

**無機化学の学習は  
私達がお世話になっている  
種々の物質について  
知ること。**

**「覚えよう」ではなくて、  
「楽しもう」が秘訣。**



# 元素の分類① 金属と非金属

# 元素の分類① 金属と非金属

金属

非金属

## 元素の分類① 金属と非金属

金属……自由電子をもつ。

非金属

## 元素の分類① 金属と非金属

金属……自由電子をもつ。

電気伝導性・熱伝導性、  
展性・延性、金属光沢を示す。

非金属

## 元素の分類① 金属と非金属

**金属**……自由電子をもつ。

電気伝導性・熱伝導性、  
展性・延性、金属光沢を示す。

**非金属**……自由電子がない。

## 元素の分類① 金属と非金属

**金属**……自由電子をもつ。

電気伝導性・熱伝導性、  
展性・延性、金属光沢を示す。

**非金属**……自由電子がない。

電気伝導性・熱伝導性、  
展性・延性、金属光沢を示さない。  
(幾つかを示すものはある。)

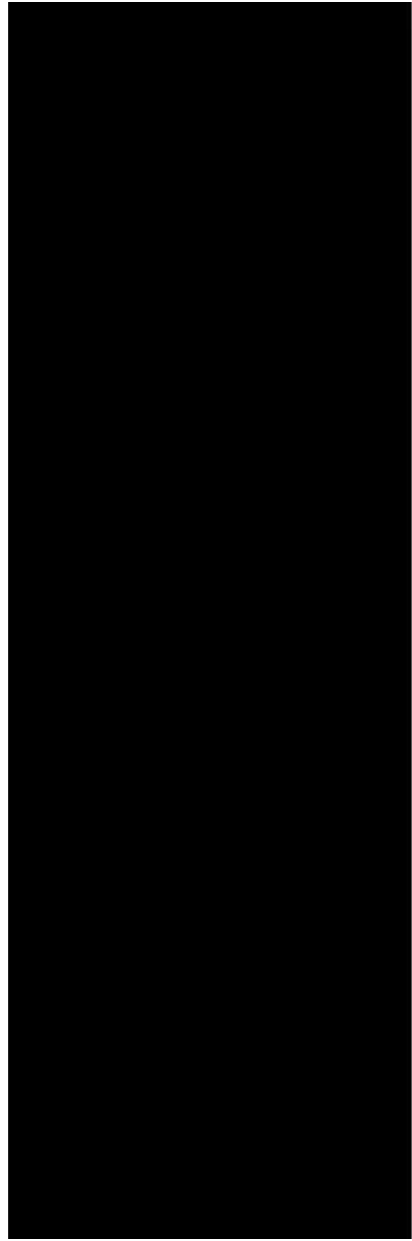
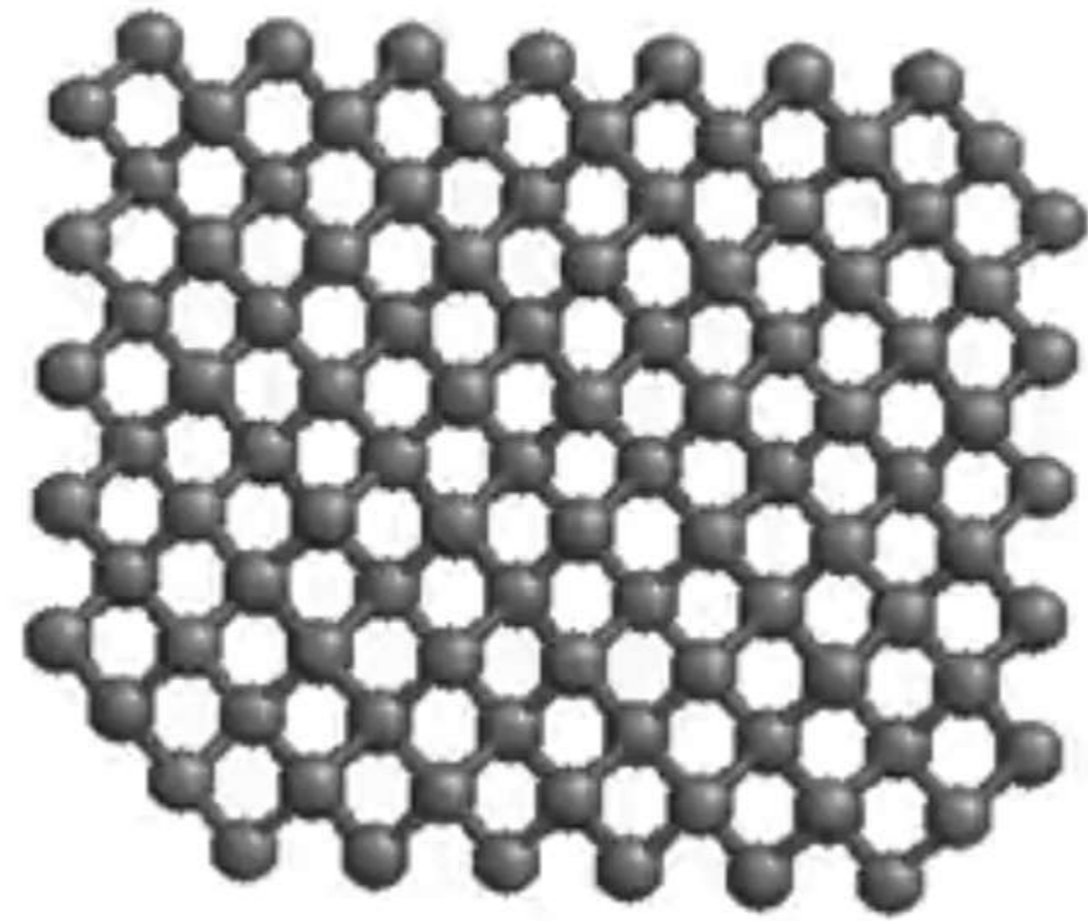
ダイヤモンドは、大抵の電気絶縁体と異なり、結晶内の共有結合が強固なため、優れた熱伝導体となる。



**非金属**・・・自由電子がない。

電気伝導性・熱伝導性、  
展性・延性、金属光沢を示さない。  
(幾つかを示すものはある。)





磨き上げたシリコンウェハー（板状のシリコン単体）は金属光沢をもつが、簡単に割れてしまう。



**非金属**・・・自由電子がない。

電気伝導性・熱伝導性、  
展性・延性、金属光沢を示さない。  
（幾つかを示すものはある。）

## 元素の分類② 典型元素と遷移元素

## 元素の分類②

## 典型元素と遷移元素

典型元素

遷移元素

## **元素の分類②** 典型元素と遷移元素




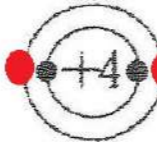



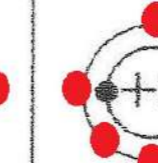
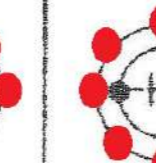
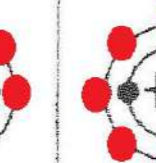

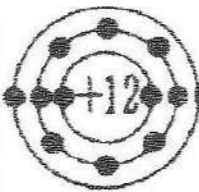


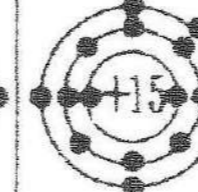
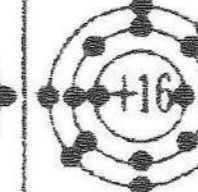
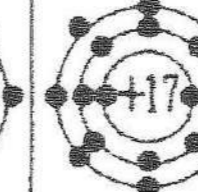
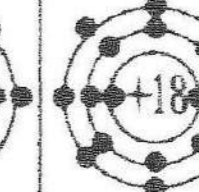
**典型元素**

最外殻の電子が増えていく。



元素の性質に周期性がある。  
同族で似通った性質をもつ。

**遷移元素**

族 \ 周期	1	2	13	14	15	16	17	18
1	 ${}_1\text{H}$	<p><b>元素の性質に周期性がある。</b>  <b>同族で似通った性質をもつ。</b></p>						 ${}_2\text{He}$
2	 ${}_3\text{Li}$	 ${}_4\text{Be}$	 ${}_5\text{B}$	 ${}_6\text{C}$	 ${}_7\text{N}$	 ${}_8\text{O}$	 ${}_9\text{F}$	 ${}_{10}\text{Ne}$
3	 ${}_{11}\text{Na}$	 ${}_{12}\text{Mg}$	 ${}_{13}\text{Al}$	 ${}_{14}\text{Si}$	 ${}_{15}\text{P}$	 ${}_{16}\text{S}$	 ${}_{17}\text{Cl}$	 ${}_{18}\text{Ar}$

## 元素の分類② 典型元素と遷移元素

### 典型元素

最外殻の電子が増えていく。



元素の性質に周期性がある。  
同族で似通った性質をもつ。

### 遷移元素

## 元素の分類② 典型元素と遷移元素

### 典型元素

最外殻の電子が増えていく。



元素の性質に周期性がある。  
同族で似通った性質をもつ。

### 遷移元素

内殻の電子が増えていく。

最外殻の電子数は1または2個。



元素の性質に顕著な周期性はない。  
周期方向でも似通っている。



原子番号	元素	K殻 (最大 2)	L殻 (最大 8)	M殻 (最大 18)	N殻 (最大 32)	種類
19	K	2	8	8	1	典型
20	Ca	2	8	8	2	典型
21	Sc	2	8	9	2	遷移
22	Ti	2	8	10	2	遷移
23	V	2	8	11	2	遷移
24	Cr	2	8	13	1	遷移
25	Mn	2	8	13	2	遷移
26	Fe	2	8	14	2	遷移
27	Co	2	8	15	2	遷移
28	Ni	2	8	16	2	遷移
29	Cu	2	8	18	1	遷移
30	Zn	2	8	18	2	典型

# 元素の分類③

	典型元素、非金属
	典型元素、金属
	遷移元素(金属)

族 周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	<b>1H</b> 水素 1.008																	<b>2He</b> ヘリウム 4.003
2	<b>3Li</b> リチウム 6.941	<b>4Be</b> ベリリウム 9.012																
3	<b>11Na</b> ナトリウム 22.99	<b>12Mg</b> マグネシウム 24.31																
			遷移元素															
4	<b>19K</b> カリウム 39.1	<b>20Ca</b> カルシウム 40.08	<b>21Sc</b> スカンジウム 44.96	<b>22Ti</b> チタン 47.88	<b>23V</b> バナジウム 50.94	<b>24Cr</b> クロム 52	<b>25Mn</b> マンガン 54.94	<b>26Fe</b> 鉄 55.85	<b>27Co</b> コバルト 58.93	<b>28Ni</b> ニッケル 58.69	<b>29Cu</b> 銅 63.55	<b>30Zn</b> 亜鉛 65.39	<b>31Ga</b> ガリウム 69.72	<b>32Ge</b> ゲルマニウム 72.61	<b>33As</b> ヒ素 74.92	<b>34Se</b> セレン 78.95	<b>35Br</b> 臭素 79.9	<b>36Kr</b> クリプトン 83.8
5	<b>37Rb</b> ルビウム 85.47	<b>38Sr</b> ストロンチウム 87.62	<b>39Y</b> イットリウム 88.91	<b>40Zr</b> ジルコニウム 91.22	<b>41Nb</b> ニオブ 92.91	<b>42Mo</b> モリブデン 95.94	<b>43Tc</b> テクネチウム (99)*	<b>44Ru</b> ルテニウム 101.1	<b>45Rh</b> ロジウム 102.9	<b>46Pd</b> パラジウム 106.4	<b>47Ag</b> 銀 107.9	<b>48Cd</b> カドミウム 112.4	<b>49In</b> インジウム 114.8	<b>50Sn</b> スズ 118.7	<b>51Sb</b> アンチモン 121.8	<b>52Te</b> テルル 127.6	<b>53I</b> ヨウ素 126.9	<b>54Xe</b> キセノン 131.3
6	<b>55Cs</b> セシウム 132.9	<b>56Ba</b> バリウム 137.3	<b>57~71</b> ランタノイド	<b>72Hf</b> ハフニウム 178.5	<b>73Ta</b> タンタル 180.9	<b>74W</b> タングステン 183.8	<b>75Re</b> レニウム 186.2	<b>76Os</b> オスmium 190.2	<b>77Ir</b> イリジウム 192.2	<b>78Pt</b> 白金 195.1	<b>79Au</b> 金 197.0	<b>80Hg</b> 水銀 200.6	<b>81Tl</b> タリウム 204.4	<b>82Pb</b> 鉛 207.2	<b>83Bi</b> ビスマス 209.0	<b>84Po</b> ポロニウム (210)	<b>85At</b> アスタチン (210)	<b>86Rn</b> ラドン (222)

原子番号 元素記号
79 Au
元素名
原子量

	<b>典型元素、非金属</b>
	<b>典型元素、金属</b>
	<b>遷移元素(金属)</b>

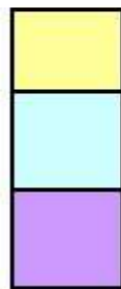
族 周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	<b>1H</b> 水素 1.008																	<b>2He</b> ヘリウム 4.003
2	<b>3Li</b> リチウム 6.941	<b>4Be</b> ベリリウム 9.012											<b>5B</b> ホウ素 10.81	<b>6C</b> 炭素 12.01	<b>7N</b> 窒素 14.01	<b>8O</b> 酸素 16.00	<b>9F</b> フッ素 19.00	<b>10Ne</b> ネオン 20.18
3	<b>11Na</b> ナトリウム 22.99	<b>12Mg</b> マグネシウム 24.31											<b>13Al</b> アルミニウム 26.98	<b>14Si</b> ケイ素 28.09	<b>15P</b> リン 30.97	<b>16S</b> 硫黄 32.07	<b>17Cl</b> 塩素 35.45	<b>18Ar</b> アルゴン 39.95
			遷移元素															
4	<b>19K</b> カリウム 39.1	<b>20Ca</b> カルシウム 40.08	<b>21Sc</b> スカンジウム 44.96	<b>22Ti</b> チタン 47.88	<b>23V</b> バナジウム 50.94	<b>24Cr</b> クロム 52	<b>25Mn</b> マンガン 54.94	<b>26Fe</b> 鉄 55.85	<b>27Co</b> コバルト 58.93	<b>28Ni</b> ニッケル 58.69	<b>29Cu</b> 銅 63.55	<b>30Zn</b> 亜鉛 65.39	<b>31Ga</b> ガリウム 69.72	<b>32Ge</b> ゲルマニウム 72.61	<b>33As</b> ヒ素 74.92	<b>34Se</b> セレン 78.95	<b>35Br</b> 臭素 79.9	<b>36Kr</b> クリプトン 83.8
5	<b>37Rb</b> ルビウム 85.47	<b>38Sr</b> ストロンチウム 87.62	<b>39Y</b> イットリウム 88.91	<b>40Zr</b> ジルコニウム 91.22	<b>41Nb</b> ニオブ 92.91	<b>42Mo</b> モリブデン 95.94	<b>43Tc</b> テクネチウム (99)*	<b>44Ru</b> ルテチウム 101.1	<b>45Rh</b> ロジウム 102.9	<b>46Pd</b> パラジウム 106.4	<b>47Ag</b> 銀 107.9	<b>48Cd</b> カドミウム 112.4	<b>49In</b> インジウム 114.8	<b>50Sn</b> スズ 118.7	<b>51Sb</b> アンチモン 121.8	<b>52Te</b> テルル 127.6	<b>53I</b> ヨウ素 126.9	<b>54Xe</b> キセノン 131.3
6	<b>55Cs</b> セシウム 132.9	<b>56Ba</b> バリウム 137.3	<b>57~71</b> ランタノイド	<b>72Hf</b> ハフニウム 178.5	<b>73Ta</b> タンタル 180.9	<b>74W</b> タングステン 183.8	<b>75Re</b> レニウム 186.2	<b>76Os</b> オスmium 190.2	<b>77Ir</b> イリジウム 192.2	<b>78Pt</b> 白金 195.1	<b>79Au</b> 金 197.0	<b>80Hg</b> 水銀 200.6	<b>81Tl</b> タリウム 204.4	<b>82Pb</b> 鉛 207.2	<b>83Bi</b> ビスマス 209.0	<b>84Po</b> ポロニウム (210)	<b>85At</b> アスタチン (210)	<b>86Rn</b> ラドン (222)

原子番号 元素記号
79 Au
元素名
原子量

**典型元素、非金属**  
 **典型元素、金属**  
 **遷移元素(金属) ⇨ 重い、硬い、単体の融点が高い(約1000°C以上)**

族 \ 周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1H 水素 1.008																	2He ヘリウム 4.003
2	3Li リチウム 6.941	4Be ベリリウム 9.012											5B ホウ素 10.81	6C 炭素 12.01	7N 窒素 14.01	8O 酸素 16.00	9F フッ素 19.00	10Ne ネオン 20.18
3	11Na ナトリウム 22.99	12Mg マグネシウム 24.31											13Al アルミニウム 26.98	14Si ケイ素 28.09	15P リン 30.97	16S 硫黄 32.07	17Cl 塩素 35.45	18Ar アルゴン 39.95
			遷移元素															
4	19K カリウム 39.1	20Ca カルシウム 40.08	21Sc スカンジウム 44.96	22Ti チタン 47.88	23V バナジウム 50.94	24Cr クロム 52	25Mn マンガン 54.94	26Fe 鉄 55.85	27Co コバルト 58.93	28Ni ニッケル 58.69	29Cu 銅 63.55	30Zn 亜鉛 65.39	31Ga ガリウム 69.72	32Ge ゲルマニウム 72.61	33As ヒ素 74.92	34Se セレン 78.95	35Br 臭素 79.9	36Kr クリプトン 83.8
5	37Rb ルビジウム 85.47	38Sr ストロンチウム 87.62	39Y イットリウム 88.91	40Zr ジルコニウム 91.22	41Nb ニオブ 92.91	42Mo モリブデン 95.94	43Tc テクネチウム (99)*	44Ru ルテチウム 101.1	45Rh ロジウム 102.9	46Pd パラジウム 106.4	47Ag 銀 107.9	48Cd カドミウム 112.4	49In インジウム 114.8	50Sn スズ 118.7	51Sb アンチモン 121.8	52Te テルル 127.6	53I ヨウ素 126.9	54Xe キセノン 131.3
6	55Cs セシウム 132.9	56Ba バリウム 137.3	57~71 ランタノイド	72Hf ハフニウム 178.5	73Ta タンタル 180.9	74W モリブデン 183.8	75Re レニウム 186.2	76Os オスミウム 190.2	77Ir イリジウム 192.2	78Pt 白金 195.1	79Au 金 197.0	80Hg 水銀 200.6	81Tl タリウム 204.4	82Pb 鉛 207.2	83Bi ヒスマス 209.0	84Po ポロニウム (210)	85At アスタチン (210)	86Rn ラドン (222)

原子番号 元素記号
79 Au
元素名
原子量



**典型元素、非金属**

**典型元素、金属** ⇨ 軽い、軟らかい、融点は低い(約1000℃未満)

**遷移元素(金属)** ⇨ 重い、硬い、単体の融点が高い(約1000℃以上)

族	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	<b>1H</b> 水素 1.008																	<b>2He</b> ヘリウム 4.003
2	<b>3Li</b> リチウム 6.941	<b>4Be</b> ベリリウム 9.012											<b>5B</b> ホウ素 10.81	<b>6C</b> 炭素 12.01	<b>7N</b> 窒素 14.01	<b>8O</b> 酸素 16.00	<b>9F</b> フッ素 19.00	<b>10Ne</b> ネオン 20.18
3	<b>11Na</b> ナトリウム 22.99	<b>12Mg</b> マグネシウム 24.31											<b>13Al</b> アルミニウム 26.98	<b>14Si</b> ケイ素 28.09	<b>15P</b> リン 30.97	<b>16S</b> 硫黄 32.07	<b>17Cl</b> 塩素 35.45	<b>18Ar</b> アルゴン 39.95
遷移元素																		
4	<b>19K</b> カリウム 39.1	<b>20Ca</b> カルシウム 40.08	<b>21Sc</b> スカンジウム 44.96	<b>22Ti</b> チタン 47.88	<b>23V</b> バナジウム 50.94	<b>24Cr</b> クロム 52	<b>25Mn</b> マンガン 54.94	<b>26Fe</b> 鉄 55.85	<b>27Co</b> コバルト 58.93	<b>28Ni</b> ニッケル 58.69	<b>29Cu</b> 銅 63.55	<b>30Zn</b> 亜鉛 65.39	<b>31Ga</b> ガリウム 69.72	<b>32Ge</b> ゲルマニウム 72.61	<b>33As</b> ヒ素 74.92	<b>34Se</b> セレン 78.95	<b>35Br</b> 臭素 79.9	<b>36Kr</b> クリプトン 83.8
5	<b>37Rb</b> ルビジウム 85.47	<b>38Sr</b> ストロンチウム 87.62	<b>39Y</b> イットリウム 88.91	<b>40Zr</b> ジルコニウム 91.22	<b>41Nb</b> ニオブ 92.91	<b>42Mo</b> モリブデン 95.94	<b>43Tc</b> テクネチウム (99) *	<b>44Ru</b> ルテチウム 101.1	<b>45Rh</b> ロジウム 102.9	<b>46Pd</b> パラジウム 106.4	<b>47Ag</b> 銀 107.9	<b>48Cd</b> カドミウム 112.4	<b>49In</b> インジウム 114.8	<b>50Sn</b> スズ 118.7	<b>51Sb</b> アンチモン 121.8	<b>52Te</b> テルル 127.6	<b>53I</b> ヨウ素 126.9	<b>54Xe</b> キセノン 131.3
6	<b>55Cs</b> セシウム 132.9	<b>56Ba</b> バリウム 137.3	<b>57~71</b> ランタノイド	<b>72Hf</b> ハフニウム 178.5	<b>73Ta</b> タンタル 180.9	<b>74W</b> タングステン 183.8	<b>75Re</b> レニウム 186.2	<b>76Os</b> オスミウム 190.2	<b>77Ir</b> イリジウム 192.2	<b>78Pt</b> 白金 195.1	<b>79Au</b> 金 197.0	<b>80Hg</b> 水銀 200.6	<b>81Tl</b> タリウム 204.4	<b>82Pb</b> 鉛 207.2	<b>83Bi</b> ヒスマス 209.0	<b>84Po</b> ポロニウム (210)	<b>85At</b> アスタチン (210)	<b>86Rn</b> ラドン (222)

