

2023年度

入学試験問題

理科

40分

1. 受験番号・氏名を解答用紙に書くこと。
2. 受験番号は算用数字で書くこと。(例:123)
3. 鉛筆などの筆記用具・消しゴム・コンパス・配付された定規以外は使わないこと。
4. 用紙を立てて見ないこと。
5. 質問(印刷不明のところだけ)のある場合、鉛筆などを落とした場合、トイレに行きたくなった場合、気持ちが悪くなった場合は、だまって手をあげること。
6. 解答用紙のみ回収します。

栄一君は炭酸水が大好きです。しかし、炭酸水は開けてから時間がたつとだんだん気がぬけておいしくなくなっていきます。栄一君は、このような気がぬけた炭酸水を元のおいしい炭酸水に戻したいと考え、まずは気がぬけていくようすを学校の実験室で観察することにしました。なお、実験はすべて 25℃程度の室温や水温で行いました。

【実験 1】

お店で買ってきたペットボトルの炭酸水のふたを開け、重さを量りました。以降ふたを開けたまま放置し、30 分ごとに重さを量って、重さが変化していくようすを調べました。同じペットボトルに大体同じ量の水を入れたものでも実験しました。結果を表 1 に示し、表 1 をグラフにしたものを図 1 に示します。

表 1 炭酸水と水の重さの変化

実験開始からの時間(分)	炭酸水(g)	水(g)
0(開けた直後)	505.24	503.22
30	505.01	503.21
60	504.73	503.20
90	504.51	503.19
120	504.36	503.18
150	504.20	503.18
180	504.09	503.17
210	503.99	503.16
240	503.90	503.15
270	503.84	503.14

※ペットボトルとふたの重さは除いてある。

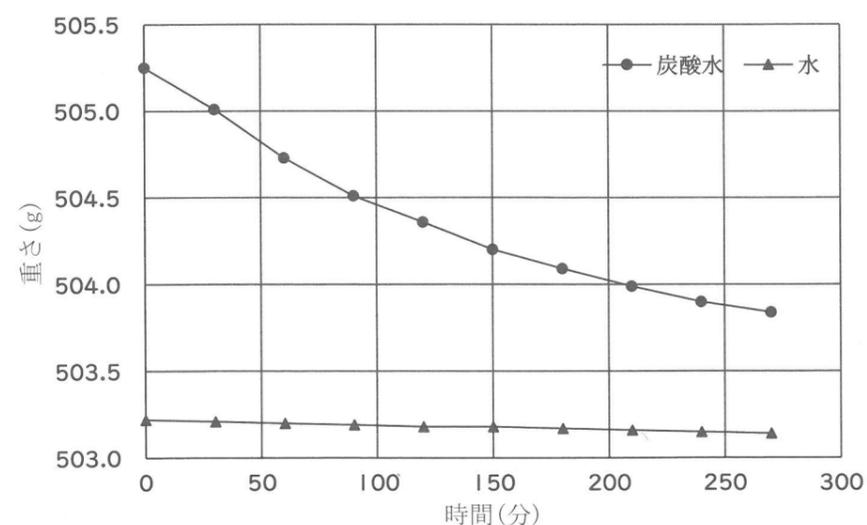


図 1 炭酸水と水の重さの変化

問 1 炭酸水とは、二酸化炭素がとけた水のことです。したがって、気がぬけるとはとけている二酸化炭素がぬけていくことと考えられますが、ぬけていく気体が二酸化炭素なのかどうかを確かめる方法として正しいものを、次のア～エの中から一つ選び、記号で答えなさい。

- ア 炭酸水からぬけた気体を集めた容器に、火のついたろうそくを入れる。
- イ 炭酸水からぬけた気体を集めて、石灰水に通す。
- ウ 炭酸水からぬけた気体を集めて、においをかぐ。
- エ 炭酸水からぬけた気体を集めて、ムラサキキャベツ液に通す。

問 2 栄一君は、炭酸水だけではなく、水のペットボトルでも同じ実験を行っています。水のペットボトルで同じ実験を行う理由を説明しなさい。

問 3 ペットボトルを開けた直後から 270 分間でこの炭酸水からぬけた二酸化炭素の重さを答えなさい。

インターネットで調べたところ、水にクエン酸と重そうを入れると二酸化炭素が発生し、一部が水にとけて炭酸水ができる、という記事を見ました。そこで栄一君はお店で食用のクエン酸と重そうを買ってきて、次のような実験をしました。

