A	強い	燃える	エタノール（水も少しまざる）
B	少し	少し燃える	エタノールと水
C	ほとんどない	燃えない	ほとんど水

沸点の低いエタノール（78℃）のほうが、沸点の高い水（100℃）より先に多く気体になって出てきます。ただし、Aにも水が少しまざっています。温度計の温度は、Aのころより、Cのころのほうが高くなります。

③ 密度で見分ける

エタノールの密度は約0.79g/cm³で、水（1.00g/cm³）より小さいので、エタノールを多くふくむ混合物ほど密度が小さくなります。例：5.0cm³の液Pは4.25g、液Qは4.85g。P = $\frac{4.25\text{g}}{5.0\text{cm}^3} = 0.85\text{g/cm}^3$ 、Q = $\frac{4.85\text{g}}{5.0\text{cm}^3} = 0.97\text{g/cm}^3$ なので、密度が小さいPのほうがエタノールを多くふくみます。

注意 × はじめに出てくる液はエタノールだけ → ○ 水も少しまざっている。

写真の出典：Carsten Niehaus「Siedesteinchen」(Public domain)、Wikimedia Commons（<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Siedesteinchen.jpg>）。

確認問題 ① 状態変化・体積と質量・気体の体積

答えと解説は15～17ページ（8・9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 状態変化について答えなさい。【2・6ページ】

- (1) 固体 → 液体の変化の名前 _____
- (2) 液体 → 固体の変化の名前 _____
- (3) 液体 → 気体の変化の名前 _____
- (4) 気体 → 液体の変化の名前 _____
- (5) 物質を冷やしたときに起こる変化を、(1)～(4) からすべて選び、番号で答えなさい。 _____
- (6) パターが熱いフライパンの上でとけるのは、何という変化ですか。 _____
- (7) やかんの口から出る白いゆげは、固体・液体・気体のどれですか。 _____
- (8) 形が入れ物に合わせて変わり、体積は変わりにくいのは、固体・液体・気体のどれですか。 _____
- (9) 形も体積も変わりやすいのは、固体・液体・気体のどれですか。 _____

2 ろうと水の、体積・質量・密度について答えなさい。【3・4ページ】

- (1) 液体のろうを冷やして固体にしたとき、質量はどうなりますか。 _____
- (2) 液体のろうを冷やして固体にしたとき、体積はどうなりますか。 _____
- (3) 固体のろうを液体のろうに入れると、浮きますか、沈みますか。 _____
- (4) 水が氷になると、体積はどうなりますか。 _____
- (5) 水200gがすべて凍ると、氷の質量は何gになりますか。 _____
- (6) 水50cm³が凍ると、体積は約何cm³になりますか（約1.1倍として計算する）。 _____
- (7) 液体のろう40cm³の質量は32gでした。液体のろうの密度は何g/cm³ですか。 _____
- (8) (7) のろうが固体になると、体積が4cm³減りました。固体のろうの密度は何g/cm³ですか。小数第3位を四捨五入して答えなさい。 _____
- (9) 固体のろうが液体のろうに沈む理由を、「密度」という語を使って書きなさい。 _____
- (10) 冬に、水道管の中の水が凍ると、管がこわれることがあります。それはなぜですか。 _____

3 気体になったときの体積について答えなさい。【4ページ】

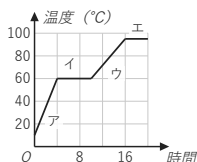
- (1) ポリエチレンの袋に少しの液体のエタノールを入れ、空気をぬいて口を閉じ、熱い湯をかけると、袋はどうなりますか。 _____
- (2) (1) のようになる理由を書きなさい。 _____
- (3) (1) の袋を湯から出して冷やすと、袋はどうなりますか。 _____
- (4) ふつうの物質で、固体・液体・気体を体積が大きい順に書きなさい。 _____
- (5) 水が水蒸気（100℃）になると、体積は約何倍になりますか。 _____
- (6) 2cm³の水がすべて水蒸気（100℃）になると、体積は約何cm³になりますか。 _____