原子番号 元素記号

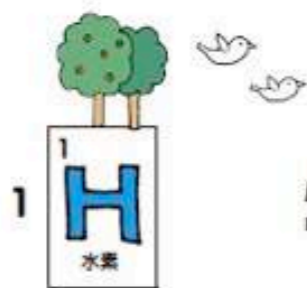
79 Au

元素名

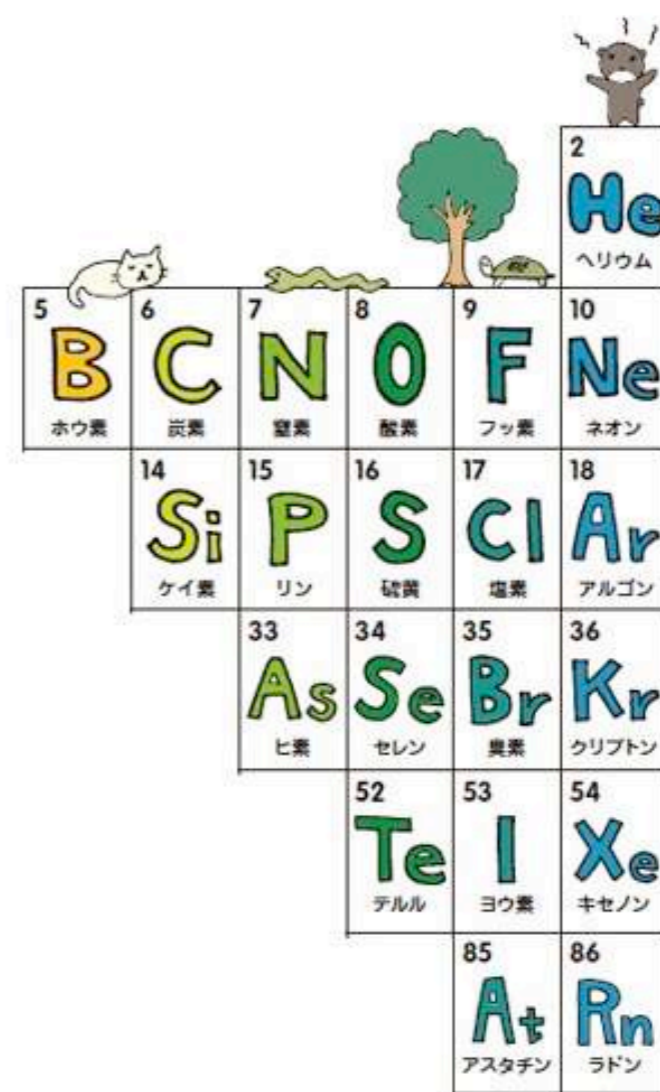
原子量

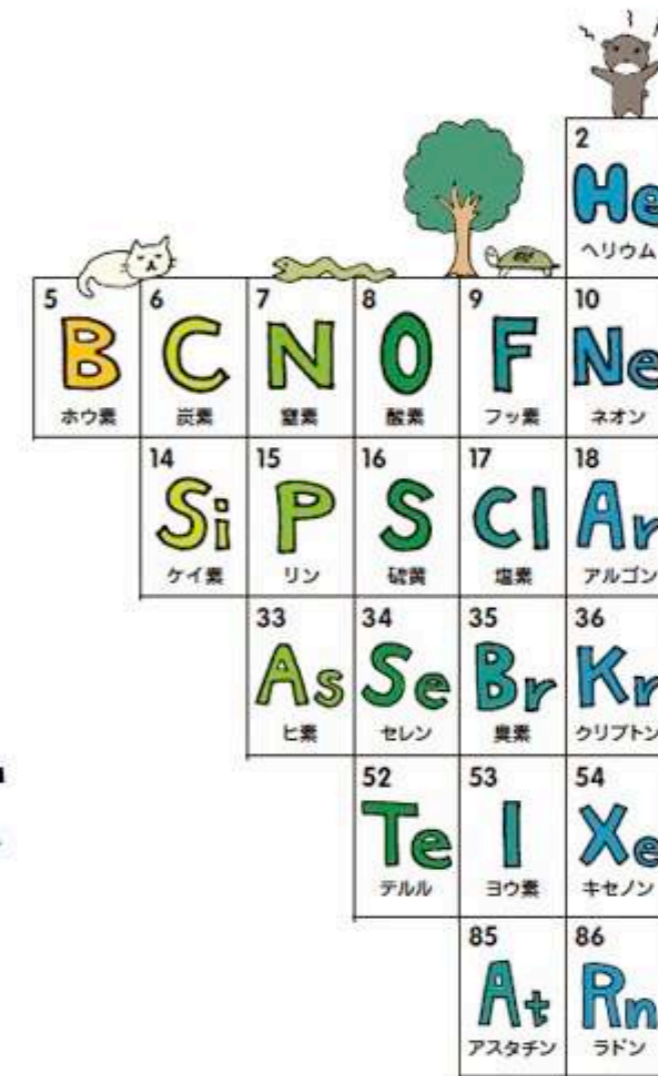
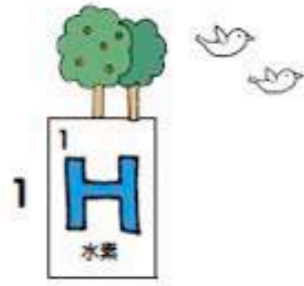
# 元素はたくさんありますが、 今日は、非金属を 学習しますので...

1	1 <b>H</b> 水素																	2 <b>He</b> ヘリウム						
2	3 <b>Li</b> リチウム	4 <b>Be</b> ベリリウム																	5 <b>B</b> ホウ素	6 <b>C</b> 炭素	7 <b>N</b> 窒素	8 <b>O</b> 酸素	9 <b>F</b> フッ素	10 <b>Ne</b> ネオン
3	11 <b>Na</b> ナトリウム	12 <b>Mg</b> マグネシウム																	13 <b>Al</b> アルミニウム	14 <b>Si</b> ケイ素	15 <b>P</b> リン	16 <b>S</b> 硫黄	17 <b>Cl</b> 塩素	18 <b>Ar</b> アルゴン
4	19 <b>K</b> カリウム	20 <b>Ca</b> カルシウム	21 <b>Sc</b> スカンジウム	22 <b>Ti</b> チタン	23 <b>V</b> バナジウム	24 <b>Cr</b> クロム	25 <b>Mn</b> マンガン	26 <b>Fe</b> 鉄	27 <b>Co</b> コバルト	28 <b>Ni</b> ニッケル	29 <b>Cu</b> 銅	30 <b>Zn</b> 亜鉛	31 <b>Ga</b> ガリウム	32 <b>Ge</b> ゲルマニウム	33 <b>As</b> ヒ素	34 <b>Se</b> セレン	35 <b>Br</b> 臭素	36 <b>Kr</b> クリプトン						
5	37 <b>Rb</b> ルビジウム	38 <b>Sr</b> ストロンチウム	39 <b>Y</b> イットリウム	40 <b>Zr</b> ジルコニウム	41 <b>Nb</b> ニオブ	42 <b>Mo</b> モリブデン	43 <b>Tc</b> テクネチウム	44 <b>Ru</b> ルテチウム	45 <b>Rh</b> ロジウム	46 <b>Pd</b> パラジウム	47 <b>Ag</b> 銀	48 <b>Cd</b> カドミウム	49 <b>In</b> インジウム	50 <b>Sn</b> スズ	51 <b>Sb</b> アンチモン	52 <b>Te</b> テルル	53 <b>I</b> ヨウ素	54 <b>Xe</b> キセノン						
6	55 <b>Cs</b> セシウム	56 <b>Ba</b> バリウム	57-71 ランタノイド	72 <b>Hf</b> ハフニウム	73 <b>Ta</b> タンタル	74 <b>W</b> タングステン	75 <b>Re</b> レニウム	76 <b>Os</b> オスミウム	77 <b>Ir</b> イリジウム	78 <b>Pt</b> プラチナ	79 <b>Au</b> 金	80 <b>Hg</b> 水銀	81 <b>Tl</b> タリウム	82 <b>Pb</b> 鉛	83 <b>Bi</b> ビスマス	84 <b>Po</b> ポロニウム	85 <b>At</b> アスタチン	86 <b>Rn</b> ラドン						
7	87 <b>Fr</b> フランシウム	88 <b>Ra</b> ラジウム	89-103 アクチノイド	104 <b>Rf</b> ラザホージウム	105 <b>Db</b> ドブニウム	106 <b>Sg</b> シーボーギウム	107 <b>Bh</b> ボーリウム	108 <b>Hs</b> ハッシウム	109 <b>Mt</b> マイトネリウム	110 <b>Ds</b> ダームスタチウム	111 <b>Rg</b> レントゲニウム	112 <b>Cn</b> コベルニシウム	113 <b>Uut</b> ウンウントリウム	114 <b>Uuq</b> ウンウンクアジウム	115 <b>Uup</b> ウンウンペンチウム	116 <b>Uuh</b> ウンウンヘキシウム	117 <b>Uus</b> ウンウンセプチウム	118 <b>Uuo</b> ウンウンオクチウム						
周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18						



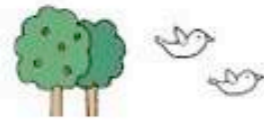
学習対象はわずかに  
これだけ。





で、さらに思い切って  
カットすると...





さらに思い切って  
カットすると・・・  
こんなものかな(^^)。

6 C 炭素	7 N 窒素	8 O 酸素	9 F フッ素
14 Si ケイ素	15 P リン	16 S 硫黄	17 Cl 塩素
			35 Br 臭素
			53 I ヨウ素



この授業では、  
 赤囲みを主軸に説明してい  
 きます。

**では、ハロゲンについて  
の整理から始めましょう。**

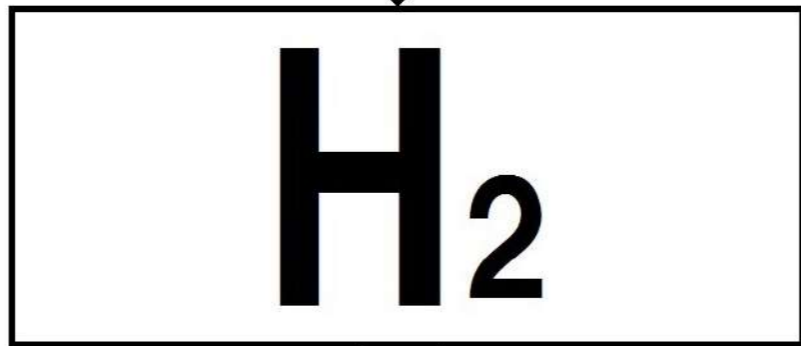


大変に申し訳ありませんが、  
**演習問題については**

**解答を参照し、**

**ご質問願います。**

**<m(\_)m>**



非金属の学習

	ハロゲン	硫黄 S	窒素 N	O	P	C	Si
単体	◎						
水素化合物	◎						
酸化物	—						
オキソ酸	—						

# まず、単体の

# 製法から整理しよう。



## 整理例① ハロゲンの単体の製法と諸性質

### Cl<sub>2</sub>の製法

工業的製法	塩化ナトリウム水溶液を電気分解する。
実験室的製法	① 酸化マンガン(IV) MnO <sub>2</sub> に濃塩酸を加えて加熱する。
	② さらし粉に塩酸を加える。
	③ 希硫酸中で塩化カリウムに酸化マンガン(IV)を作用させる。 $2\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$

で混て水去混合水し除気換に順たつ。除を混らと力は空置う手しよ素を体、か剤化気は方よな生に水素気、中燥塩蒸素下るう発と化水合つ。乾に水塩いよ、こ塩化混よ気。乾に水塩てのずす。塩に蒸すわもたのれ次ま通素、こと水まかてまのさは、に塩ら(い)し、のいまま示取す水(かさす素去酸用)に中(のれ体気)すに(塩除確を)いし塩行台混蒸し確気てシ去よで

塩化水素を除去する  
水分を除去する  
濃塩酸  
濃硫酸(下ろし液)  
洗気びん  
洗気びん  
酸化マンガン(IV)

### F<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>の諸性質(その1)

	フッ素F <sub>2</sub>	塩素Cl <sub>2</sub>	臭素Br <sub>2</sub>	ヨウ素I <sub>2</sub>
沸点	低	→ 高		
融点	低	→ 高		
状態	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
色	[ ]色	[ ]色	[ ]色	[ ]色
	全元素中酸化力最大	漂白殺菌作用	室温で液体の単体	昇華による精製

**記入**

工業的製法

覚える

実験室的製法

ハロゲンの単体 (Cl<sub>2</sub>) の製法

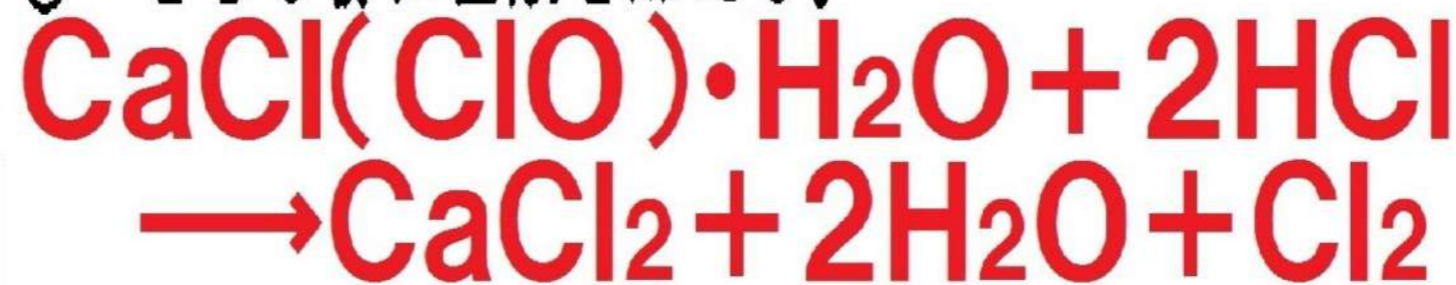
塩化ナトリウム水溶液を電気分解する。



① 酸化マンガソ(IV) MnO<sub>2</sub> に濃塩酸を加えて加熱する。



② さらし粉に塩酸を加える。





ハロゲンの単体 (Cl<sub>2</sub>) の製法

工業的製法

塩化ナトリウム水溶液を電気分解する。

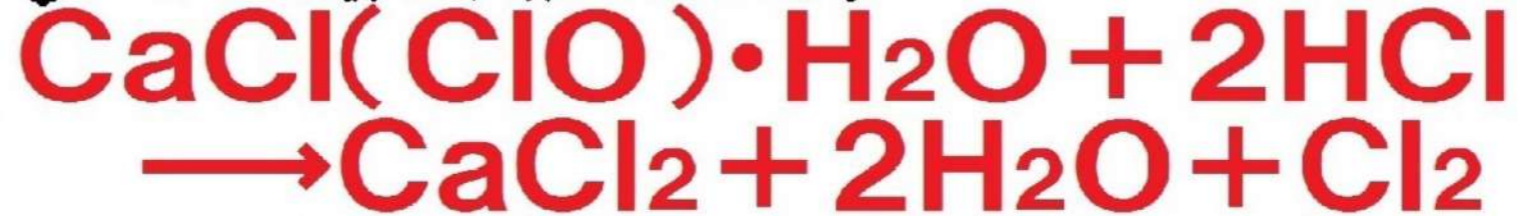


実験室的製法

① 酸化マンガソ(IV) MnO<sub>2</sub> に濃塩酸を加えて加熱する。



② さらに粉に塩酸を加える。

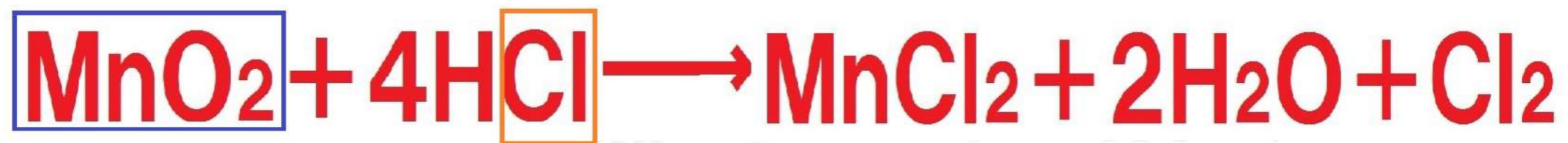


実は、これらの反応は、すべて同じことを行っています。「同じこと」とは？

すべて、**塩化物イオン**を**酸化剤**で酸化して、**塩素の単体**としている。



**電気分解の陽極**は、**電気エネルギー**で物質を酸化する極。



## ハロゲンの単体 (Cl<sub>2</sub>) の製法

### 工業的製法

塩化ナトリウム水溶液を電気分解する。

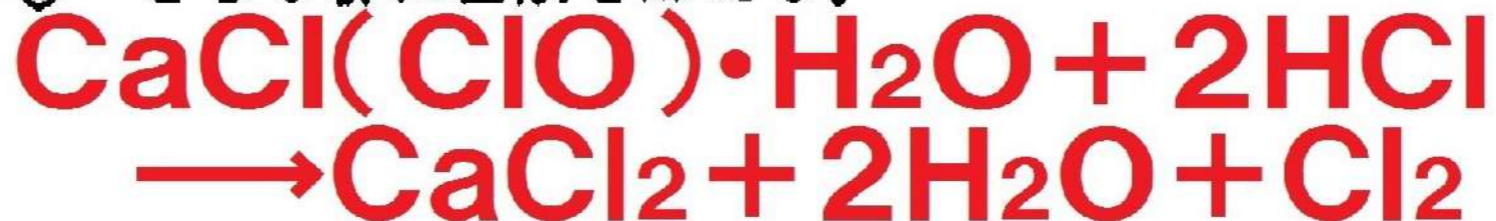


### 実験室的製法

① 酸化マンガン(IV) MnO<sub>2</sub> に濃塩酸を加えて加熱する。

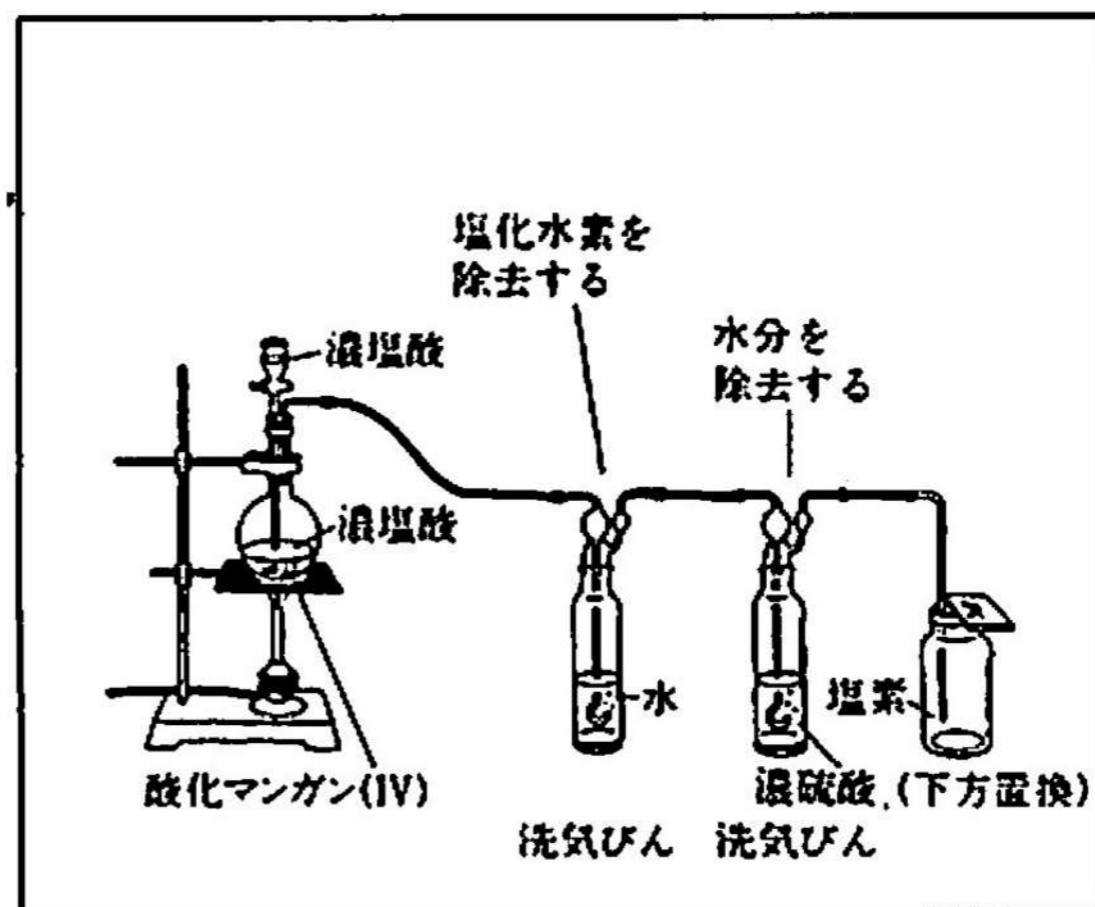


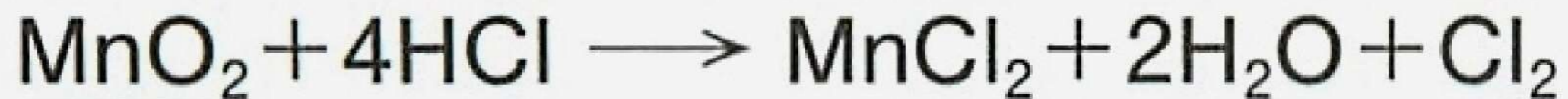
② さらに粉に塩酸を加える。



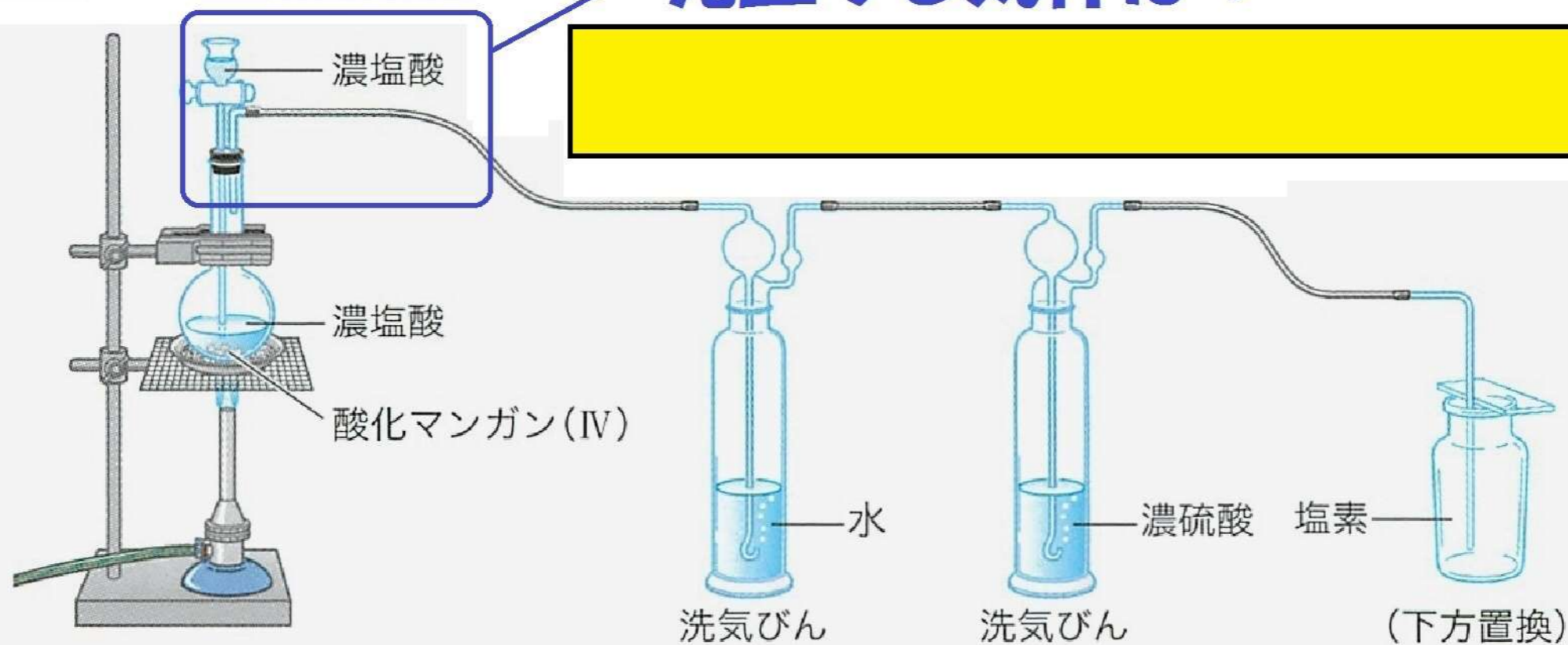
実験装置の概略が描けて、  
装置の説明ができますか？

塩素の回収は次のような手順で行われます。まず、発生した混合気体を水に通すことによって混合気体（塩素，塩化水素，水蒸気）中から，塩化水素を除去します。さらに，混合気体を濃硫酸に通すことによって，混合気体（塩素，水蒸気）中から水蒸気を除去します。また，塩素は空気より重いので，下方置換で捕集します。