【実験 2】

図 2 のような装置を作りました。三角フラスコの中に水とクエン酸と重そうを入れてすぐにガラス管の通ったゴム栓をつける、発生した二酸化炭素のうち、水にとけなかった分がガラス管やゴム管を通過してメスシリンダーにたまるという仕組みです。メスシリンダーは最初水で満たしておきます。メスシリンダーには目盛りがついていて、気体がたまると水位が下がるので、気体の体積を測定することができます。三角フラスコの下はマグネチックスターラー（かくはん器）というもので、棒状の磁石を回転させることで三角フラスコ内の液体をよくまぜ、クエン酸や重そうのとけ残りを防ぎます。この装置を使って、100g の水に様々な重さのクエン酸や重そうをとかして 4 分間反応させ、メスシリンダーに集まった二酸化炭素の体積を量りました。体積はメスシリンダーを動かして、中の水面と水そうの水面を同じ高さにしてから量りました。結果の一部を表 2 に示します。

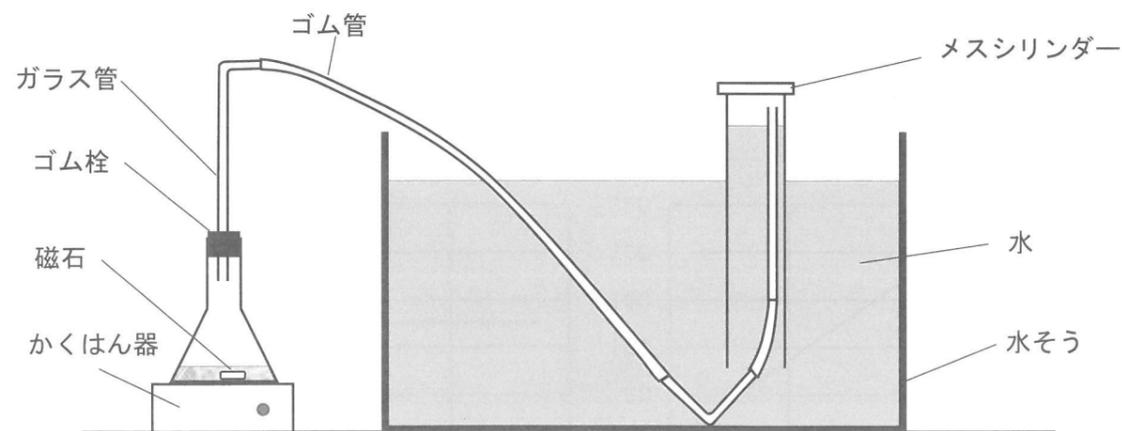


図 2 実験装置

表2 水 100g にクエン酸と重そうをとかして集まった二酸化炭素の体積

クエン酸の重さ(g)	重そうの重さ(g)	集まった二酸化炭素の体積(mL)
0.75	0.25	42
	0.50	81
	0.75	126
	1.00	158
	1.25	160
	1.50	160

問4 栄一君が最初に作った実験装置は図3のようなものでした。しかしある問題点に気づき、この装置の1か所を図2の装置のように改良して、実験をしました。栄一君が気づいた問題点とはどのようなことだと思いますか。