確認問題② 粒子のモデル・水の加熱のグラフ・沸点と融点

4 粒子のモデルについて答えなさい。【5ページ】

- (1) 粒子が規則正しくならび、わずかにふるえている状態は、固体・液体・気体のどれですか。 _____
- (2) 粒子のならびがくずれ、位置を変えながら動いている状態は、固体・液体・気体のどれですか。 _____
- (3) 粒子どうしの間がとて広いのは、固体・液体・気体のどれですか。 _____
- (4) 固体 → 液体 → 気体の順に、粒子の動きはどうなっていきますか。 _____
- (5) 状態が変わっても変わらないのは、粒子の何と何ですか。 _____
- (6) 状態が変わっても質量が変わらない理由を、「粒子」という語を使って書きなさい。 _____
- (7) 液体のエタノールが気体になると、体積がとて大きくなる理由を、粒子の「間」と「動き」という語を使って書きなさい。 _____
- (8) 「気体になると、粒子そのものが大きくなる」。正しければ○、まちがっていれば×を書きなさい。 _____

5 次のグラフは、ある物質を固体の状態から加熱したときの温度変化を表したものです。【6・9ページ】



- (1) ア・イ・ウ・エのうち、物質が固体だけの区間はどれですか。 _____
- (2) 2つの状態がまざっている区間を2つとも記号で書きなさい。 _____
- (3) イの区間の温度は、この物質の融点・沸点のどちらですか。 _____
- (4) エの区間の温度は、この物質の融点・沸点のどちらですか。 _____
- (5) ウの区間で、物質は固体・液体・気体のどれですか。 _____
- (6) イとエの区間で、加熱を続けているのに温度が上がらない理由を書きなさい。 _____
- (7) この物質を強火で加熱すると、イ・エの温度は変わりますか。 _____
- (8) このグラフから、この物質は純粋な物質・混合物のどちらだと分かりますか。 _____
- (9) 沸点より低い温度でも起こるのは、蒸発・沸騰のどちらですか。 _____

6 沸点と融点について答えなさい。【7ページ】

- (1) 実験7で、エタノールの温度が一定になったのは、約何°Cのときですか。 _____
- (2) (1) のとき、エタノールは何から何に変わっていますか。 _____
- (3) エタノールを加熱するとき、直接火で熱さず、湯せんにするのはなぜですか。 _____
- (4) 沸騰石を入れるのは、何を防ぐためですか。 _____
- (5) ある固体の物質の量を2倍にして温めると、とける温度はどうなりますか。高くなる・変わらない・低くなるのどれかで答えなさい。 _____
- (6) (5) のとき（温める強さは同じ）、温度が一定になる所に着くまでの時間は、長くなる・短くなる・変わらないのどれですか。 _____
- (7) 白い固体を温めると、約63°Cで一定になりながらとけました。何と考えられますか。 _____
- (8) 水の量を2倍にして沸騰させると、沸騰している間の温度は何°Cになりますか。 _____

確認問題 ③ 表から状態を決める・混合物と蒸留

7 次の表を見て答えなさい。【8ページ】

物質	融点 (°C)	沸点 (°C)
酸素	-218	-183
窒素	-210	-196
エタノール	-115	78
水	0	100
塩化ナトリウム	801	1413
鉄	1538	2862

次の温度のとき、その物質は固体・液体・気体のどれですか。

- (1) -100°Cの酸素 _____ (2) -205°Cの窒素 _____
(3) 1000°Cの塩化ナトリウム _____ (4) 2000°Cの鉄 _____
(5) 90°Cのエタノール _____
(6) 50°Cのとき、気体であるものを、表の物質からすべて書きなさい。 _____
(7) 水が液体でいるのは、何°Cから何°Cまでの間ですか。 _____
(8) 1000°Cのとき、固体であるものを、表の物質からすべて書きなさい。 _____