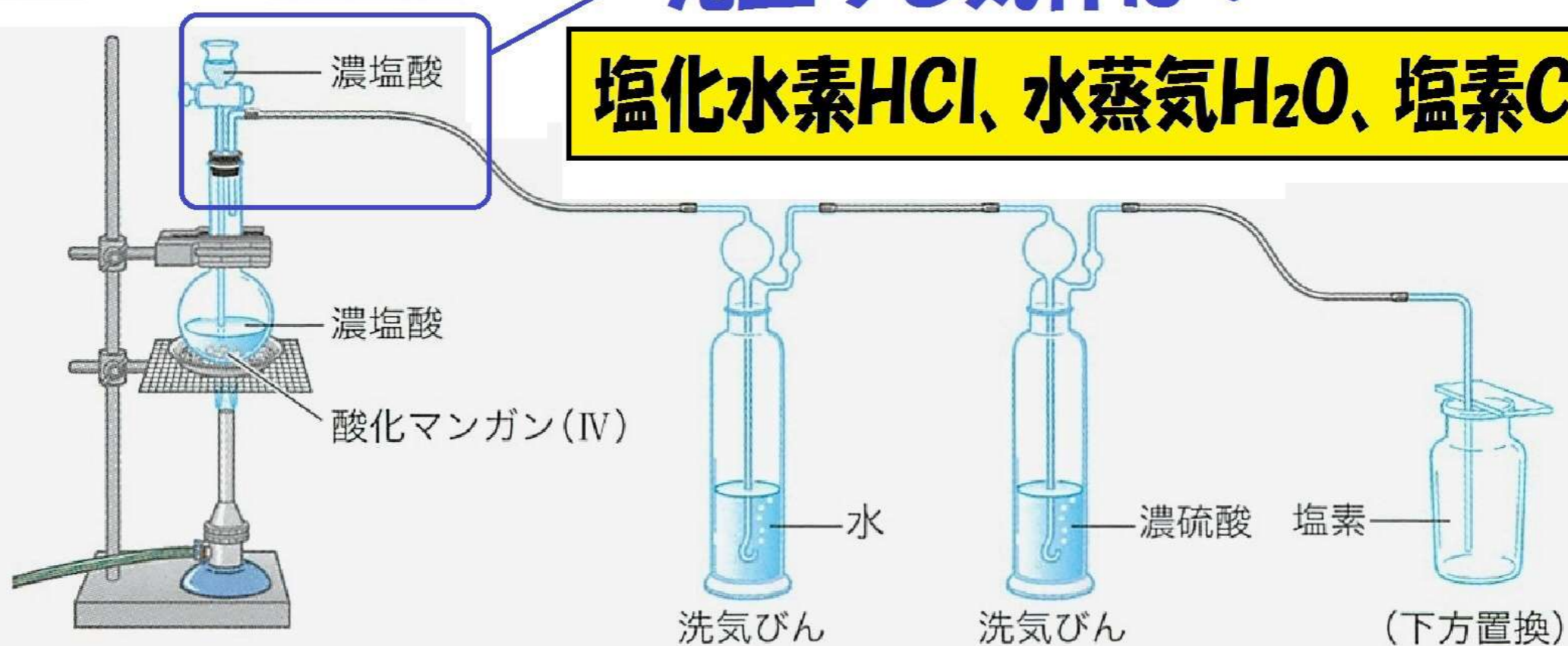
発生する気体は？





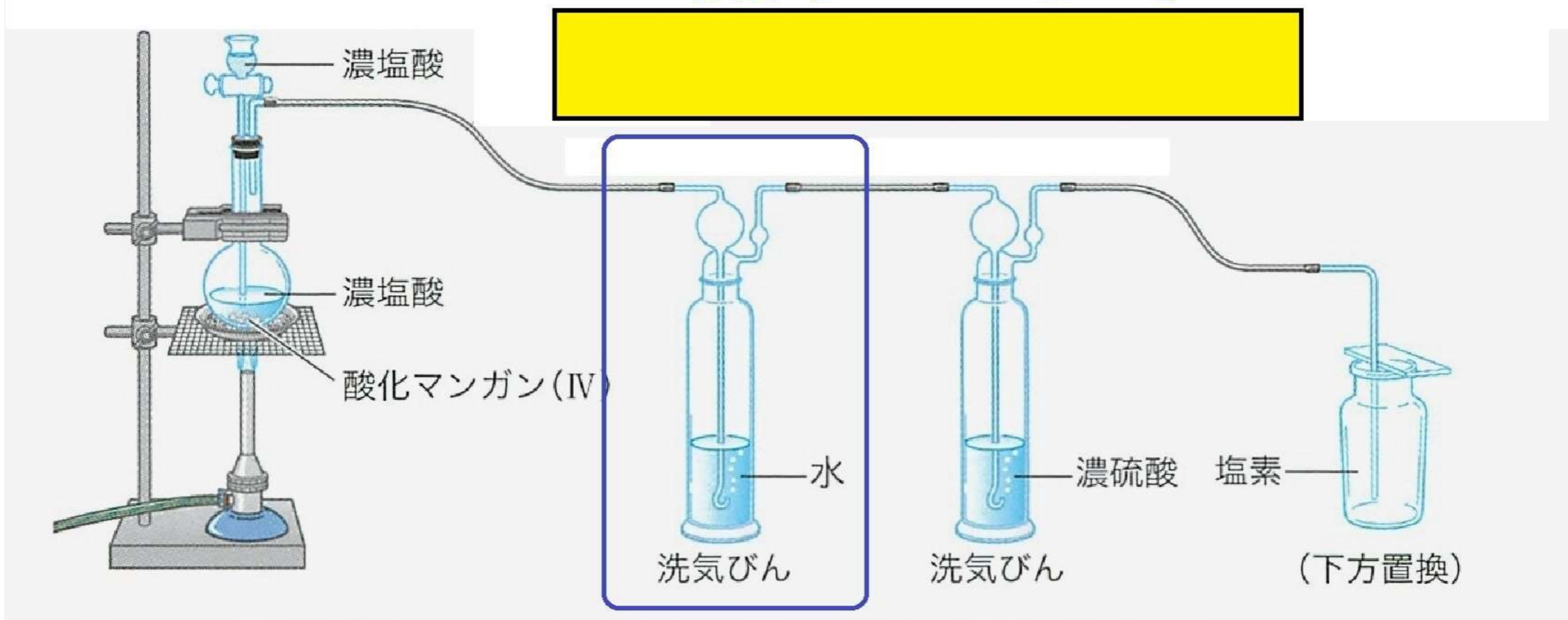
発生する気体は？

塩化水素HCl、水蒸気H<sub>2</sub>O、塩素Cl<sub>2</sub>





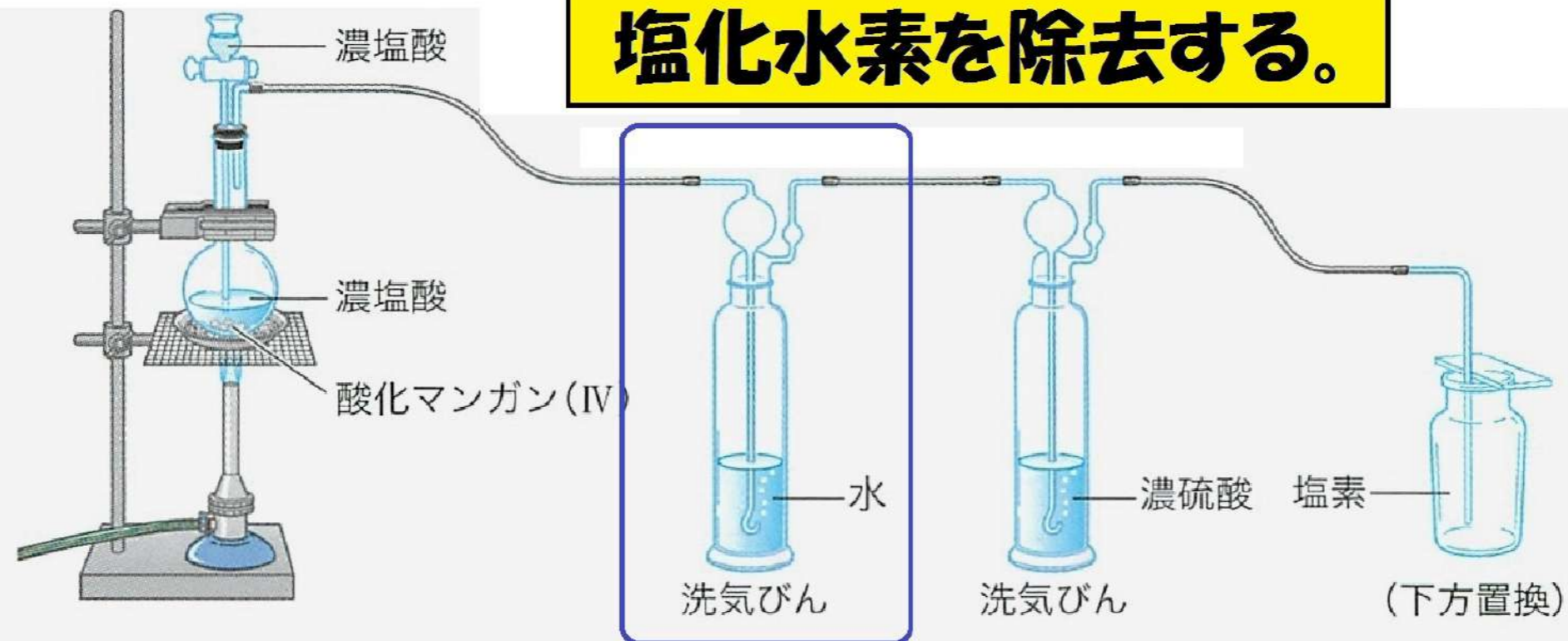
この洗気びんの目的は？





この洗気びんの目的は？

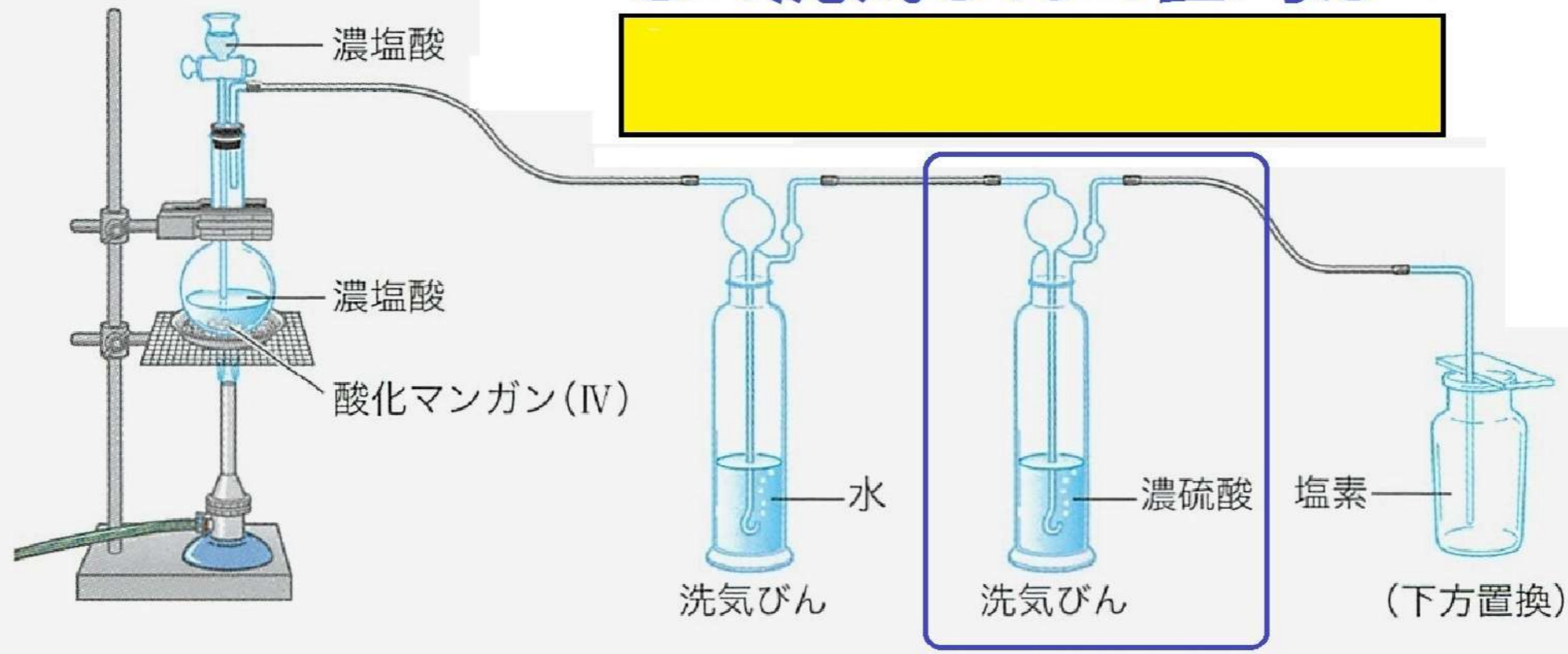
塩化水素を除去する。

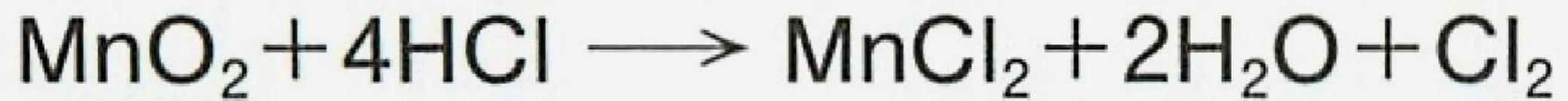






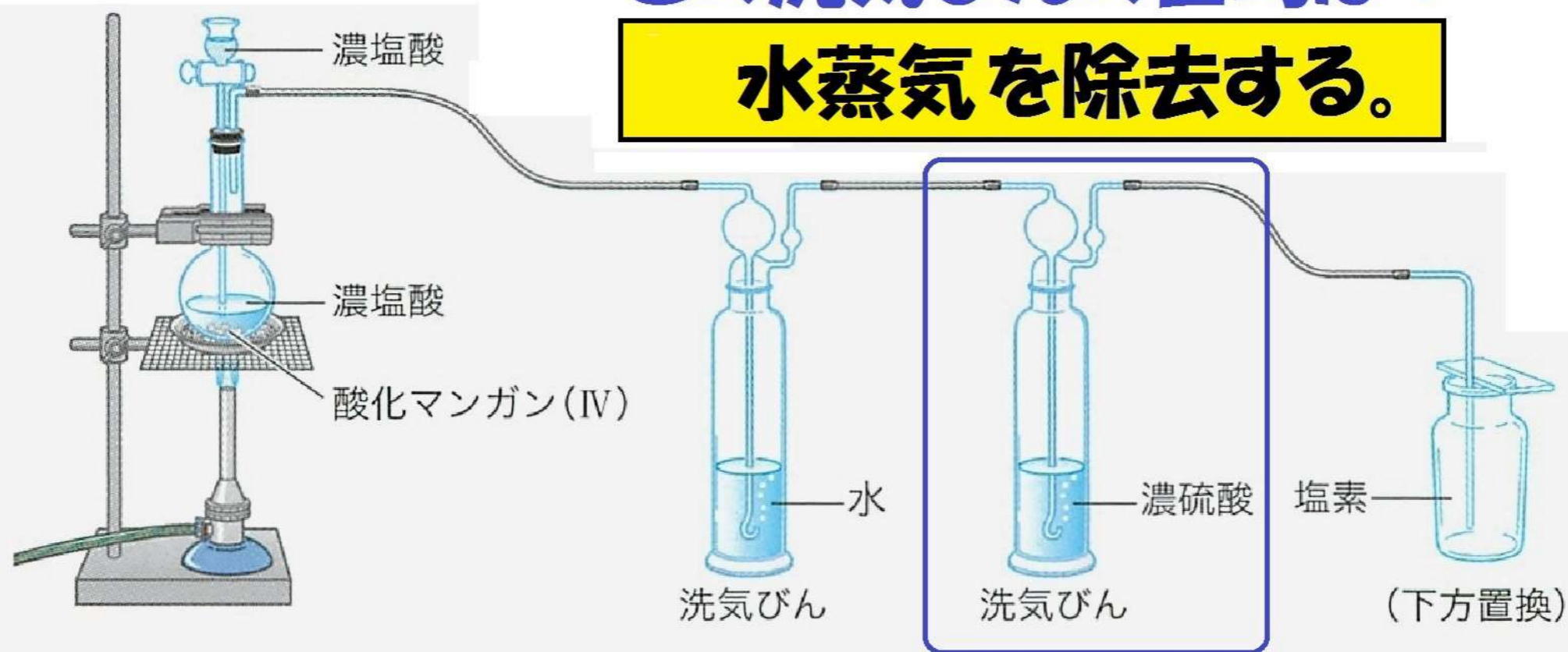
この洗気びんの目的は？

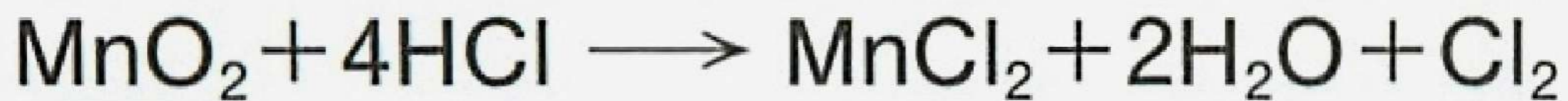




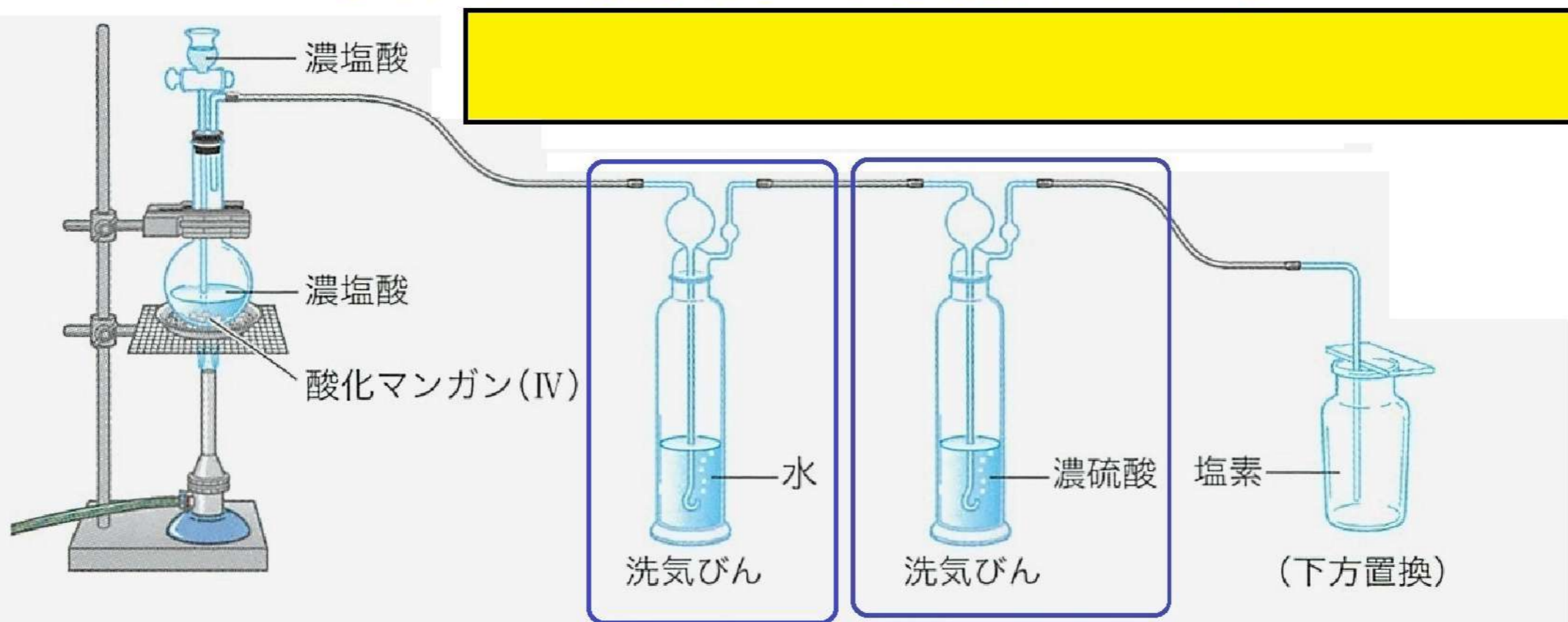
この洗気びんの目的は？

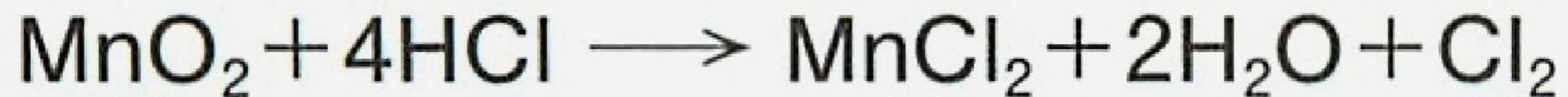
**水蒸気を除去する。**





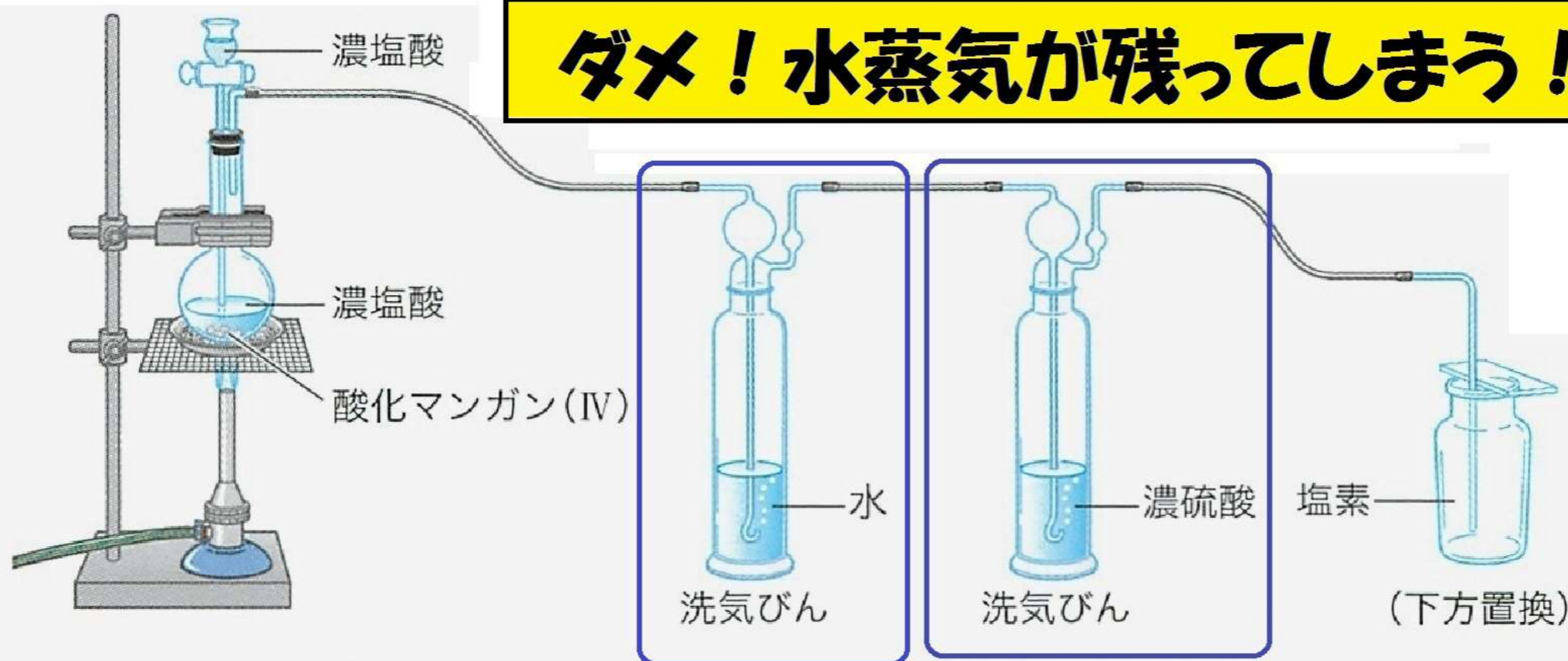
これらの洗気びんを逆にしてもいい？





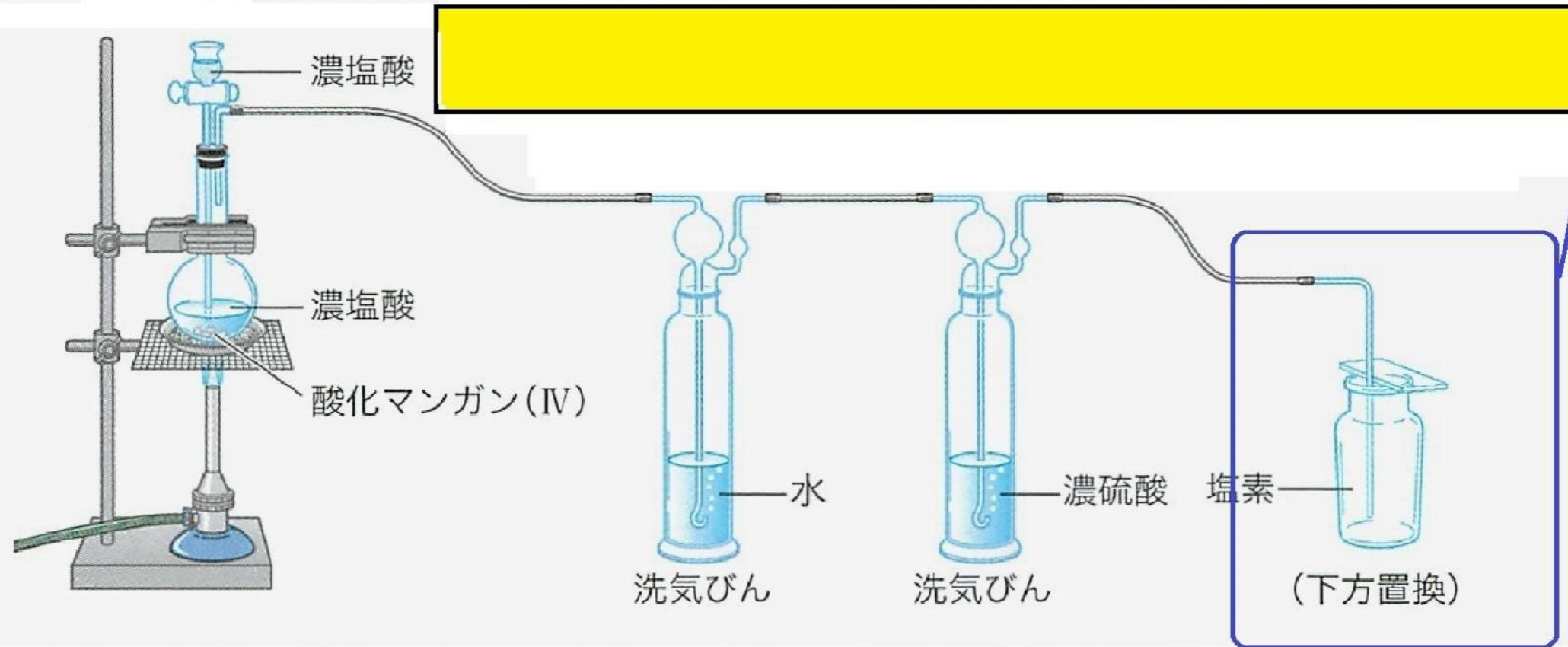
これらの洗気びんを逆にしてもいい？

**ダメ！水蒸気が残ってしまう！！**





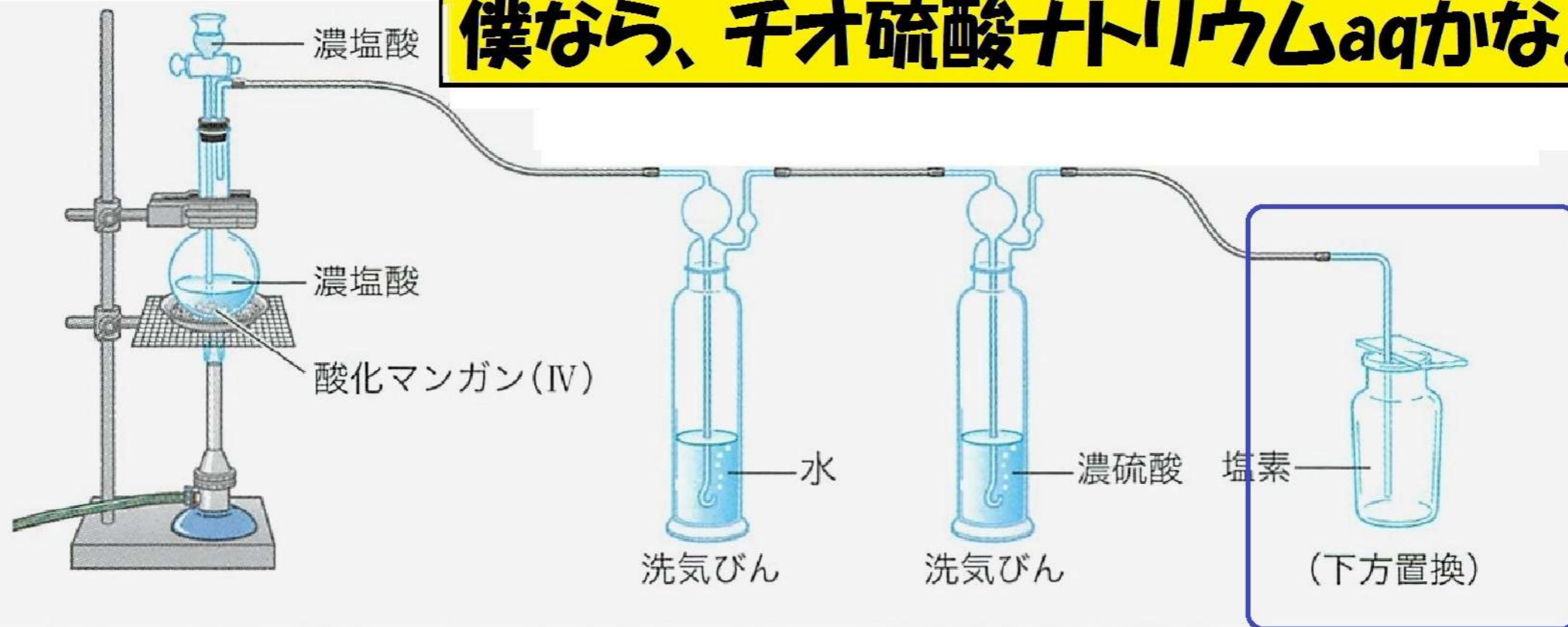
雑巾をかぶせるなら、何を浸み込ませる？





雑巾をかぶせるなら、何を浸み込ませる？

僕なら、千才硫酸ナトリウムaqかな。



無印良品

# 風呂用脱塩素剤

2g×15包

主材に脱塩素効果のあるビタミンCを  
使用しています。



万一お買付きの店がございましたら、  
上記お客様番号は、お買上げの店ま  
でお問い合わせください。

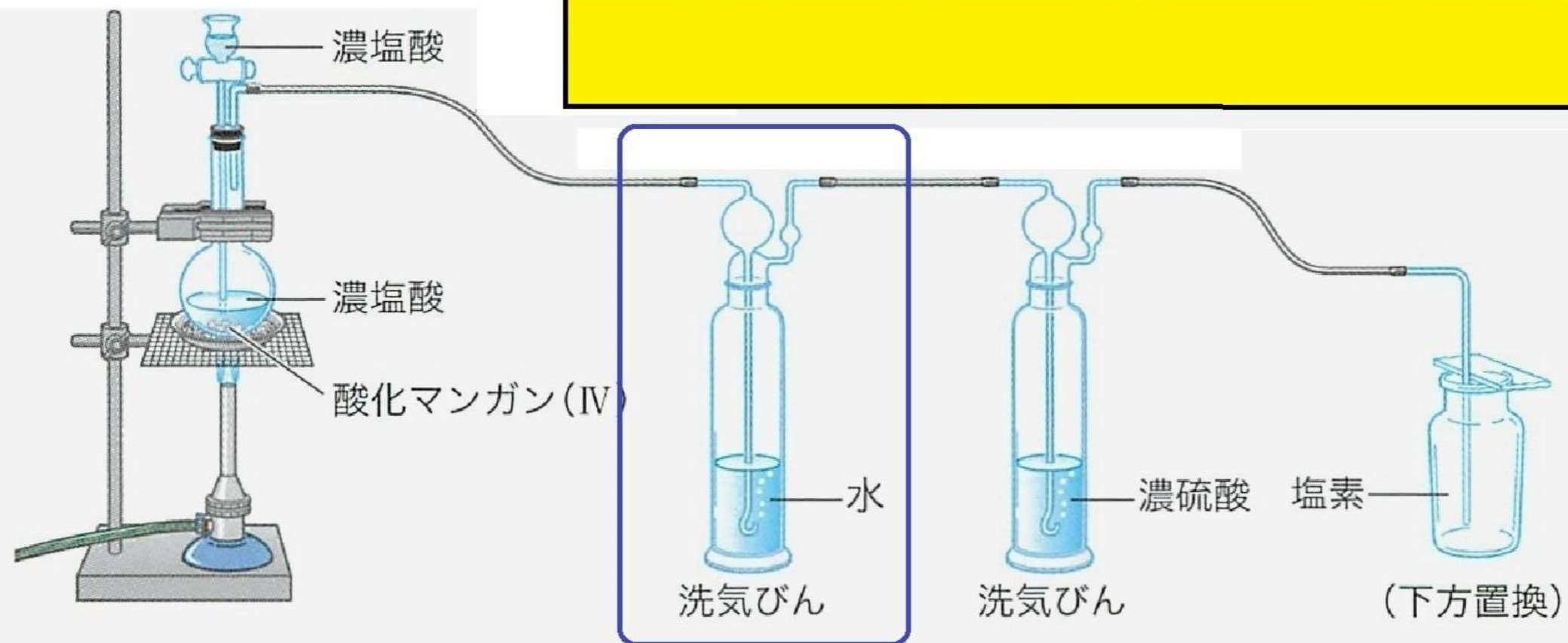
株式会社 良品計画  
お客様センター  
03-3489-5200

0951

380円



水をいっぱいに入れていい？

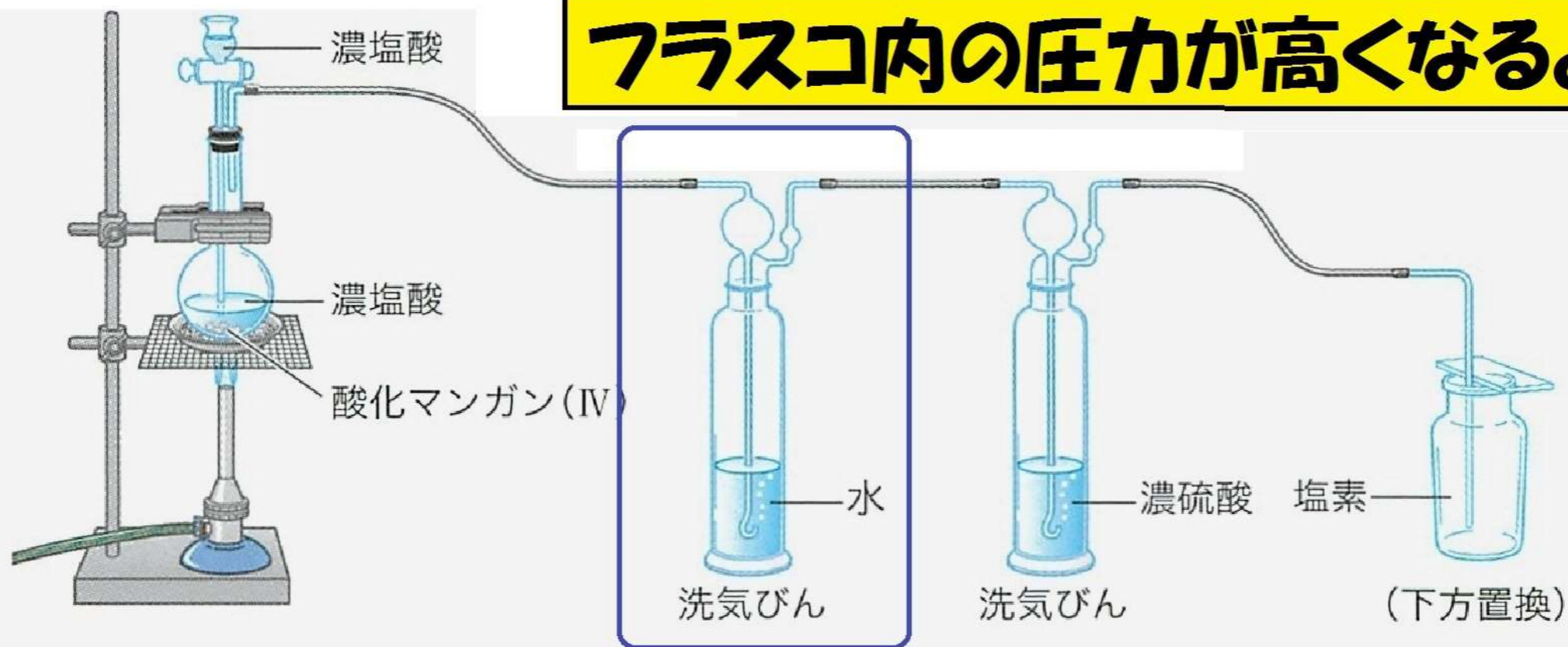


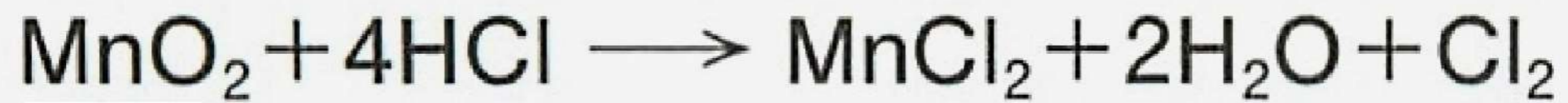




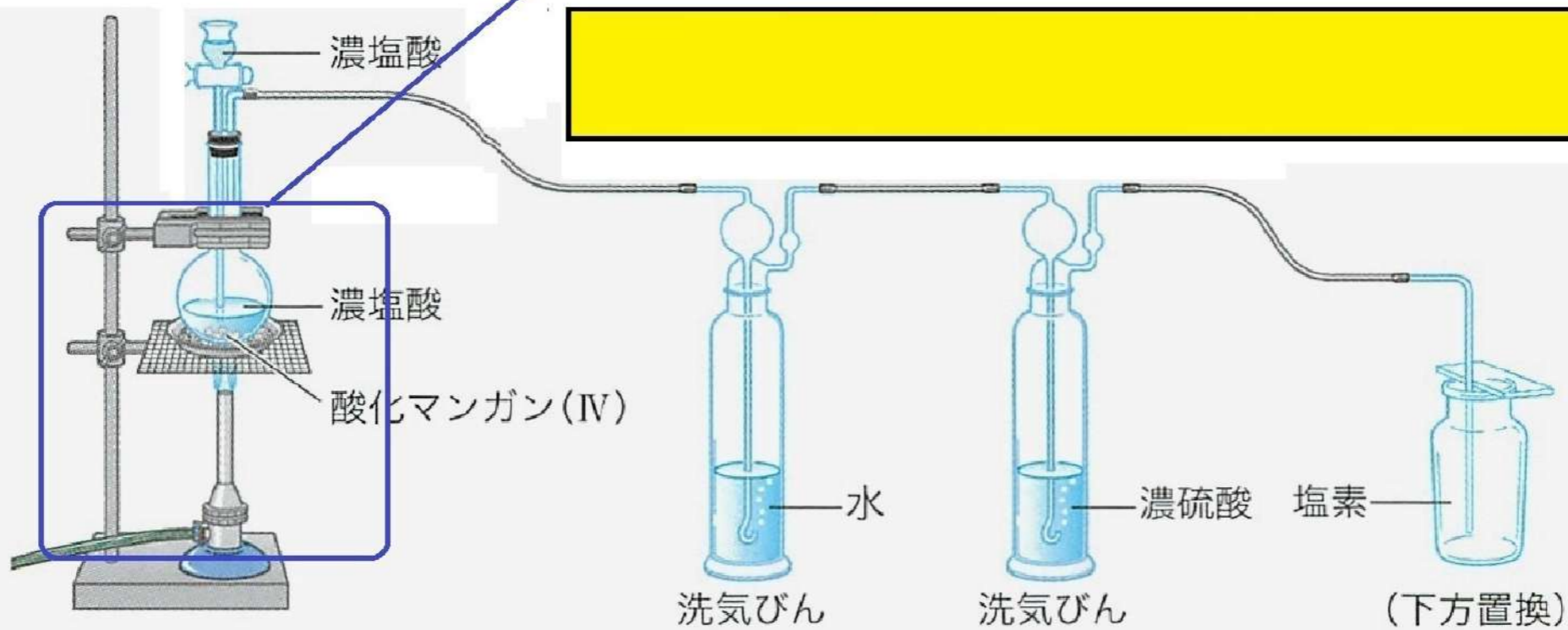
水をいっぱいに入れていい？

**フラスコ内の圧力が高くなるよ！**





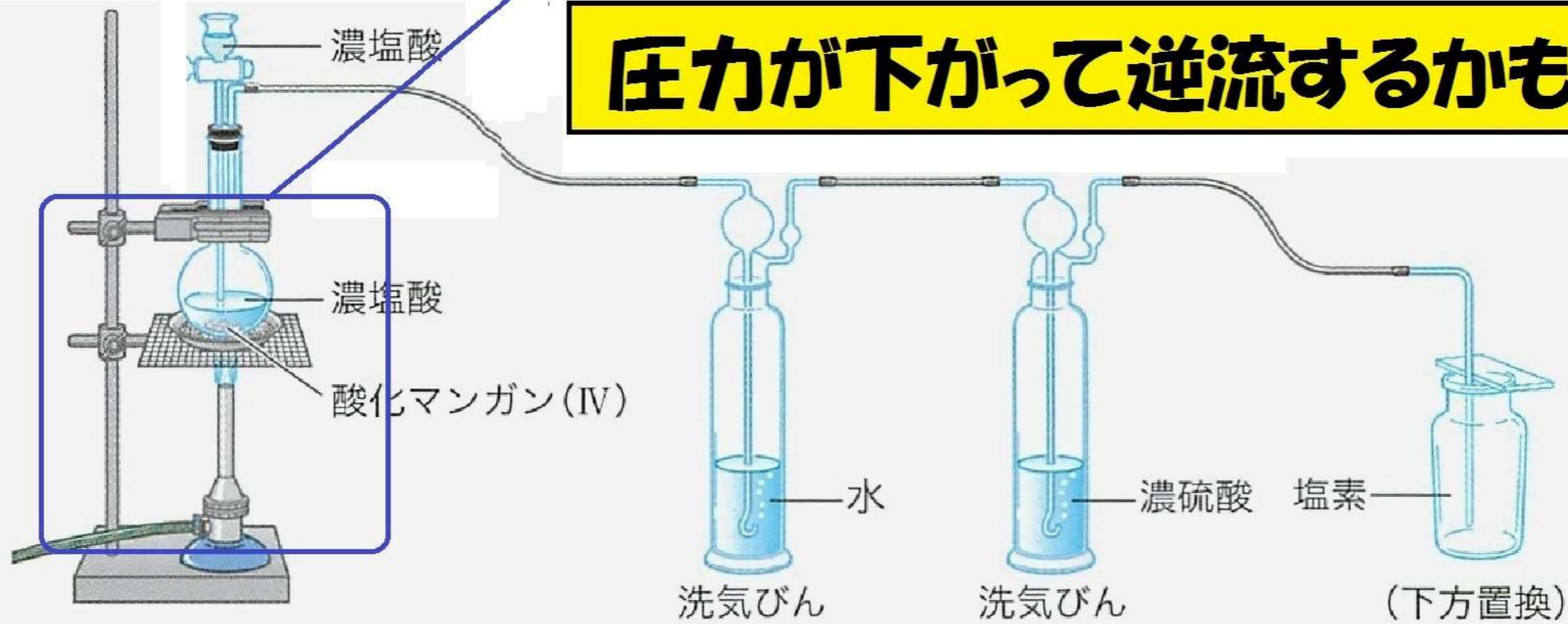
加熱を急にやめてもいい？





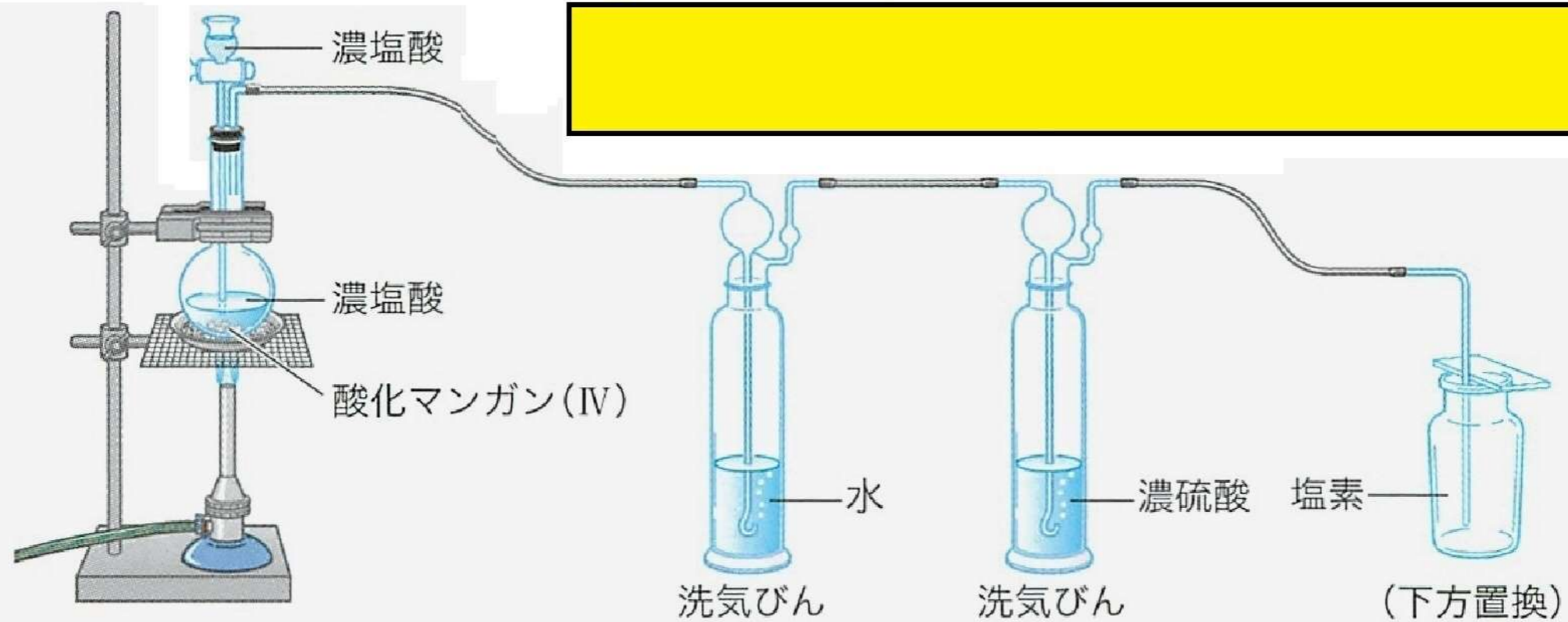
加熱を急にやめてもいい？

**圧力が下がって逆流するかも！**





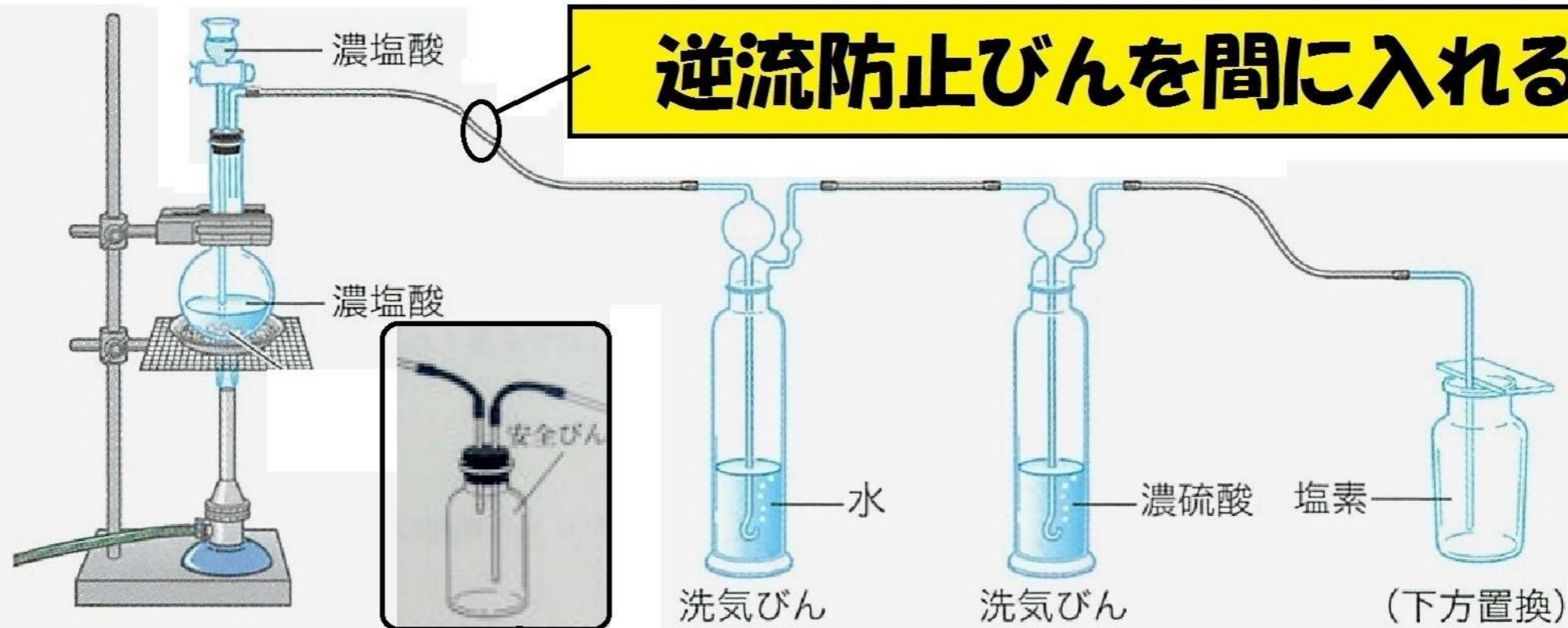
逆流の危険を防止するには？





逆流の危険を防止するには？

**逆流防止びんを間に入れる。**



右が長いのは飛び跳ねないように。  
左が短いのはたまって流れ出ていかないように。

ハロゲンの単体 (Cl<sub>2</sub>) の製法

工業的製法

塩化ナトリウム水溶液を電気分解する。

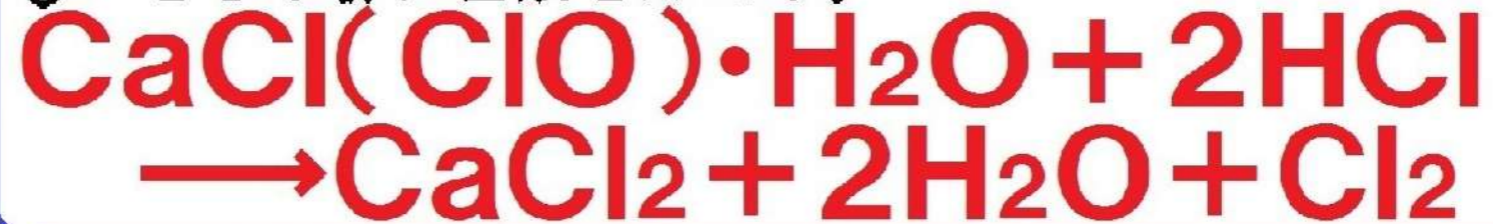


実験室的製法

① 酸化マンガソ(IV) MnO<sub>2</sub> に濃塩酸を加えて加熱する。



② さらに粉に塩酸を加える。



この反応は家庭で起こり得る  
って、ご存知ですか？



# 除菌クリーナー



汚れ・悪臭・バイ菌を追放!

トイレ・排水パイプなどに

塩素系

**注意**

●酸性タイプの製品と一緒に使うと塩素ガスが出て危険です。

まぜるな**危険**





トイレ・タイル用強力洗浄剤



- 黄バミもスッキリ ●浄化槽トイレにも安心

酸性タイプ

注意

必ずご使用前に「使用上の注意」と「使用法」をお読み下さい。

塩素系の製品といっしょに使うと塩素ガスがでて危険です。

# トイレ洗浄剤＋漂白剤で

# 塩素ガス発生、入院

茨城

酸性トイレ洗浄剤と塩素系の洗濯用漂白剤を同時に使った茨城県行方郡玉造町内の主婦(四七)が、発生した塩素ガスを吸い込んで病院に一時入院したことが十九日までにわかった。酸性タイプトイレ用洗浄剤には、塩酸などの酸が、一方の塩素系漂白剤には次亜塩素酸ナトリウムなどのアルカリが含まれ

ており、両者が反応して塩素ガスが発生することから、洗剤メーカーも注意を呼びかけていた。入院した同県土浦市内の病院の医師らの話によると、主婦は十六日午後、自宅浴室を掃除する際、酸性のトイレ洗浄剤と塩素系の漂白剤とをスプレー容器に半分ずつ入れ、壁の汚れを落

とすためスプレーした。ところがガスが噴き出し、すぐやめたものの気分が悪くなって食べ物を吐いた。入院時は呼吸困難になっていたため、ただちに酸素吸入と気管支拡張剤などの手当てを受け、十七日午後退院したという。

昨年末には徳島県的主婦が同ようなケースで死んだ事故があったため、厚生省の指示もあり、洗剤メーカーは五月ごろか