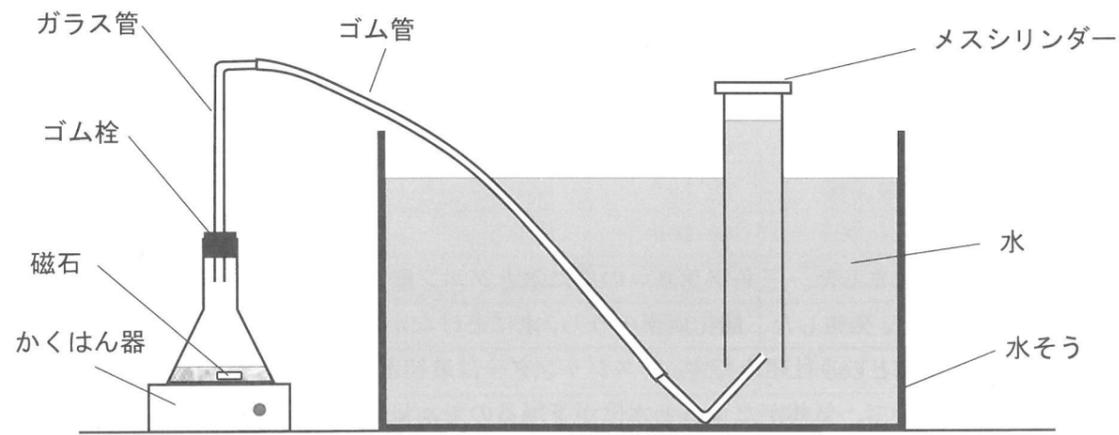


図3 最初に作った装置

図4は表2の結果をグラフにしたものです。とかしたクエン酸の重さは 0.75g で変えずに、重そうの重さだけ様々に変えて実験しています。栄一君は先生にこのグラフを見せました。先生は「16g のクエン酸がなくなるまで反応させるには 21g 以上の重そうが必要です。このグラフはその性質をよく表していますね。」と話してくれました。

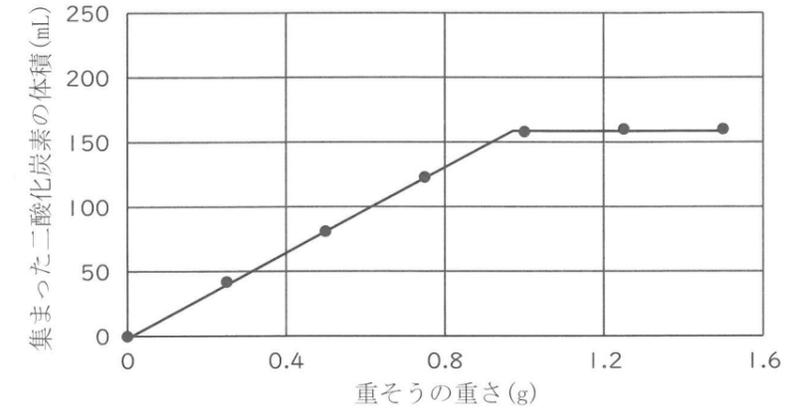
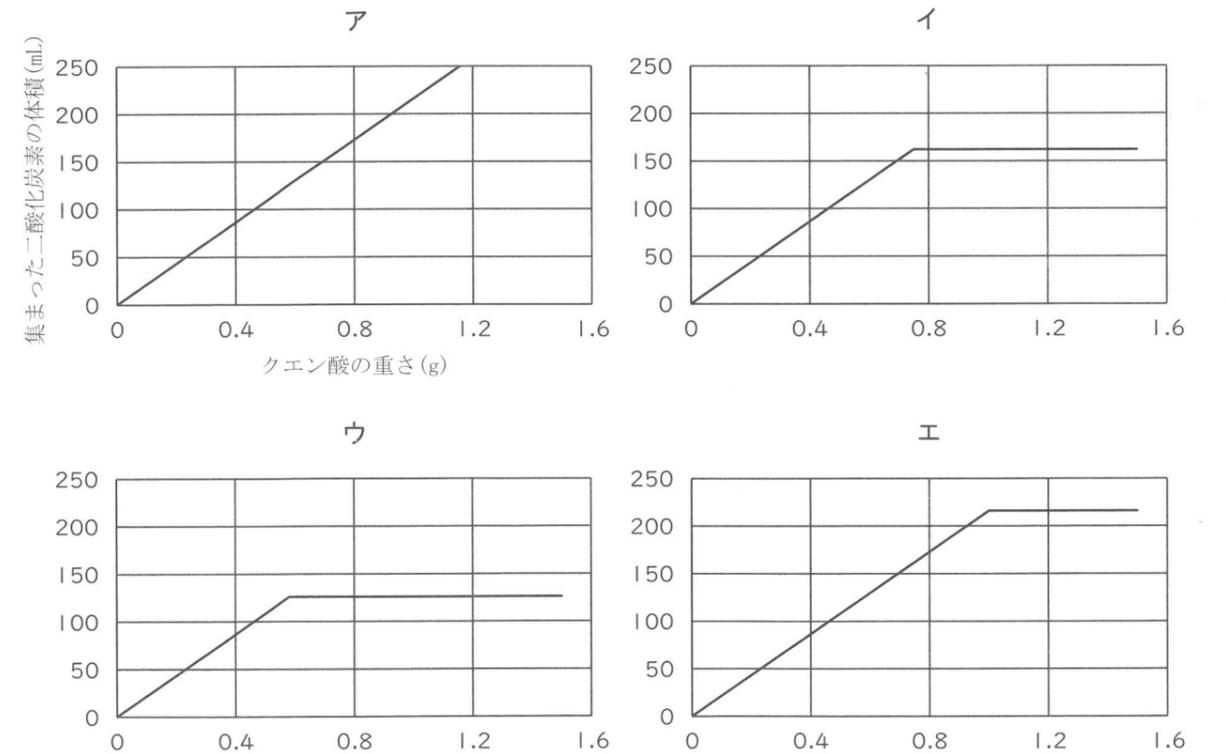