8 混合物と蒸留について答えなさい。【9・10ページ】

- (1) 次のうち、混合物をすべて選びなさい。 ア 鉄 イ 海水 ウ 水とエタノールをまぜた液 エ 窒素 _____
(2) 混合物を加熱したとき、沸騰している間の温度のようすには、どんな特徴がありますか。純粋な物質とくらべて書きなさい。

- _____
- (3) 海水から水を取り出すには、海水を加熱して出てくる水蒸気を、どうすればよいですか。 _____
(4) 蒸留の装置で、混合物を入れて加熱する丸い容器を何といいますか。 _____
(5) 温度計の液だめは、どこの高さに合わせますか。 _____
(6) (5) の高さに合わせるのはなぜですか。
- _____
- (7) ガラス管の先を、試験管にたまった液につけないのはなぜですか。
- _____
- (8) 沸騰石を入れておくのは、何を防ぐためですか。 _____
(9) 火を消す前に、ガラス管をどうしますか。 _____
(10) 水とエタノールの混合物を蒸留すると、先に多く出てくるのはどちらですか。また、そうなる理由を書きなさい。

- _____
- (11) 温度計の示す温度が高いのは、Aを集めるころと、Cを集めるころのどちらですか。 _____
(12) はじめに集めた液Aには、水はまざっていますか、いませんか。 _____

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）

状態変化・変化の名前（2ページ）

状態変化	物質が温度によって、固体・液体・気体とすがたを変えること。物質そのものは変わらない
変化の名前	固体 → 液体＝融解、液体 → 固体＝凝固、液体 → 気体＝蒸発、気体 → 液体＝凝縮（加熱すると固体 → 液体 → 気体、冷やすと逆）
3つの状態	固体＝形も体積も変わりにくい／液体＝形は入れ物に合わせて変わり、体積は変わりにくい／気体＝形も体積も変わりやすい

体積・質量・密度（3～5ページ）

状態が変わっても**質量は変わらない**（粒子の数と種類が変わらない）。体積は、ふつう**固体<液体<気体**、密度は、ふつう**固体>液体>気体**。**水は例外**：氷は水より体積が約1.1倍大きく、密度（約0.92g/cm³）が水（1.0g/cm³）より小さいので、**氷は水に浮く**。水 → 水蒸気（100℃）は体積が約1700倍。

	固体	液体	気体
ならび方	規則正しい	くずれる	ばらばら
動き	その場でふるえる	位置を変えて動く	自由にはげしく飛び回る
粒子どうしの間	せまい	ふつうは固体より広い	とても広い

粒子の数と種類は変わらない。変わるのは、集まり方（ならび方・間）と動き方。計算：密度＝ $\frac{\text{質量(g)}}{\text{体積(cm}^3\text{)}}$ 。

水の加熱・蒸発と沸騰・融点と沸点（6～8ページ）

純粋な物質のグラフの平らな部分＝2つの状態がまざっている（融解中・沸騰中）。加えた熱が状態を変えるのに使われるので、温度は上がらない。強火にしても、平らな部分の温度は変わらない。**蒸発**＝液体の表面から気体になる（沸点より低い温度でも起こる）。**沸騰**＝液体の内部からもさかんに気体になり、あわが出る。白いゆげは水蒸気ではなく、小さな水のつぶ（液体）。

融点＝固体が液体になる温度、**沸点**＝液体が気体になる温度。純粋な物質では、量を変えても融点・沸点は変わらない（時間が長くなるだけ）。ある温度で、融点より低い→固体、融点と沸点の間→液体、沸点より高い→気体。

物質	融点(℃)	沸点(℃)	物質	融点(℃)	沸点(℃)
酸素	－218	－183	水	0	100
窒素	－210	－196	塩化ナトリウム	801	1413
エタノール	－115	78	鉄	1538	2862