用 所	用 途
人	おしぼりの漂白と除菌
食器	食器棚の除菌・除臭
洗剤	食器、ボール、洗剤
掃除機	掃除機、掃除機
浴室	浴室(木、タイル、プラスチック)の漂白
洗面所	洗面所の漂白
トイレ	トイレの漂白

先刊より二つの混合使用防止などを呼びかける表示

ら小売店にステッカーを配布したり容器に表示して「併用しないよう」注意を呼びかけていた。玉造町の主婦が使った洗浄剤と漂白剤は、いずれも半年ほど前に買ったもので、表示はな

かった。この主婦は、両剤を混ぜて使うと落ちがよいと近所で聞いて、使ってみたという。

# カビ取り剤と洗剤混合

## 塩素ガスで主婦

徳島

た。換気が不十分だったこともあり、前田さんがかなりの量を吸い込んだ、とみている。

徳島県那賀郡上那賀町深森、主婦前田四寿さん(五)が今月はじめ、同県海部郡海南町大里の弟宅へ行き、次亜塩素酸ナトリウム入りのカビ取り剤(アルカリ性)と酸性の洗剤をいっしょに使用して浴室の掃除をしていたら、化学反応を起して発生した塩素ガスを吸入、病院へ運ばれた後、中毒死していたことが二十五日までの徳島県警な

どの調べでわかった。通産省などの話では、カビ取り剤を酸性洗剤と混合すると塩素ガス発生の危険性がある。これまで軽い中毒症状の例はあるが、死亡したのは初めて。

調べによると、前田さんは九日正午ごろ、実弟宅で約三平方メートルの浴室の掃除を始め、浴槽や床、壁面にカビ取り剤と洗剤をふりかけて洗った。約十分後

に浴室を出て「しんどい」といつてせき込み、町立海南病院へ運ばれたが、二、三分後に呼吸が停止、約二十分後に死亡した。県警が、前田さんの血液や胃液を調べた結果、塩素ガスの吸入による中毒死とわかった。

同県警は、浴室に残っていた両剤を混ぜ合わせる実験をしたところ、塩素ガスが発生し

塩素系漂白剤に酸性洗剤



# 次に、単体の

# 性質を整理しよう。

整理例①	ハロゲンの単体の製法と諸性質																														
<b>Cl<sub>2</sub>の製法</b>																															
<b>工業的製法</b>	塩化ナトリウム水溶液を電気分解する。																														
<b>実験室的製法</b>	① 酸化マンガン(IV) MnO <sub>2</sub> に濃塩酸を加えて加熱する。 ② さらし粉に塩酸を加える。 ③ 希硫酸中で塩化カリウムに酸化マンガン(IV)を作用させる。 $2\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$																														
<p>に順たつて水を混合水し、除気換 う手しよを体、か刺化気は方 うな生に水蒸気、中機塩蒸下 る。発と化水合つ)乾に水塩 ての。す。塩、に蒸すわり、 いよ。塩化液と気)に水塩 れかま通蒸、にと水まかまな さは、に塩ら)し、のい 示取す水(かさす蒸去酸用、い に回すを体中、通塩除酸をい 中のれ体気)すに、を適ふま 図素わ気台気)すに、を適ふま 塩行合蒸蒸し硫気蒸で、去と 捕集し</p>	<p>塩化水素を除去する 水分を除去する 酸化マンガン(IV) 洗気びん、洗気びん 塩素(下方置換)</p>																														
<b>F<sub>2</sub>、Cl<sub>2</sub>、Br<sub>2</sub>、I<sub>2</sub>の諸性質(その1)</b>																															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>フッ素F<sub>2</sub></th> <th>塩素Cl<sub>2</sub></th> <th>臭素Br<sub>2</sub></th> <th>ヨウ素I<sub>2</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>沸点</td> <td>低</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">—————→</td> <td>高</td> </tr> <tr> <td>融点</td> <td>低</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">—————→</td> <td>高</td> </tr> <tr> <td>状態</td> <td>[ ]</td> <td>[ ]</td> <td>[ ]</td> <td>[ ]</td> </tr> <tr> <td>色</td> <td>[ ]色</td> <td>[ ]色</td> <td>[ ]色</td> <td>[ ]色</td> </tr> <tr> <td></td> <td>全元素中酸化力最大</td> <td>漂白殺菌作用</td> <td>室温で液体の単体</td> <td>昇華による精製</td> </tr> </tbody> </table>		フッ素F <sub>2</sub>	塩素Cl <sub>2</sub>	臭素Br <sub>2</sub>	ヨウ素I <sub>2</sub>	沸点	低	—————→		高	融点	低	—————→		高	状態	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	色	[ ]色	[ ]色	[ ]色	[ ]色		全元素中酸化力最大	漂白殺菌作用	室温で液体の単体	昇華による精製