図4 とかした重そうの重さと、集まった二酸化炭素の体積の関係

問5 栄一君は図2の装置を使って、とかした重そうの重さは 0.75g で変えずに、クエン酸の重さだけ変える実験もしました。その結果を、横軸に「クエン酸の重さ(g)」、縦軸に「集まった二酸化炭素の体積(mL)」をとってグラフにしたものとして、最も適当なものを次のア～エの中から一つ選び、記号で答えなさい。



さらに栄一君は先生から、16gのクエン酸と21g以上の重そうを水にとかすと、二酸化炭素が11g発生し、そのうちの一部が水にとけること、そして気体の二酸化炭素1Lの重さが、25℃程度では1.8gであることを教えてもらいました。そこで栄一君は、とかしたクエン酸や重そうの重さと、集まった二酸化炭素の体積から、二酸化炭素がどの程度水にとけたのかを求めることにしました。

問6 クエン酸と重そうを0.75gずつ、100gの水にとかして発生した二酸化炭素のうち、何%が水にとけたかを求める考え方を述べた次の文をよく読んで、(1)にはクエン酸または重そうのどちらかを入れなさい。次に(2)と(3)に入る適当な数値を、小数第三位を四捨五入して、小数第二位まで求めなさい。最後の(4)に入る数値は、下の【数値】ア～エの中から最も適当なものを選び、記号で答えなさい。

クエン酸16gに対して重そうは21g反応するので、クエン酸と重そうを0.75gずつ反応させると(1)のほうがすべて反応してなくなる。よって、発生する二酸化炭素の重さは(2)gとなる。表2より、そのうち126mLが水にとけず集まったので、水にとけたのは(3)gとなる。これは発生した二酸化炭素のおよそ(4)%である。

(4)の【数値】 ア 10 イ 25 ウ 40 エ 55

問7 開けた直後から270分間放置して少し気がぬけてしまった炭酸水100gを、開けた直後の炭酸水と同じ重さの二酸化炭素がとけている状態に戻すのに必要な、クエン酸と重そうの最低限の重さを求める考え方を述べた次の文をよく読んで、(1)～(3)に適当な数値を入れなさい。

表1より、開けた直後から270分間でおよそ500gの炭酸水からぬけた二酸化炭素は(問3の答え)gとわかる。100gの炭酸水で考えるときには、この値を5で割ればよい。問6の【数値】で選んだ、発生した二酸化炭素のうち水にとける割合の値を使うと、全部で(1)gの二酸化炭素が発生すればよいことになるので、必要なクエン酸の最低限の重さは(2)gで、重そうの最低限の重さは(3)gとわかる。

栄一君はこれらの結果をもとに、少し気がぬけた炭酸水に、適当と思われる重さのクエン酸と重そうを入れてみました。すると、気泡がたくさん出てきました。期待して飲んでみましたが、思ったほど炭酸を強く感じませんでした。クエン酸や重そうを水にとかすのと、炭酸水にとかすのでは、同じようにはいかないのかもしれませんが。そこで、今度は炭酸水を使って次の実験をすることにしました。

【実験3】

3つの三角フラスコそれぞれに開けた直後の炭酸水を100g入れました。このうち2つのフラスコはふって炭酸水の気をぬき、ふらなかったフラスコの炭酸水も含めて、炭酸水A、炭酸水B、炭酸水Cとしました。