液体でいる範囲：エタノール －115℃～78℃、塩化ナトリウム 801℃～1413℃。パルミチン酸の融点は約63℃。

純粋な物質と混合物・蒸留（9・10ページ）

純粋な物質＝1種類の物質でできている物（グラフがはっきり平らになる）。**混合物**＝いくつかの物質がまざった物（食塩水・水とエタノールの混合物・ろう。平らにならず、少しずつ温度が上がりが続ける）。質量パーセント濃度(%)＝ $\frac{\text{溶質の質量(g)}}{\text{溶液の質量(g)}} \times 100$ 。

蒸留…液体を加熱して沸騰させ、出てくる気体を冷やして、ふたたび液体にして集める方法。沸点のちがいを利用する。装置：枝つきフラスコ・沸騰石・温度計（液だめは枝の高さ）・ガラス管・試験管・冷たい水。注意：① 沸騰石＝突沸を防ぐ ② ガラス管の先は液につけない＝逆流を防ぐ ③ 火を消す前にガラス管を液から出す。**沸点の低いエタノールが先に多く出て**、あとは水が多くなる（はじめの液にも水が少しまざる）。エタノールを多くふくむ液ほど、密度が小さい。

合言葉と決まり（2～10ページ）

「加熱すると 固体 → 液体 → 気体、冷やすとその逆」／「状態が変わっても、質量は変わらない」／「体積はふつう 固 < 液 < 気、でも水は 液 < 固」／「形が変わっても、粒の数は変わらない」／「状態が変わっている間は、温度が止まる（純粋な物質）」／「融点・沸点は、量では変わらず、物質で決まる」／「融点より下は固体、沸点より上は気体」／「混合物は、グラフが平らにならない」／「沸点の低い物から先に出てくる」

確認問題の答えと解説

1【2・6ページ】

- (1) 融解 (2) 凝固 (3) 蒸発 (4) 凝縮
(5) (2)と(4) (6) 融解 (7) 液体
(8) 液体 (9) 気体

固体 → 液体 = 融解、液体 → 固体 = 凝固、液体 → 気体 = 蒸発、気体 → 液体 = 凝縮。加熱すると固体 → 液体 → 気体の向き、冷やすとその逆の向きなので、冷やしたときは(2)(4)。バターがとけるのは固体 → 液体。ゆげは水蒸気が冷えてできた小さな水のつぶ。液体は形が入れ物に合わせて変わり、気体は形も体積も変わりやすい。【2・6】

2【3・4ページ】

- (1) 変わらない (2) 減る (3) 沈む
(4) 増える (5) 200g
(6) 約55cm³
(7) 0.8g/cm³
(8) 0.89g/cm³

(9) (例) 固体のろうは、質量が同じで体積が小さいので、液体のろうより密度が大きいから。

(10) (例) 水が氷になると体積が増え、管をおしひろげるから。

質量は状態が変わっても変わらない。ろうは固体になると体積が減るが、水は例外で増える(約1.1倍)。(6) $50 \times 1.1 = 55\text{cm}^3$ 。(7) $\frac{32\text{g}}{40\text{cm}^3} = 0.8\text{g/cm}^3$ 。(8) ろうは固体になると減るので $40 - 4 = 36\text{cm}^3$ 。 $\frac{32\text{g}}{36\text{cm}^3} = 0.888\cdots \rightarrow 0.89\text{g/cm}^3$ 。固体のほうが密度が大きいから沈む。【3・4】

3【4ページ】

- (1) 大きくふくらむ
(2) (例) 液体のエタノールが気体になり、体積が大きく増えたから。
(3) もとの大きさにしぼむ
(4) 気体、液体、固体 (5) 約1700倍
(6) 約3400cm³