	フッ素F <sub>2</sub>	塩素Cl <sub>2</sub>	臭素Br <sub>2</sub>	ヨウ素I <sub>2</sub>																											
沸点	低	—————→		高																											
融点	低	—————→		高																											
状態	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]																											
色	[ ]色	[ ]色	[ ]色	[ ]色																											
	全元素中酸化力最大	漂白殺菌作用	室温で液体の単体	昇華による精製																											

# 記入

ハロゲンの単体 ( $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$ ) の諸性質

	フッ素 $F_2$	塩素 $Cl_2$	臭素 $Br_2$	ヨウ素 $I_2$
状態	気体	液体	液体	固体
色	淡黄色	黄緑色	赤褐色	黒紫色

# 中国の学生さん達は、ひょっとすると、 覚える必要はないのかも？

ハロゲンの単体 ( $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$ ) の諸性質

	フッ素 $F_2$	塩素 $Cl_2$	臭素 $Br_2$	ヨウ素 $I_2$
状態	気体	液体	液体	固体
色	淡黄色	黄緑色	赤褐色	黒紫色





# 元素周期表

1 H 氢																	2 He 氦
3 Li 锂	4 Be 铍											5 B 硼	6 C 碳	7 N 氮	8 O 氧	9 F 氟	10 Ne 氖
11 Na 钠	12 Mg 镁											13 Al 铝	14 Si 硅	15 P 磷	16 S 硫	17 Cl 氯	18 Ar 氩
19 K 钾	20 Ca 钙	21 Sc 钪	22 Ti 钛	23 V 钒	24 Cr 铬	25 Mn 锰	26 Fe 铁	27 Co 钴	28 Ni 镍	29 Cu 铜	30 Zn 锌	31 Ga 镓	32 Ge 锗	33 As 砷	34 Se 硒	35 Br 溴	36 Kr 氪
37 Rb 铷	38 Sr 锶	39 Y 钇	40 Zr 锆	41 Nb 铌	42 Mo 钼	43 Tc 锝	44 Ru 钌	45 Rh 铑	46 Pd 钯	47 Ag 银	48 Cd 镉	49 In 铟	50 Sn 锡	51 Sb 锑	52 Te 碲	53 I 碘	54 Xe 氙
55 Cs 铯	56 Ba 钡	镧系	72 Hf 铪	73 Ta 钽	74 W 钨	75 Re 铼	76 Os 锇	77 Ir 铱	78 Pt 铂	79 Au 金	80 Hg 汞	81 Tl 铊	82 Pb 铅	83 Bi 铋	84 Po 钋	85 At 砹	86 Rn 氡
87 Fr 钫	88 Ra 镭	锕系	104 Rf 钇														
镧系	57 La 镧	58 Ce 铈	59 Pr 镨	60 Nd 钕	61 Pm 钷	62 Sm 钐	63 Eu 铕	64 Gd 钆	65 Tb 铽	66 Dy 镝	67 Ho 铈	68 Er 铒	69 Tm 铥	70 Yb 镱	71 Lu 镥		
锕系	89 Ac 锕	90 Th 钍	91 Pa 镤	92 U 铀	93 Np 镎	94 Pu 钚	95 Am 镅	96 Cm 锔	97 Bk 锫	98 Cf 锿	99 Es 镄	100 Fm 镆	101 Md 镎	102 No 镎	103 Lr 铹		

化学同人

元素

1 H																	2 He							
3 Li	4 Be																	9 F	10 Ne					
11 Na	12 Mg																	17 Cl	18 Ar					
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr							
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe							
55 Cs	56 Ba	镧系	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn							
87 Fr	88 Ra	锕系	104 Rf																	35 Br				
镧系		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm																	53 I	
锕系		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np																		