炭酸水A：ふらなかった（開けた直後の炭酸水のまま）。

炭酸水B：1分間ふって少し気をぬき、0.23g軽くした。

炭酸水C：3分間ふってたくさん気をぬき、0.40g軽くした。

それぞれのフラスコにクエン酸と重そうを0.75gずつ入れ、図2の装置を使って4分間かくはんし、集まった二酸化炭素の体積を量りました。結果を表3に示します。

表3 炭酸水にクエン酸と重そうを0.75gずつとかして集まった二酸化炭素の体積

	炭酸水A	炭酸水B	炭酸水C
集まった二酸化炭素の体積(mL)	365	260	161

水にとかしたときと比べて、集まった二酸化炭素の体積が多かったので、栄一君は炭酸水にとけていた二酸化炭素がふくまれているのではと思い、さらに実験をしました。

【実験4】

実験3と同じ3種類の炭酸水をもう一度100gずつ用意して、今度はクエン酸と重そうを入れずに、図2の装置を使って4分間かくはんし、集まった二酸化炭素の体積を量りました。結果を表4に示します。

表4 炭酸水から集まった二酸化炭素の体積

	炭酸水A	炭酸水B	炭酸水C
集まった二酸化炭素の体積(mL)	180	95	11

問8 実験3と実験4の結果をまとめた次の文をよく読んで、(1)～(3)に適当な数値を入れなさい。

実験4より、クエン酸と重そうを入れなくても、かくはんすると二酸化炭素が炭酸水からぬけることがわかる。こうしてぬける二酸化炭素の量が実験3の条件でも変わらないとすると、表3の値から表4の値を引けば、実験3で集まった二酸化炭素のうち、クエン酸と重そうが反応して発生した量を求められる。炭酸水Aでは(1)mL、炭酸水Bでは(2)mL、炭酸水Cでは(3)mLとなる。

問9 栄一君が買ってきた炭酸水は25℃程度のとき、開けた直後で100gあたり0.8gの二酸化炭素がとけているようです。このことと、今までの実験の結果をまとめて、表5を作ることにしました。作成途中のこの表を参考に、横軸に「水または炭酸水100gにもともととけている二酸化炭素の重さ(g)」、縦軸に「クエン酸と重そうが反応すると発生するはずの二酸化炭素のうち水または炭酸水にとけた割合(%)」をとった折れ線グラフを作りなさい。グラフに示す値は○でかきなさい。なお、5ページにあるように、16gのクエン酸がなくなるまで反応させるには21g以上の重そうが必要で、このとき二酸化炭素が11g発生します。そして気体の二酸化炭素1Lの重さは、25℃程度では1.8gです。

表5 クエン酸と重そうを0.75gずつ反応させた結果

	炭酸水A	炭酸水B	炭酸水C	水
水または炭酸水100gにもともととけている二酸化炭素の重さ(g)	0.80	0.57	0.40	0.00
実験で集まった二酸化炭素の体積(mL)	365	260	161	126
上の値のうち、クエン酸と重そうが反応して発生した二酸化炭素の体積(mL)	問8(1)	問8(2)	問8(3)	126
クエン酸と重そうが反応すると発生するはずの二酸化炭素の重さ(g)		左と同じ	左と同じ	左と同じ
上の値のうち、水または炭酸水にとけた割合(%)				

問10 問9でかいたグラフからわかることをまとめたものとなるように、次の文を完成させなさい。

クエン酸と重そうが反応すると発生するはずの二酸化炭素のうち水または炭酸水にとけた割合は、()。

問11 開けた直後から270分間放置して少し気がぬけてしまった炭酸水100gを、開けた直後の炭酸水と同じ重さの二酸化炭素がとけている状態に戻すには、最低何gのクエン酸と重そうを入れればよいですか。問9と問10を参考にしなさい。答えは小数第三位を四捨五入して、小数第二位まで求めなさい。