液体 → 気体で体積がとて大きくなる。冷やすと気体が液体にもどるので、袋はしぼむ。体積はふつう 固体 < 液体 < 気体なので、大きい順は気体、液体、固体。(6) $2 \times 1700 = 3400\text{cm}^3$ 。【4】

4【5ページ】

- (1) 固体 (2) 液体 (3) 気体
(4) はげしくなる (5) 数と種類
(6) (例) 状態が変わっても、粒子の数と種類が変わらないから。
(7) (例) 粒子の動きがはげしくなり、粒子どうしの間がとて広くなるから。
(8) ×

固体は規則正しくならんでふるえ、液体はならびがくずれて動き、気体はばらばらで間がとて広い。変わるのは集まり方と動き方で、粒子の数・種類・大きさは変わらない。

【5】

5【6・9ページ】

- (1) ア (2) イとエ
(3) 融点 (4) 沸点 (5) 液体
(6) (例) 加えた熱が、状態を変えるために使われ、温度を上げるためには使われな
いから。
(7) 変わらない (8) 純粋な物質 (9) 蒸発

イ・エの平らな部分では2つの状態がまざっていて、温度は一定（融点・沸点）。ウは融解
が終わって沸騰する前なので液体だけ。はっきり平らになっているので純粋な物質（混合
物は平らにならない。9ページ）。沸騰は沸点で起こり、蒸発は沸点より低い温度でも起こ
る。【6】

6【7ページ】

- (1) 約78℃ (2) 液体から気体
(3) (例) エタノールは火がつきやすいから。
(4) 急な沸騰（突沸） (5) 変わらない
(6) 長くなる (7) パルミチン酸 (8) 100℃

エタノールは約78℃で沸騰し、液体から気体に変わる（この温度が沸点）。純粋な物質の
融点・沸点は、物質ごとに決まっていて、量を変えても同じ。量が多いと、その温度にな
るまでの時間が長くなるだけ。融点・沸点が分かれば物質を見分けられる（63℃で温度が
一定になりながらとけるのはパルミチン酸）。【7】

7【8ページ】

- (1) 気体 (2) 液体 (3) 液体
(4) 液体 (5) 気体
(6) 酸素、窒素
(7) 0℃から100℃までの間
(8) 鉄

融点より低い温度は固体、融点と沸点の間は液体、沸点より高い温度は気体。(1)
−100℃は酸素の沸点（−183℃）より高い。(2) −205℃は窒素の融点（−210℃）と沸
点（−196℃）の間。(3) 1000℃は801℃と1413℃の間。(4) 2000℃は1538℃と2862℃の
間。(5) 90℃は沸点78℃より高い。(6) 50℃はエタノールの沸点（78℃）より低いので液
体、酸素・窒素は沸点より高いので気体。(8) 1000℃で融点より低いのは、鉄だけ（融点
1538℃）。【8】

8【9・10ページ】

- (1) イ・ウ
 - (2) (例) 純粋な物質のように平らにならず、温度が少しずつ上がり続ける。
 - (3) 冷やして液体にもどす
 - (4) 枝つきフラスコ (5) 枝の長さ
 - (6) (例) フラスコから出ていく気体の温度をはかるため。
 - (7) (例) 火を消したとき、液が逆流しないようにするため。
 - (8) 急な沸騰 (突沸)
 - (9) 液から出す
 - (10) エタノール。(例) エタノールのほうが、水より沸点が低く、先に多く気体になるから。
 - (11) Cを集めるころ (12) まざっている
- (1) 鉄・窒素は1種類の物質 (純粋な物質)、海水と水とエタノールの液は混合物。混合物は沸騰している間も温度が上がり続ける。蒸留は沸点のちがいを利用し、出てきた気体を冷やして液体にもどして集める。温度計の液だめを枝の長さにするのは、出ていく気体の温度をはかるため。Aほどエタノールが多く、あとになるほど水が多くなるので、温度計の温度はCのころのほうが高い。【9・10】