氟 9 F  
氯 17 Cl  
溴 35 Br  
碘 53 I



ハロゲンの単体 ( $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$ ) の諸性質

	フッ素 $F_2$	塩素 $Cl_2$	臭素 $Br_2$	ヨウ素 $I_2$
状態	気体	液体	液体	固体
色	淡黄色	黄緑色	赤褐色	黒紫色

有色の気体って？

**有色の気体はそう多くない。**

**NO<sub>2</sub>・・・赤褐色**

**Cl<sub>2</sub>・・・黄緑色**

**F<sub>2</sub>・・・淡黄色**

**O<sub>3</sub>・・・淡青色**

ハロゲンの単体 ( $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$ ) の諸性質

	フッ素 $F_2$	塩素 $Cl_2$	臭素 $Br_2$	ヨウ素 $I_2$
状態	気体		液体	固体
色	淡黄色	黄緑色	赤褐色	黒紫色

常温・常圧で液体の単体って？

**常温・常圧で液体の単体は、**

**臭素 $\text{Br}_2$ と水銀 $\text{Hg}$ だけ**

**非金属に限定すれば臭素だけ**

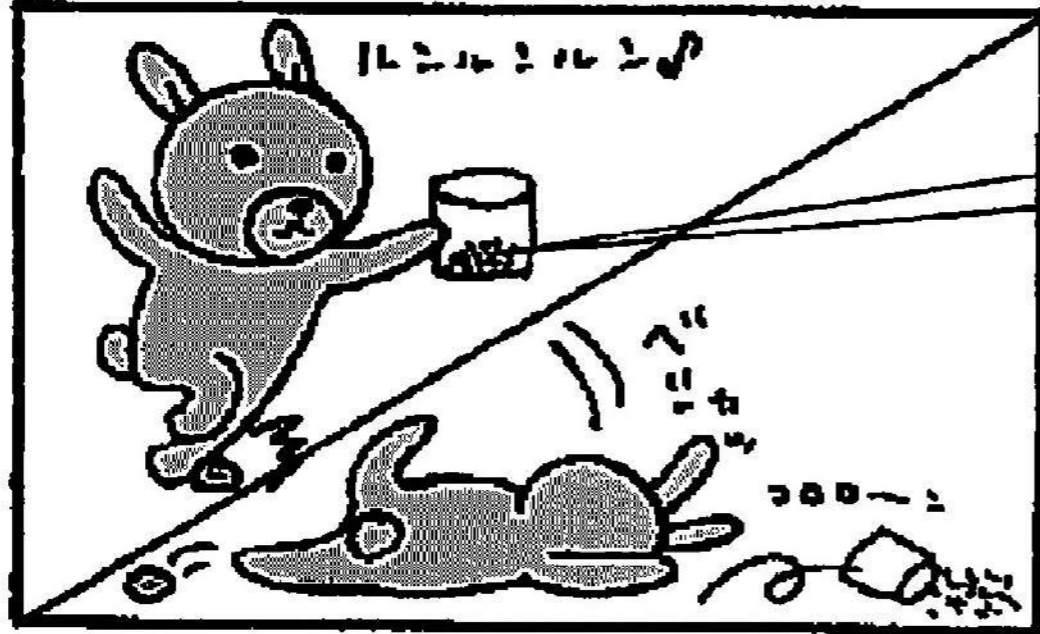


ハロゲンの単体 ( $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$ ) の諸性質

	フッ素 $F_2$	塩素 $Cl_2$	臭素 $Br_2$	ヨウ素 $I_2$
状態	気体	液体	液体	固体
色	淡黄色	黄緑色	赤褐色	黒紫色

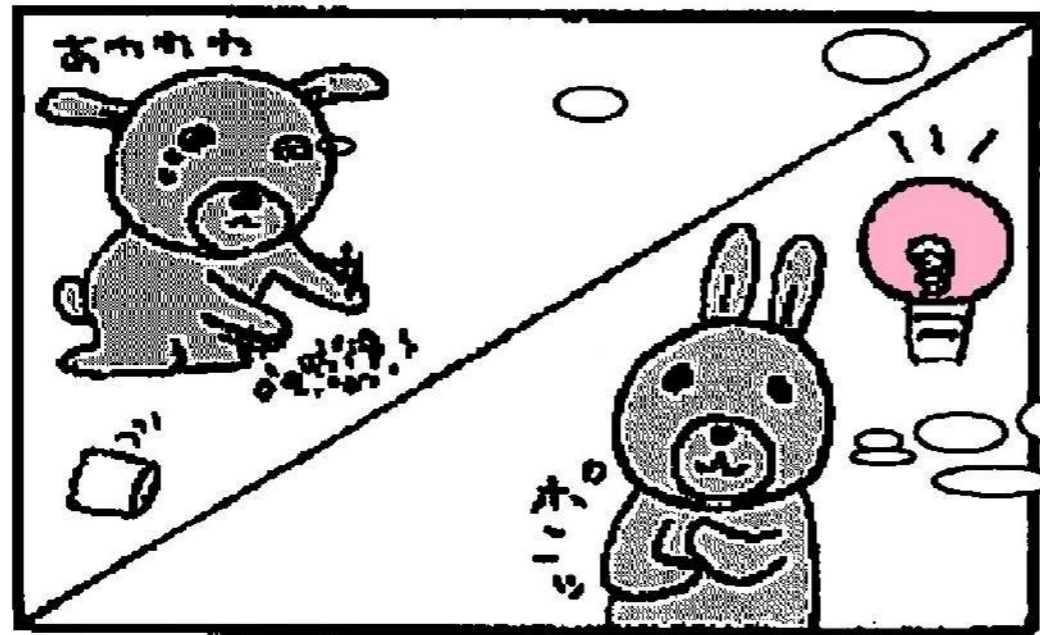
ヨウ素の精製方法は？





ヨウ素だよ。

あ〜あ〜、  
砂と混じったあ〜。



そうだ、いいこと  
思いついちゃった。

ヨウ素は昇華しやすいのさ。

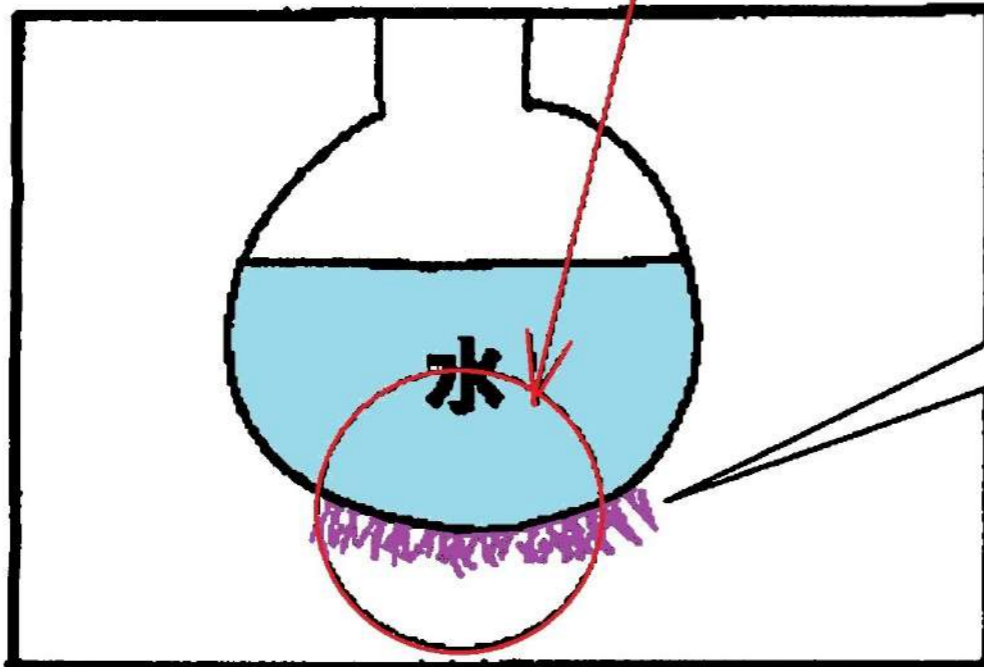




③ ヨウ素の蒸気を冷却すると、ヨウ素は

② ヨウ素は蒸気になる。砂は蒸気にはならないね。

① ヨウ素の固体を加熱すると、

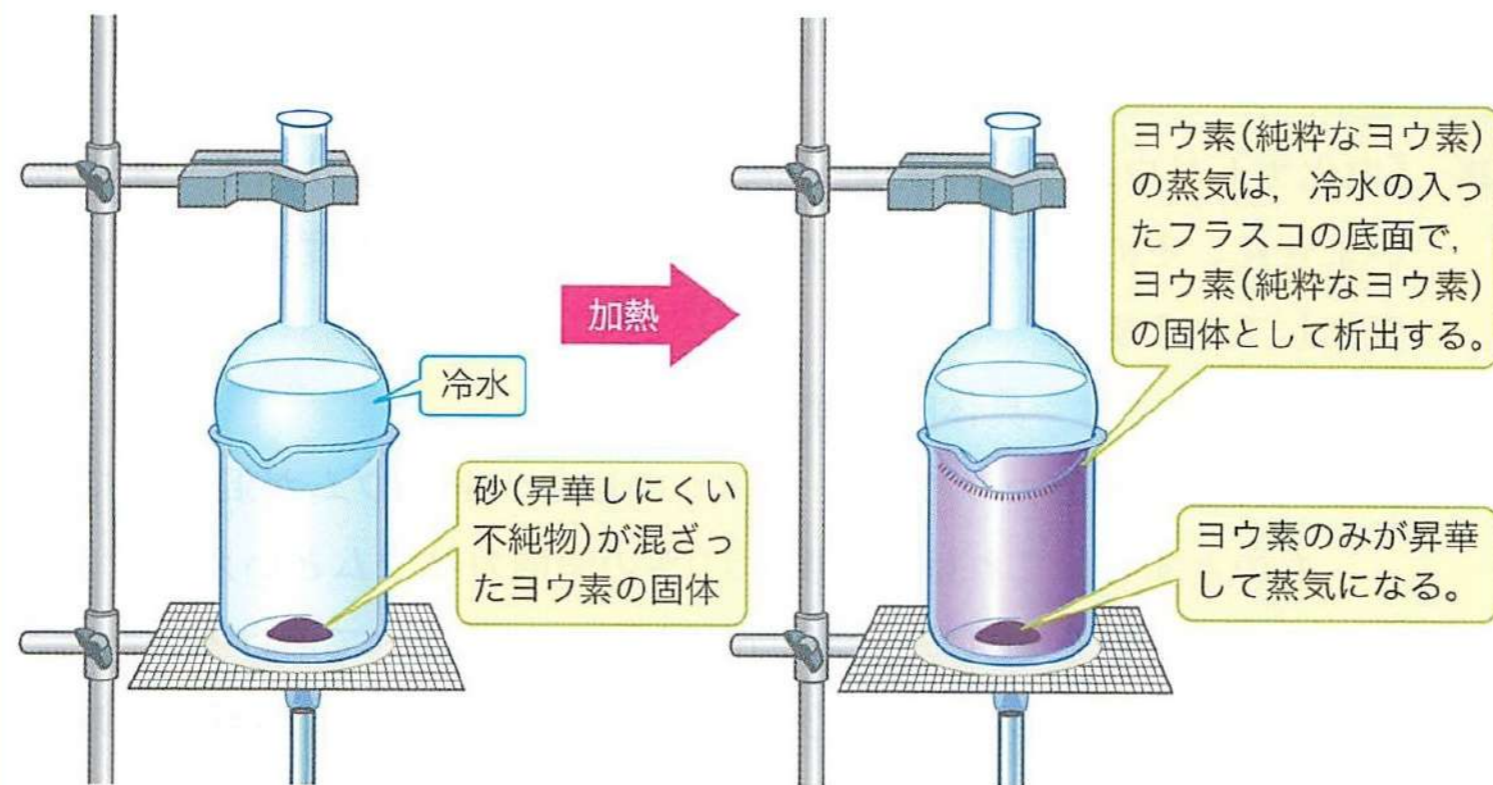


砂の混じっていない、純粋なヨウ素が得られたね。よかったあ〜。

## 昇華でできることは？

2種類以上の固体の混合物から、昇華性の違いを利用して、各成分を分離できる。

例：ヨウ素に混ざった砂を取り除き、ヨウ素を精製できる！





# 次に、水との反応性を検討しよう！

整理例②		ハロゲンの単体の諸性質	
F <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> , Br <sub>2</sub> , I <sub>2</sub> の諸性質 (その2)			
水との反応			
F <sub>2</sub>	強 ↑ 反 応 性 ↓ 弱	水と激しく反応して酸素を発生する。 [ ]	
Cl <sub>2</sub>		水に少しだけ溶け、溶けた一部が水と反応する。 [ ]	
Br <sub>2</sub>		水に少しだけ溶け、溶けた一部が水と反応するが、 反応の程度は塩素よりも弱い。 $Br_2 + H_2O \rightleftharpoons HBr + HBrO$	
I <sub>2</sub>		水にはごくわずかしか溶けず反応もしにくい、 [ ]水溶液にはよく溶ける。 $I_2 + I^- \rightleftharpoons I_3^-$	
水素との反応			
F <sub>2</sub>	強 ↑ 反 応 性 ↓ 弱	[ ] かつ [ ] でも、爆発的に反応する。 $H_2 + F_2 \rightarrow 2HF$	
Cl <sub>2</sub>		常温で、[ ] すれば爆発的に反応する。 $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$	
Br <sub>2</sub>		高温(触媒の存在下)でなら反応する。 $H_2 + Br_2 \rightarrow 2HBr$	
I <sub>2</sub>		高温(触媒の存在下)でなら反応するが、[ ] も起こりやすい。 $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$	
ハロゲン化物との反応			
Cl <sub>2</sub>	① 臭化カリウムに塩素を作用させると、臭素が遊離する。 [ ]		
	② ヨウ化カリウムに塩素を作用させると、ヨウ素が遊離する。 [ ]		
Br <sub>2</sub>	ヨウ化カリウムに臭素を作用させると、ヨウ素が遊離する。 [ ]		

**記入**

**覚える**

水との反応

水と激しく反応して酸素を発生する。



水に少しだけ溶け、溶けた一部が水と反応する。



水にはごくわずかしか溶けず反応もしにくいですが、

**ヨウ化カリウム** 水溶液にはよく溶ける。

強  
↑  
反  
性  
↓  
弱

F<sub>2</sub>

Cl<sub>2</sub>

I<sub>2</sub>

### 水との反応

**F<sub>2</sub>**  
**Cl<sub>2</sub>**

強

水と激しく反応して酸素を発生する。



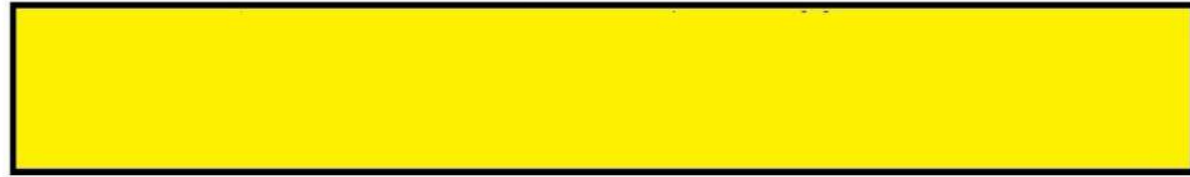
水に少しだけ溶け、溶けた一部が水と反応する。



この水溶液は



と呼ばれ、



を示す。

**I<sub>2</sub>**

弱

水にはごくわずかしか溶けず反応もしにくいが、

**ヨウ化カリウム** 水溶液にはよく溶ける。

## 水との反応

F<sub>2</sub>

強

水と激しく反応して酸素を発生する。



Cl<sub>2</sub>

水に少しだけ溶け、溶けた一部が水と反応する。



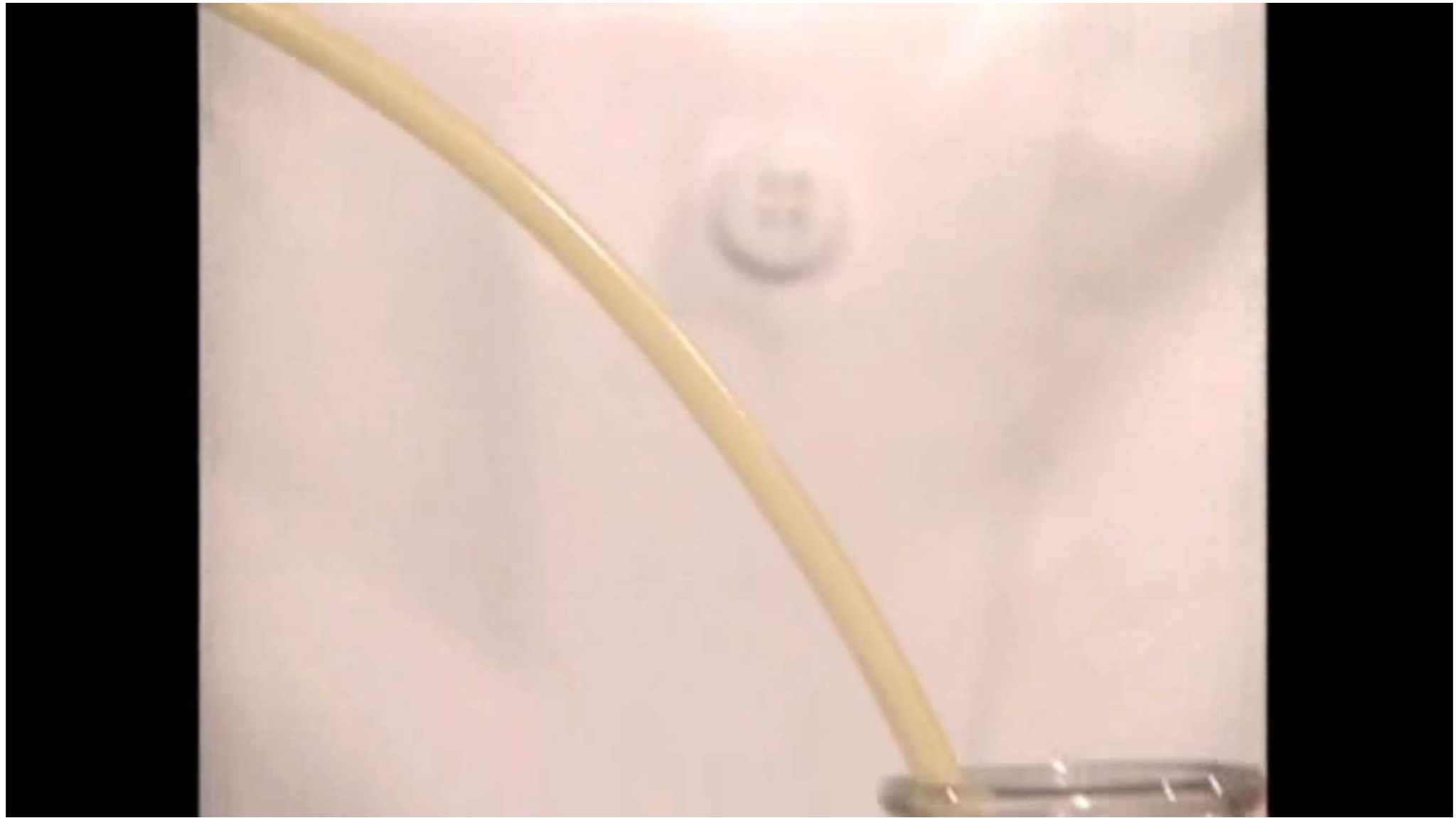
この水溶液は **塩素水** と呼ばれ、  
**漂白作用・殺菌作用** を示す。

I<sub>2</sub>

弱

水にはごくわずかしか溶けず反応もしにくいですが、

**ヨウ化カリウム** 水溶液にはよく溶ける。





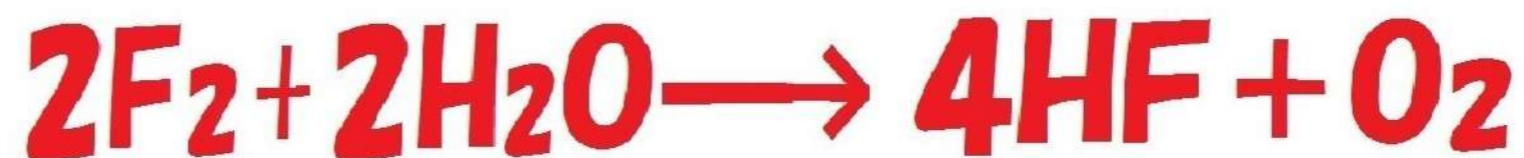
フッ素ってすごいっ！って思わない？

水との反応	
<b>F<sub>2</sub></b>	水と激しく反応して酸素を発生する。 <b><math>2F_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HF + O_2</math></b>
<b>Cl<sub>2</sub></b>	水に少しだけ溶け、溶けた一部が水と反応する。 <b><math>Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HCl + HClO</math></b>
<b>I<sub>2</sub></b>	水にはごくわずかしか溶けず反応もしにくいですが、 <b>ヨウ化カリウム</b> 水溶液にはよく溶ける。

フッ素ってすごいっ！って思わない？

水との反応

水と激しく反応して酸素を発生する。



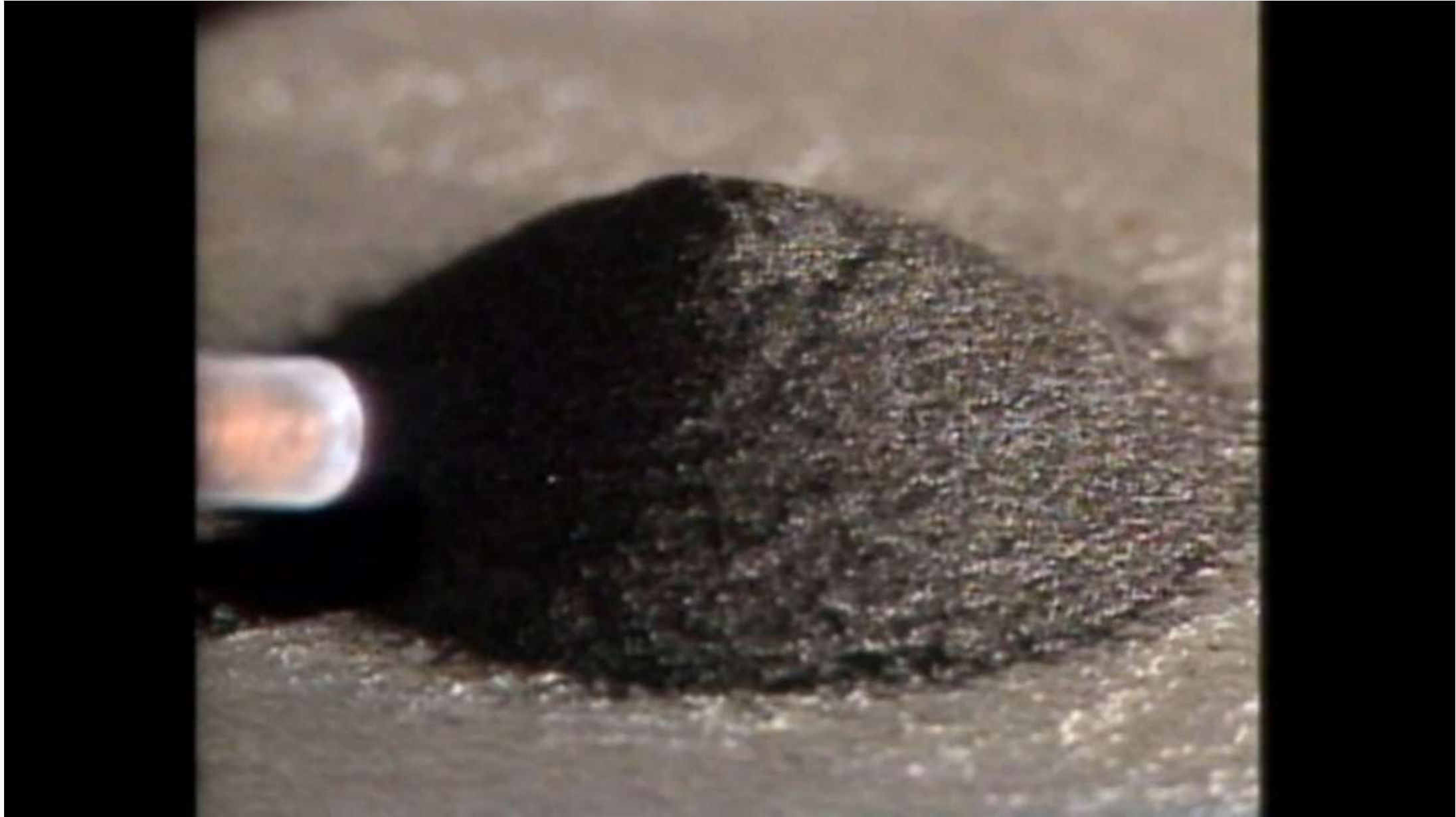
水を酸化しちゃってるよ！

**F<sub>2</sub>は最も酸化力の強い物質！**

F<sub>2</sub>

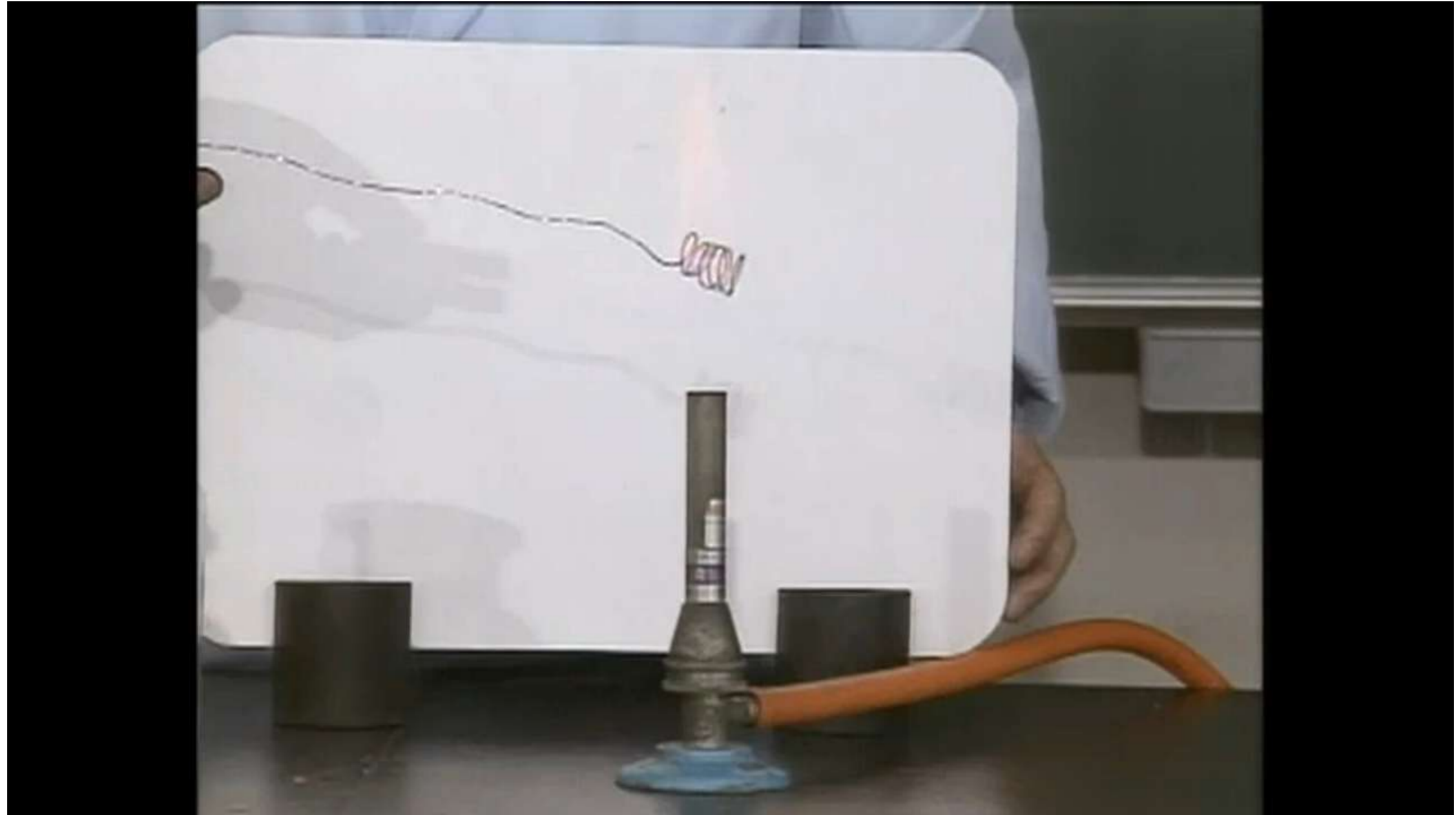
Cl<sub>2</sub>

I<sub>2</sub>



よく、教科書の写真ページに載っていますが、塩素の反応もなかなかのものですよ(´◇`)ゞ。





さて、これは酸化還元反応かな？

水との反応	
<b>F<sub>2</sub></b>	水と激しく反応して酸素を発生する。 <b><math>2F_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HF + O_2</math></b>
<b>Cl<sub>2</sub></b>	水に少しだけ溶け、溶けた一部が水と反応する。 <b><math>Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HCl + HClO</math></b>
<b>I<sub>2</sub></b>	水にはごくわずかししか溶けず反応もしにくいですが、 <b>ヨウ化カリウム</b> 水溶液にはよく溶ける。