栄一君は今度こそと思って、少し気がぬけた炭酸水に、適当と思われる重さのクエン酸と重そうを入れて飲んでみました。すると今度は、炭酸を強く感じることができました。

こうして栄一君は、気がぬけた炭酸水を元のおいしい炭酸水に戻す術を身につけることができました。

おわり

受験番号		氏名	
------	--	----	--

※ 評点

注意：※のあるところには記入しないこと

問1

問2

問3

問4

問5

問6

(1)	(2) g	(3) g	(4)
-----	-------	-------	-----

問7

(1) g	(2) g	(3) g
-------	-------	-------

問8

(1) mL	(2) mL	(3) mL
--------	--------	--------

問9以降の解答らんは、裏にあります。

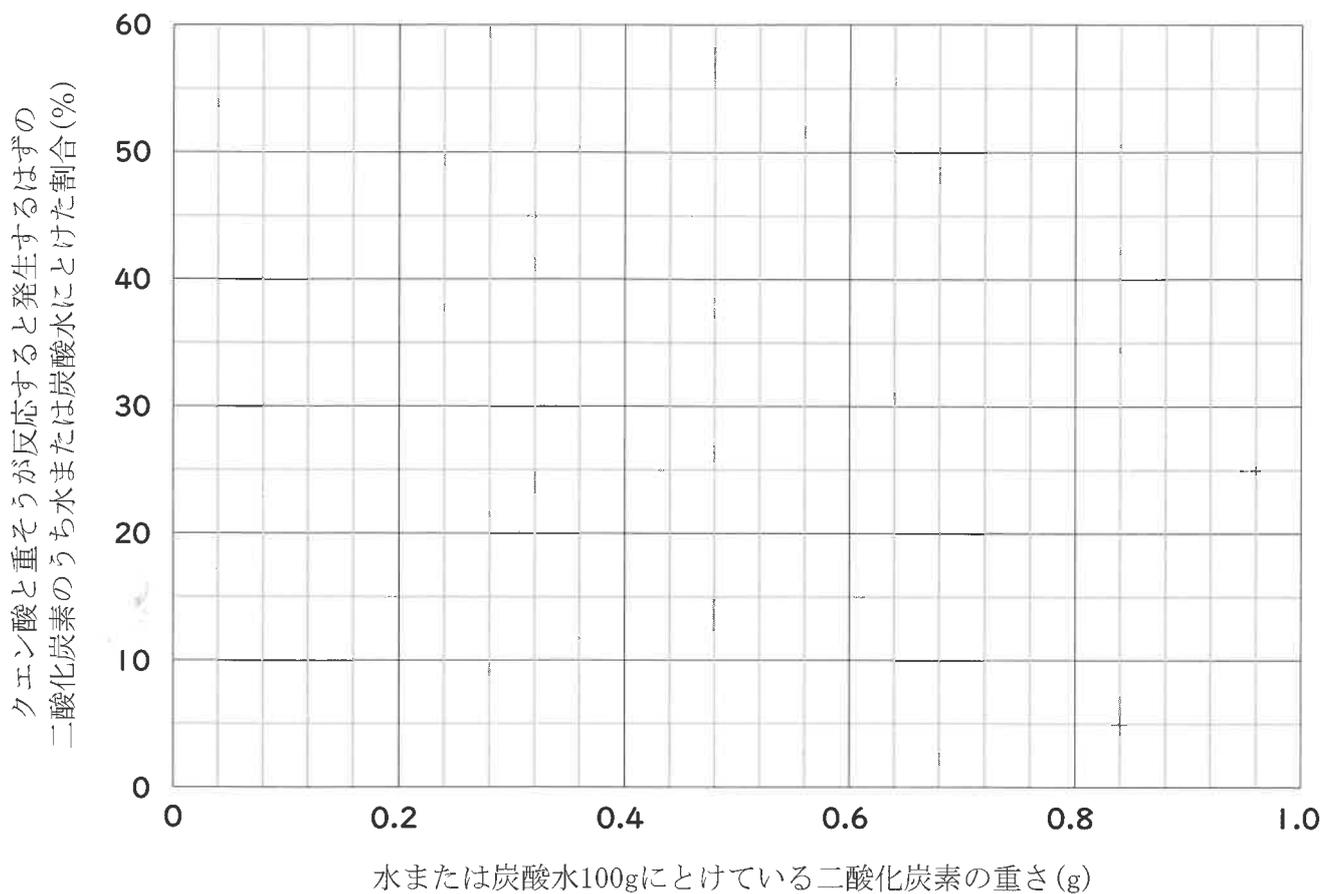
※	A
---	---

※	B
---	---

※	C
---	---

※	D
---	---

問9



問10 クエン酸と重そうが反応すると発生するはずの二酸化炭素のうち水または炭酸水にとけた割合は、

問11 クエン酸

g	重そう
g	g

※
E

※
F

※
G