さて、これは酸化還元反応かな？

水との反応

酸化されてる！

還元されてる！

水に少しだけ溶け、溶けた一部が水と反応する。

$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$

0                      -1              +1

酸化数

$\text{F}_2$

$\text{Cl}_2$

$\text{I}_2$

# 水素との反応については確認程度に。

整理例②	ハロゲンの単体の諸性質	
F <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> , Br <sub>2</sub> , I <sub>2</sub> の諸性質(その2)		
水との反応		
F <sub>2</sub>	強 ↑ 反 応 性 ↓ 弱	水と激しく反応して酸素を発生する。 [ ]
Cl <sub>2</sub>		水に少しだけ溶け、溶けた一部が水と反応する。 [ ]
Br <sub>2</sub>		水に少しだけ溶け、溶けた一部が水と反応するが、 反応の程度は塩素よりも弱い。 $Br_2 + H_2O \rightleftharpoons HBr + HBrO$
I <sub>2</sub>		水にはごくわずかししか溶けず反応もしにくい、 [ ]水溶液にはよく溶ける。 $I_2 + I^- \rightleftharpoons I_3^-$
水素との反応		
F <sub>2</sub>	強	[ ]かつ[ ]でも、爆発的に反応する。 $H_2 + F_2 \rightarrow 2HF$
Cl <sub>2</sub>	↑	常温で、[ ]すれば爆発的に反応する。 $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$
Br <sub>2</sub>	応	高温(触媒の存在下)でなら反応する。 $H_2 + Br_2 \rightarrow 2HBr$
I <sub>2</sub>	性	高温(触媒の存在下)でなら反応するが、[ ] も起こりやすい。 $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$
I <sub>2</sub>	弱	
ハロゲン化物との反応		
Cl <sub>2</sub>	①	臭化カリウムに塩素を作用させると、臭素が遊離する。 [ ]
	②	ヨウ化カリウムに塩素を作用させると、ヨウ素が遊離する。 [ ]
Br <sub>2</sub>		ヨウ化カリウムに臭素を作用させると、ヨウ素が遊離する。 [ ]



### 水素との反応

<b>F<sub>2</sub></b>	強 ↑ 反 応 性 ↓ 弱	<b>冷所</b> かつ <b>暗所</b> でも、爆発的に反応する。 $\text{H}_2 + \text{F}_2 \longrightarrow 2\text{HF}$
<b>Cl<sub>2</sub></b>		常温で、 <b>紫外線を照射</b> すれば爆発的に反応する。 $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{HCl}$
<b>Br<sub>2</sub></b>		高温(触媒の存在下)でなら反応する。 $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \longrightarrow 2\text{HBr}$
<b>I<sub>2</sub></b>		高温(触媒の存在下)でなら反応するが、 <b>逆反応</b> も起こりやすい。 $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$



# 次は、ハロゲン単体とハロゲン化物との反応について整理しよう。

整理例②	ハロゲンの単体の諸性質
F <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> , Br <sub>2</sub> , I <sub>2</sub> の諸性質 (その2)	
水との反応	
F <sub>2</sub>	強 ↑ 水と激しく反応して酸素を発生する。 [ ]
Cl <sub>2</sub>	反 ↑ 水に少しだけ溶け、溶けた一部が水と反応する。 [ ]
Br <sub>2</sub>	応 ↑ 水に少しだけ溶け、溶けた一部が水と反応するが、 反応の程度は塩素よりも弱い。 Br <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O ⇌ HBr + HBrO
I <sub>2</sub>	性 ↑ 水にはごくわずしか溶けず反応もしにくい 弱 [ ] 水溶液にはよく溶ける。 I <sub>2</sub> + I <sup>-</sup> ⇌ I <sub>3</sub> <sup>-</sup>
水素との反応	
F <sub>2</sub>	強 ↑ [ ] かつ [ ] でも、爆発的に反応する。 H <sub>2</sub> + F <sub>2</sub> → 2HF
Cl <sub>2</sub>	反 ↑ 常温で、[ ] すれば爆発的に反応する。 H <sub>2</sub> + Cl <sub>2</sub> → 2HCl
Br <sub>2</sub>	応 ↑ 高温(触媒の存在下)でなら反応する。 H <sub>2</sub> + Br <sub>2</sub> → 2HBr
I <sub>2</sub>	性 ↑ 高温(触媒の存在下)でなら反応するが、[ ] 弱 と起こりやすい。 H <sub>2</sub> + I <sub>2</sub> ⇌ 2HI
ハロゲン化物との反応	
Cl <sub>2</sub>	① 臭化カリウムに塩素を作用させると、臭素が遊離する。 [ ] ② ヨウ化カリウムに塩素を作用させると、ヨウ素が遊離する。 [ ]
Br <sub>2</sub>	ヨウ化カリウムに臭素を作用させると、ヨウ素が遊離する。 [ ]

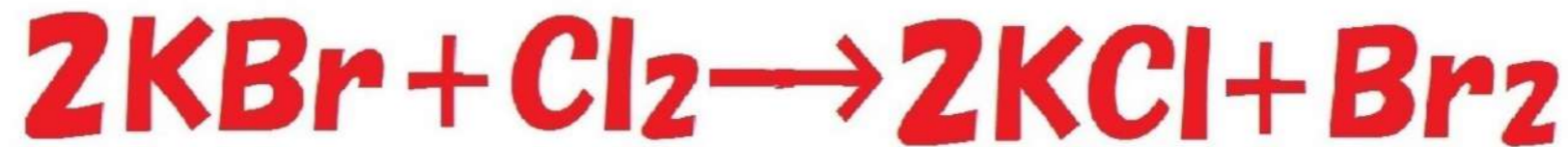
**記入**

**差が付く**

**ハロゲン化物との反応**

**Cl<sub>2</sub>**

① 臭化カリウムに塩素を作用させると、臭素が遊離する。



② ヨウ化カリウムに塩素を作用させると、ヨウ素が遊離する。



**Br<sub>2</sub>**

ヨウ化カリウムに臭素を作用させると、ヨウ素が遊離する。



これらの反応からわかることは何だろう？



ハロゲン化物との反応

Cl<sub>2</sub>

① 臭化カリウムに塩素を作用させると、臭素が遊離する。



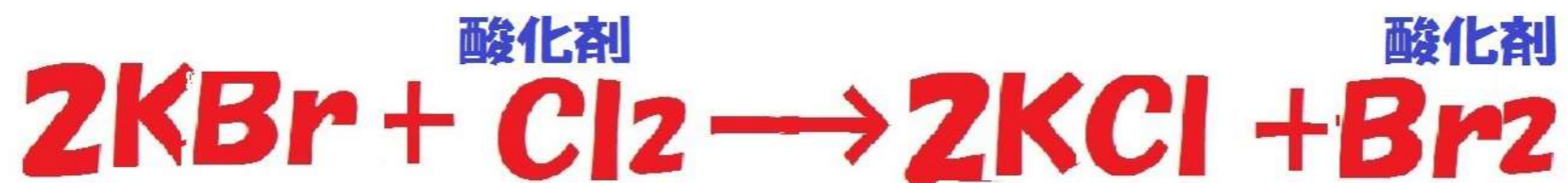
② ヨウ化カリウムに塩素を作用させると、ヨウ素が遊離する。



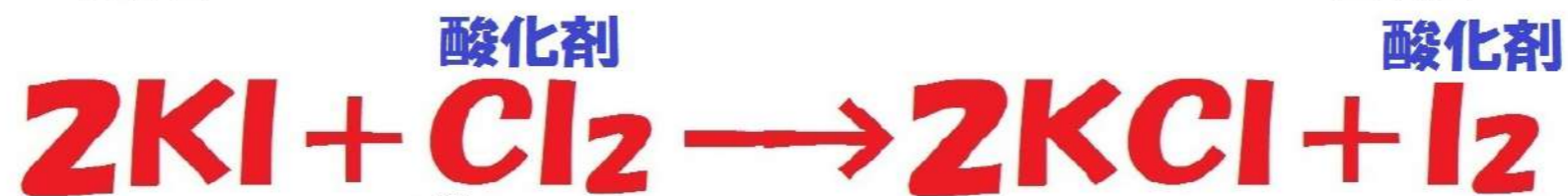
Br<sub>2</sub>

ヨウ化カリウムに臭素を作用させると、ヨウ素が遊離する。

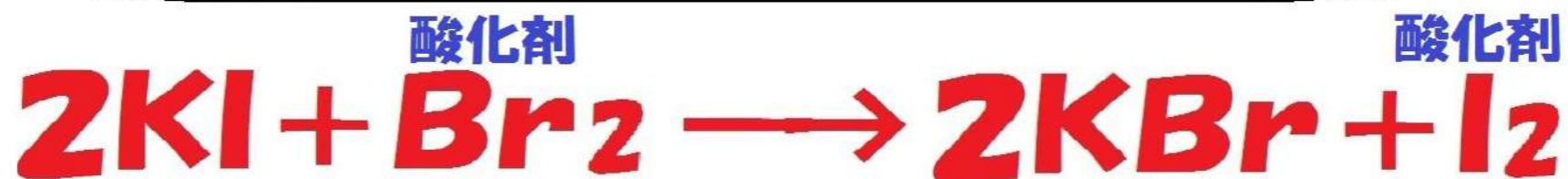





酸化剤としての強さ:  $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2$

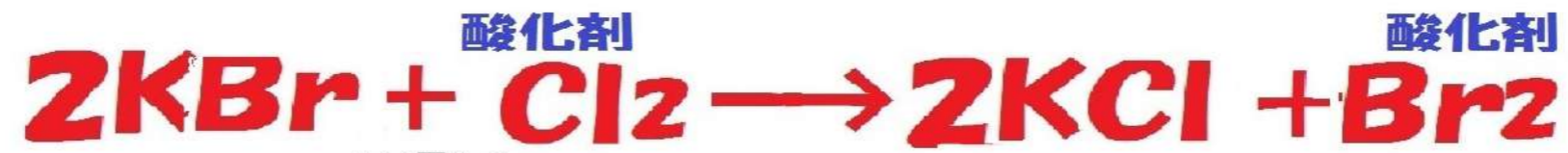


酸化剤としての強さ:  $\text{Cl}_2 > \text{I}_2$

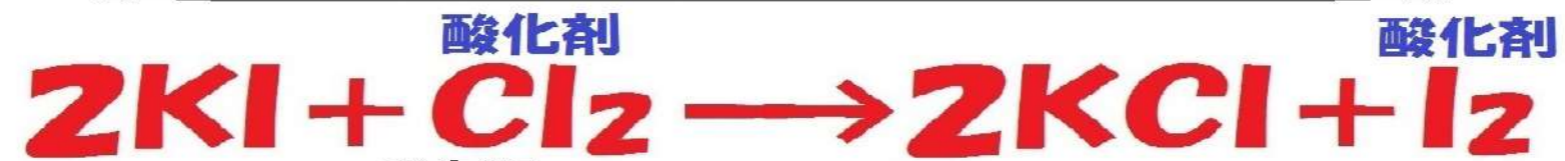


酸化剤としての強さ:  $\text{Br}_2 > \text{I}_2$

  
酸化力:  $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$



酸化剤としての強さ:  $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2$



酸化剤としての強さ:  $\text{Cl}_2 > \text{I}_2$



酸化剤としての強さ:  $\text{Br}_2 > \text{I}_2$

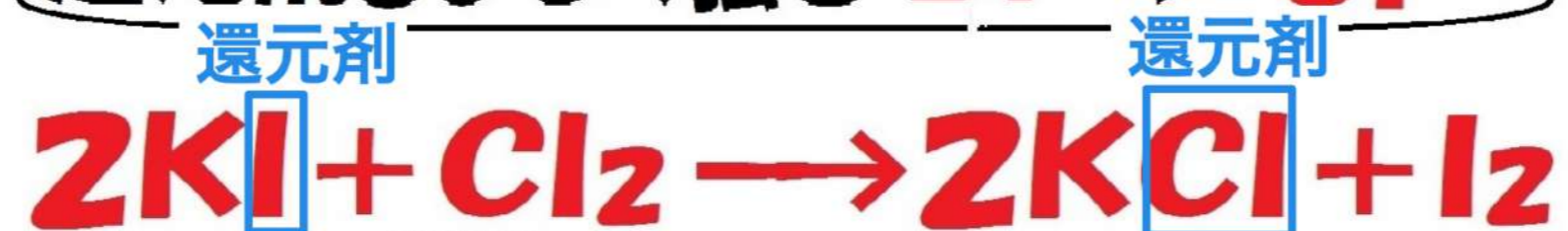
酸化力:  $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$

少し、レベルを上げますね。

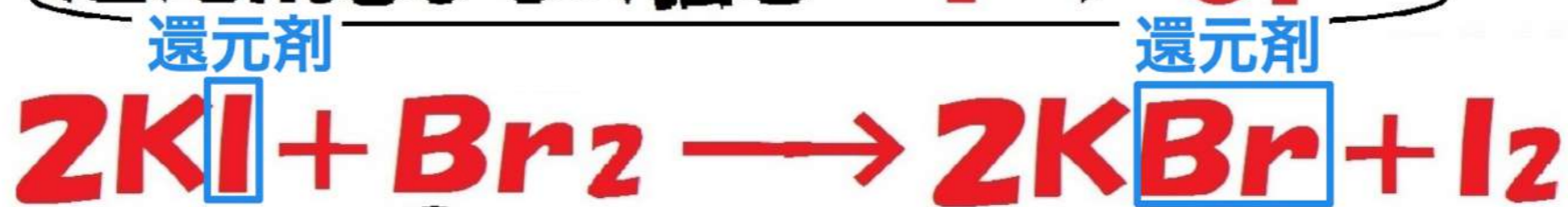




還元剤としての強さ:  $Br^- > Cl^-$



還元剤としての強さ:  $I^- > Cl^-$



還元剤としての強さ:  $I^- > Br^-$



還元力:  $I^- > Br^- > Cl^-$

ハロゲンの単体は酸化剤

酸化力： $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$

ハロゲン化物イオンは還元剤

還元力： $\text{I}^- > \text{Br}^- > \text{Cl}^-$

強さの順番に留意しよう！！



### ハロゲン化物との反応

Cl<sub>2</sub>

① 臭化カリウムに塩素を作用させると、臭素が遊離する。



② ヨウ化カリウムに塩素を作用させると、ヨウ素が遊離する。



Br<sub>2</sub>

ヨウ化カリウムに臭素を作用させると、ヨウ素が遊離する。



この反応は、

に利用されている。

<b>Cl<sub>2</sub></b>	<p>② ヨウ化カリウムに塩素を作用させると、ヨウ素が遊離する。</p> <p><b><math>2KI + Cl_2 \longrightarrow 2KCl + I_2</math></b></p>
<b>Br<sub>2</sub></b>	<p>ヨウ化カリウムに臭素を作用させると、ヨウ素が遊離する。</p> <p><b><math>2KI + Br_2 \longrightarrow 2KBr + I_2</math></b></p>

この反応は、**塩素の検出**に利用されている。

塩素は湿ったヨウ化カリウムでんぷん紙を青変させる。

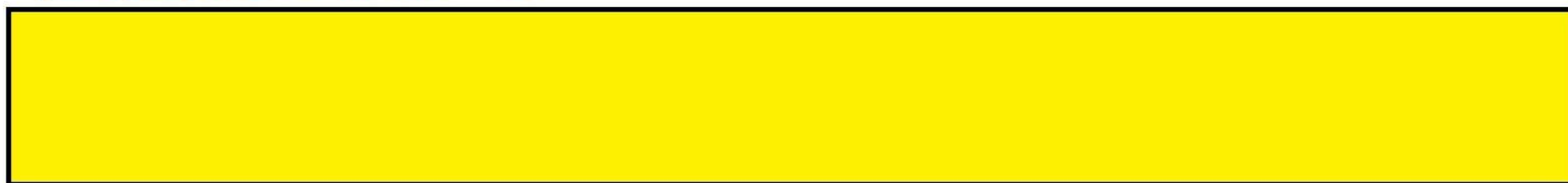


この反応は、

**塩素の検出**に利用されている。

塩素は湿ったヨウ化カリウムでんぷん紙  
を青変させる。

ちなみに、このような反応を起こすのは  
塩素だけかな？





この反応は、

**塩素の検出**に利用されている。

塩素は湿ったヨウ化カリウムでんぷん紙  
を青変させる。

ちなみに、このような反応を起こすのは  
塩素だけかな？

**オゾンも同様の反応を示す。**

随分と時間がかかりましたが、ようやくハロゲン単体の整理が終わりました。次は、ハロゲン化水素の整理をしましょう。

まずは、製法から。



整理例③		ハロゲン化水素の製法と性質			
HFの製法					
フッ化カルシウムに濃硫酸を加えて加熱する。 [ ]					
HClの製法					
工業的製法	水素と塩素を化合させる。 [ ]				
実験室的製法	塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。 [ ]				
アンモニア水に近づけると白煙を生じる： $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$					
HF、HCl、HBr、HIの諸性質					
	HF	HCl	HBr	HI	
水素結合	HFのみが、その分子間に水素結合を形成する。				
沸点	分子量の割には極めて高い。	低	→ 高		
状態	常温・常圧では、すべて気体である。				
色、臭い、毒性	すべて無色で刺激臭をもち、有毒である。				
水溶性	極めてよく水に溶け、湿った空气中で発煙しやすい。				
水溶液の名称	フッ化水素酸	塩酸	臭化水素酸	ヨウ化水素酸	
水溶液の液性	弱 [ ] 性	[ ] 性	[ ] 性	[ ] 性	強
水溶液に硝酸銀水溶液を加える。	[ ] 化学式： [ ]	[ ] [ ] (色)	[ ] [ ] (色)	[ ] [ ] (色)	[ ] [ ] (色)
HFの諸性質					
フッ化水素	フッ化水素(気体)はガラスを溶かす。 [ ]				
フッ化水素酸	フッ化水素酸(水溶液)はガラスを溶かす。 [ ]				

**記入**

**覚える**

ハロゲンの水素化合物 (HF) の製法

フッ化カルシウムに濃硫酸を加えて加熱する。



ハロゲンの水素化合物 (HCl) の製法

工業的製法

水素と塩素を化合させる。



実験室的製法

塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。



## ハロゲンの水素化合物 (HF) の製法

**CaF<sub>2</sub>を主成分とする鉱石を**  
 **と呼ぶ。**

フッ化カルシウムに濃硫酸を加えて加熱する。



## ハロゲンの水素化合物 (HCl) の製法

工業的製法

水素と塩素を化合させる。



実験室的製法

塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。



## ハロゲンの水素化合物 (HF) の製法

$\text{CaF}_2$ を主成分とする鉱石を  
**ホタル石** と呼ぶ。

フッ化カルシウムに濃硫酸を加えて加熱する。



## ハロゲンの水素化合物 (HCl) の製法

工業的製法

水素と塩素を化合させる。



実験室的製法

塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。











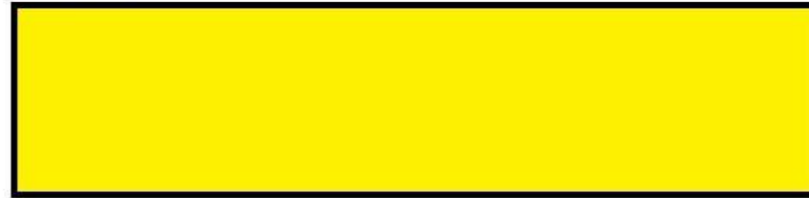
ハロゲンの水素化合物 (HF) の製法

フッ化カルシウムに濃硫酸を加えて加熱する。



ハロゲンの水素化合物 (HCl) の製法

この混合気体を



と呼ぶ。

工業的製法

水素と塩素を化合させる。



実験室的製法

塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。



ハロゲンの水素化合物 (HF) の製法

フッ化カルシウムに濃硫酸を加えて加熱する。



ハロゲンの水素化合物 (HCl) の製法

この混合気体を

**塩素爆鳴気** と呼ぶ。

工業的製法

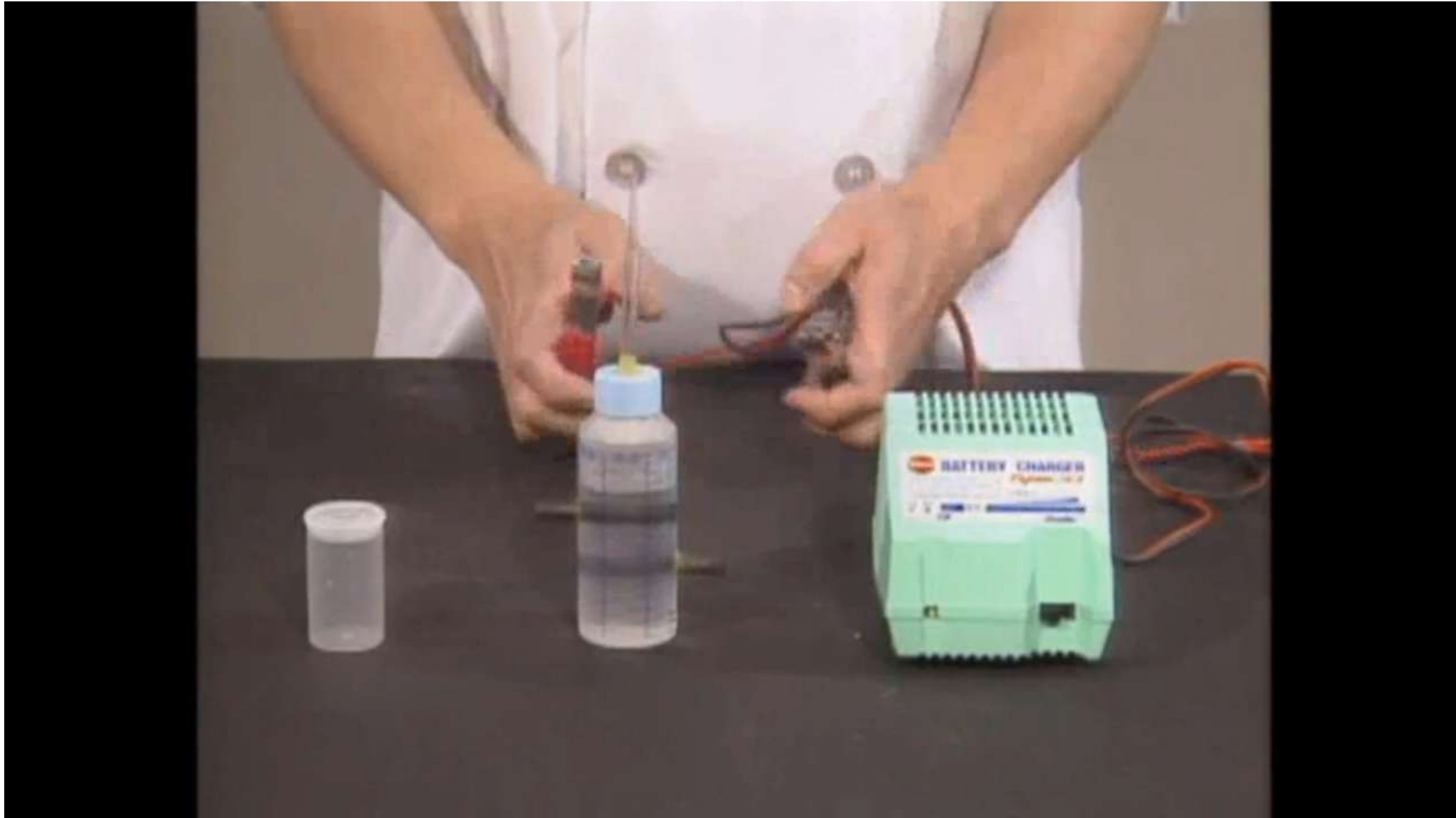
水素と塩素を化合させる。



実験室的製法

塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。







# では、ハロゲン化水素の性質の検討に移りましょう。

整理例③		ハロゲン化水素の製法と性質			
<b>HFの製法</b>					
フッ化カルシウムに濃硫酸を加えて加熱する。 [ ]					
<b>HClの製法</b>					
工業的製法	水素と塩素を化合させる。 [ ]				
実験室的製法	塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。 [ ]				
濃アンモニア水に近づけると白煙を生じる： $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$					
<b>HF, HCl, HBr, HIの諸性質</b>					
	<b>HF</b>	<b>HCl</b>	<b>HBr</b>	<b>HI</b>	
水素結合	HFのみが、その分子間に水素結合を形成する。				
沸点	分子量の割には極めて高い。 低 $\longrightarrow$ 高				
状態	常温・常圧では、すべて気体である。				
色、臭い、毒性	すべて無色で刺激臭をもち、有毒である。				
水溶性	極めてよく水に溶け、湿った空气中で発煙しやすい。				
水溶液の名称	フッ化水素酸	塩酸	臭化水素酸	碘化水素酸	
水溶液の液性	弱 $\longrightarrow$ 強 [ ] 性 [ ] 性				
水溶液に硝酸銀水溶液を加える。	[ ] 化学式： [ ]	[ ] [ ] (色)	[ ] [ ] (色)	[ ] [ ] (色)	
<b>HFの諸性質</b>					
フッ化水素	フッ化水素(気体)はガラスを溶かす。 [ ]				
フッ化水素酸	フッ化水素酸(水溶液)はガラスを溶かす。 [ ]				

# 記入

## 重要

水素化合物 (HF, HCl, HBr, HI) の諸性質



ハロゲンの水素化合物 (HF, HCl, HBr, HI) の諸性質

	HF	HCl	HBr	HI
水素結合	HFのみが、その分子間に水素結合を形成する。			
沸点	分子量の割には極めて高い。		低 → 高	
状態	常温・常圧では、すべて気体である。			
水溶液の名称	フッ化水素酸	塩酸	臭化水素酸	ヨウ化水素酸
水溶液の酸性	弱酸性		強酸性	
水溶液に硝酸銀水溶液を加えると……	水溶性 AgF	水に難溶 AgCl 白色   AgBr 淡黄色   AgI 黄色		

ポイントは



原因は



だね。

かな。

ハロゲンの水素化合物 (HF, HCl, HBr, HI) の諸性質

	HF	HCl	HBr	HI
水素結合	HFのみが、その分子間に水素結合を形成する。			
沸点	分子量の割には極めて高い。 低 $\longrightarrow$ 高			
状態	常温・常圧では、すべて気体である。			
水溶液の名称	フッ化水素酸	塩酸	臭化水素酸	ヨウ化水素酸
水溶液の酸性	弱酸性	強酸性 $\longrightarrow$ 強		
水溶液に硝酸銀水溶液を加えると……	水溶性 AgF	水に難溶 AgCl 白色	水に難溶 AgBr 淡黄色	水に難溶 AgI 黄色

ポイントは **フッ化水素の特異性** だね。  
 原因は  かな。

ハロゲンの水素化合物 (HF, HCl, HBr, HI) の諸性質

	HF	HCl	HBr	HI
水素結合	HFのみが、その分子間に水素結合を形成する。			
沸点	分子量の割には極めて高い。	低 → 高		
状態	常温・常圧では、すべて気体である。			
水溶液の名称	フッ化水素酸	塩酸	臭化水素酸	ヨウ化水素酸
水溶液の酸性	弱酸性	強酸性 → 強		
水溶液に硝酸銀水溶液を加えると……	水溶性 AgF	水に難溶 AgCl 白色	水に難溶 AgBr 淡黄色	水に難溶 AgI 黄色

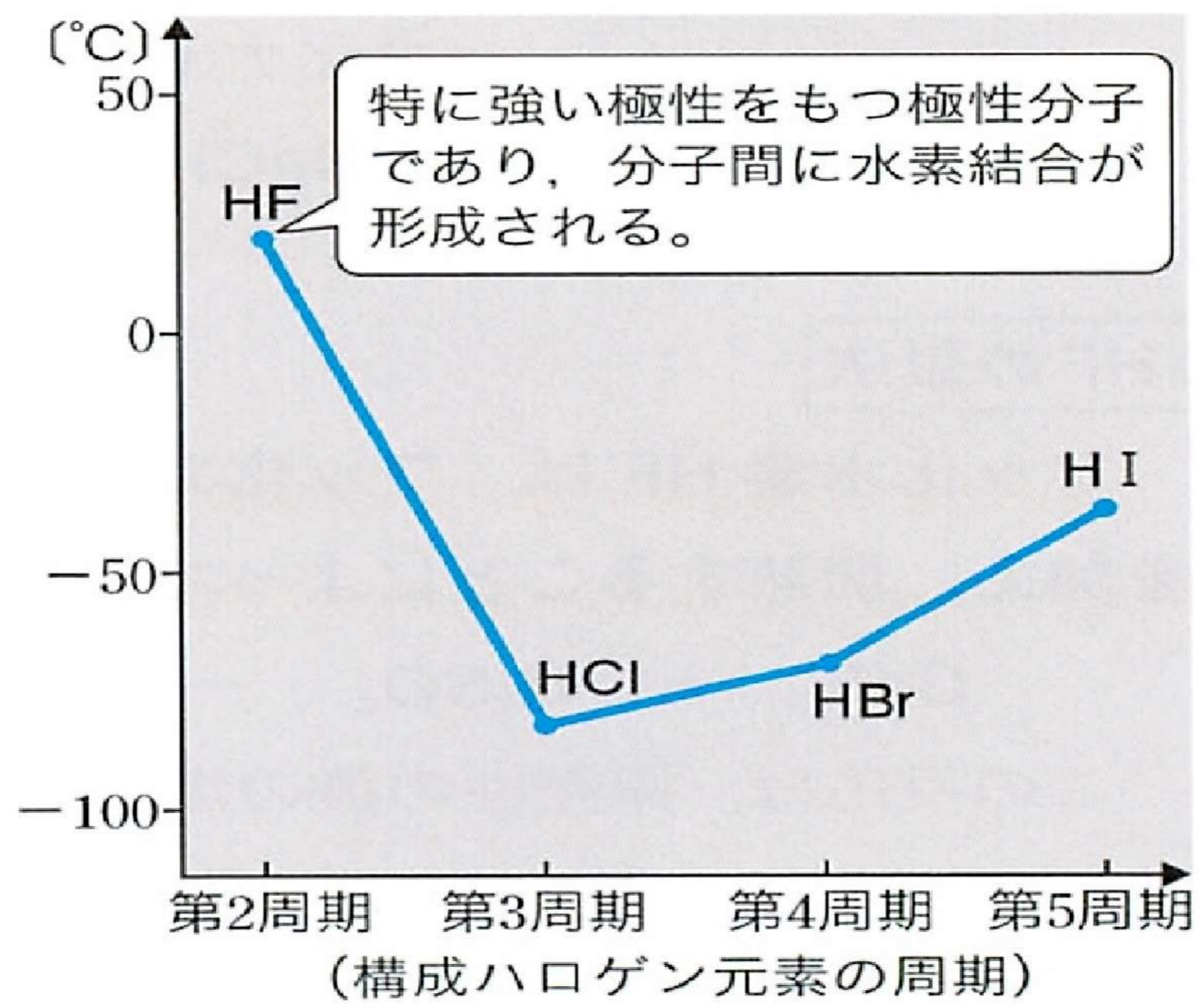
ポイントは **フッ化水素の特異性** だね。  
 原因は **フッ素の電気陰性度の大きさ** かな。

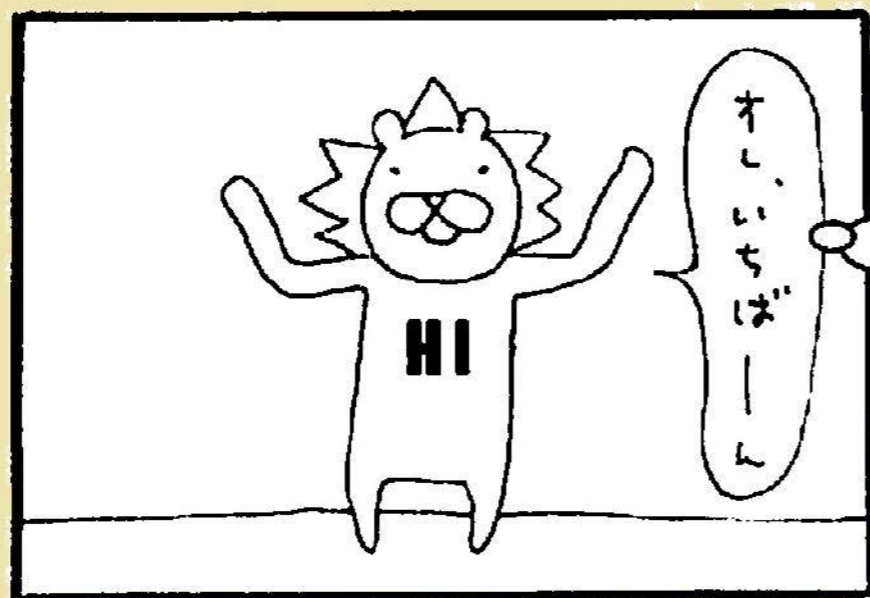
ハロゲンの水素化合物 (HF, HCl, HBr, HI) の諸性質

このあたりのイメージは  
つかめていますか？

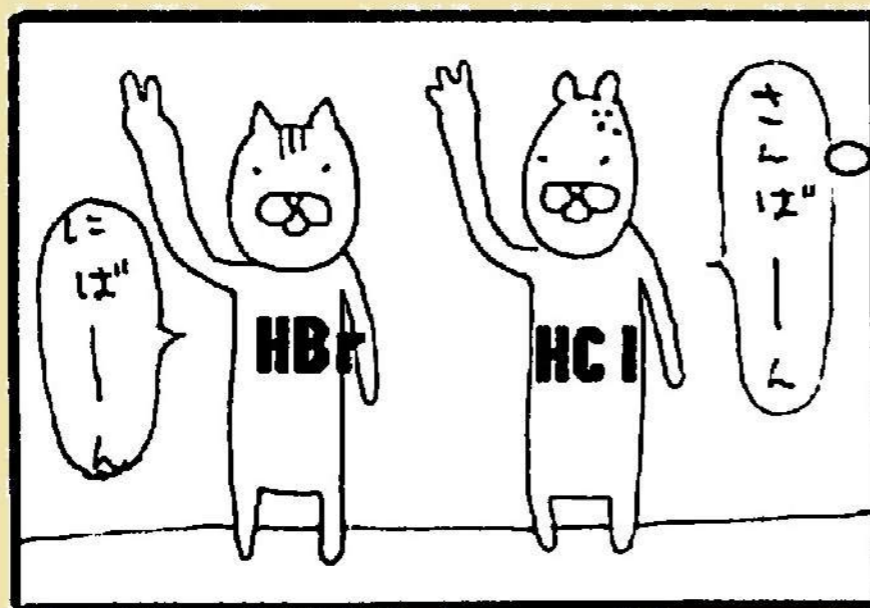
	HF	HCl	HBr	HI
水素結合	HFのみが、その分子間に水素結合を形成する。			
沸点	分子量の割には極めて高い。		低 → 高	
状態	常温・常圧では、すべて気体である。			
水溶液の名称	フッ化水素酸	塩酸	臭化水素酸	ヨウ化水素酸
水溶液の液性	弱酸性		強酸性 → 強	
水溶液に硝酸銀水溶液を加えると……	水溶性 AgF	水に難溶 AgCl 白色	水に難溶 AgBr 淡黄色	水に難溶 AgI 黄色

# ハロゲン化水素の沸点

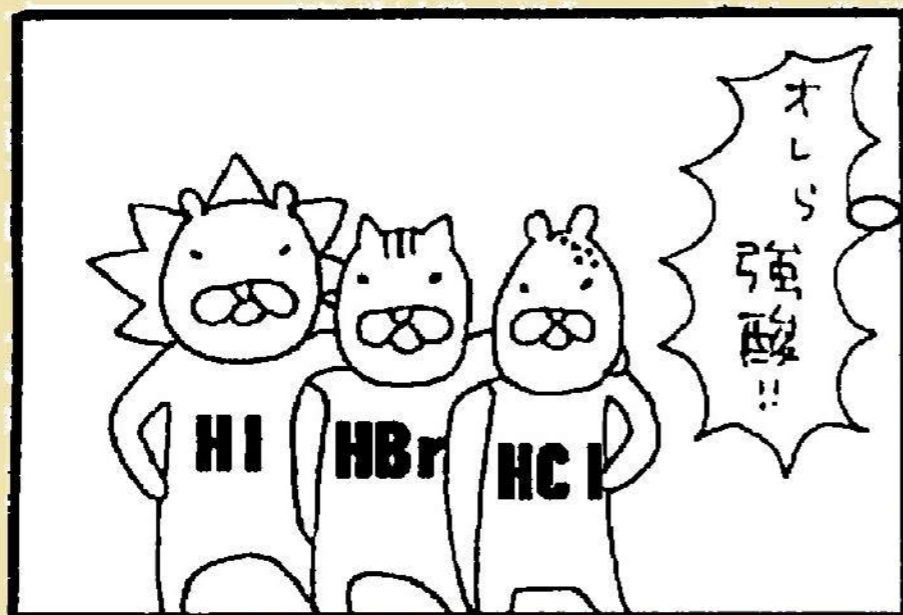




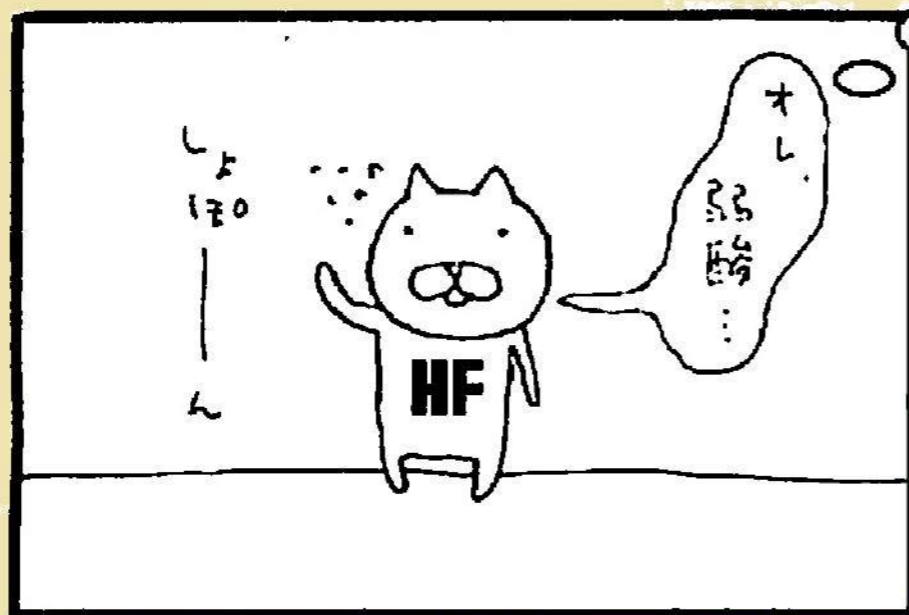
ヨウ化水素の水溶液  
(ヨウ化水素酸) は、  
強い酸性を示します。



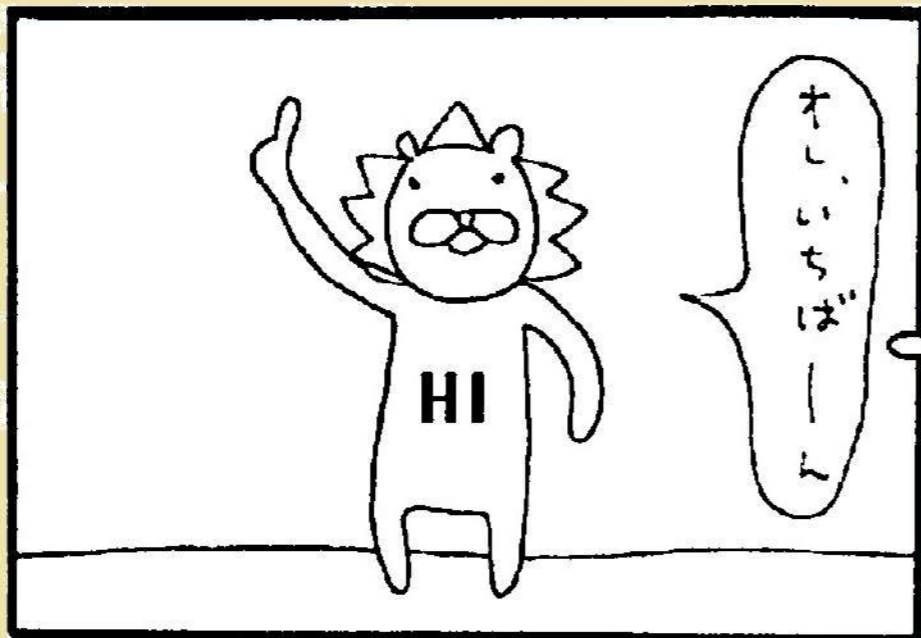
臭化水素や塩化水素の  
水溶液(臭化水素酸や塩  
酸)も、  
強い酸性を示します。



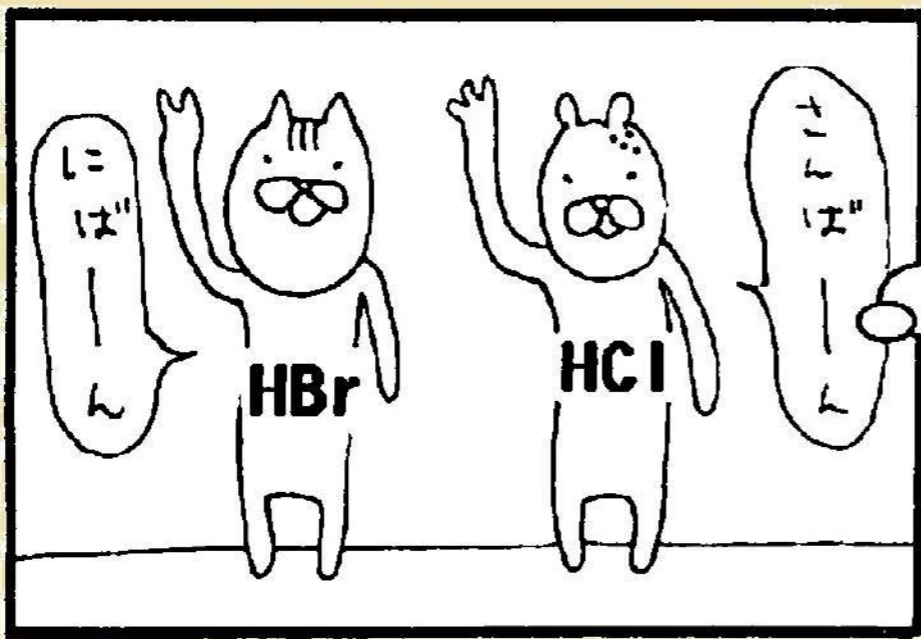
でも、フッ化水素の水溶液  
(フッ化水素酸)は、  
弱い酸性しか示しません。  
でも、しょぼんなんてないで。



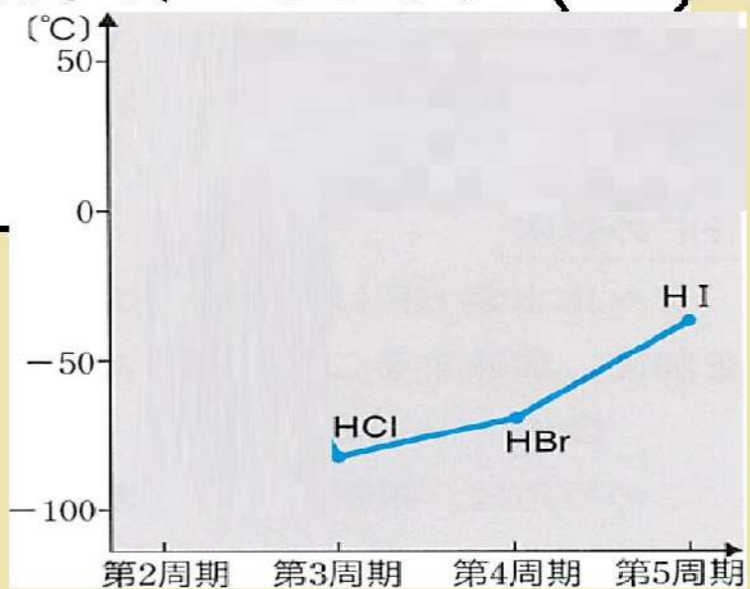
Point  
ハロゲン化水素の中では、  
フッ化水素の水溶液だけは  
弱酸性!!



ヨウ化水素の沸点は、  
-35℃です。

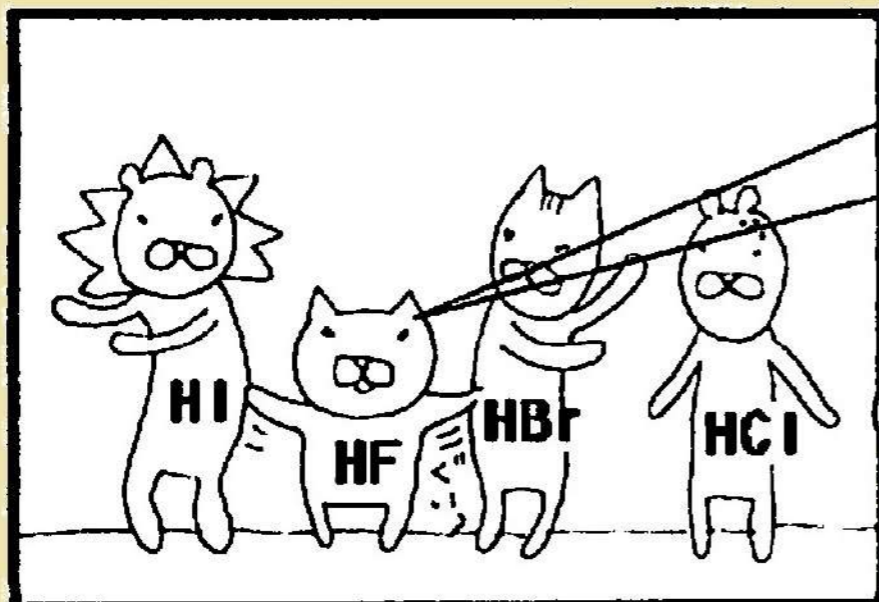


臭化水素の沸点は、もう少し低くて、-67℃、塩化水素の沸点は、さらにもう少し低くて、-85℃です。

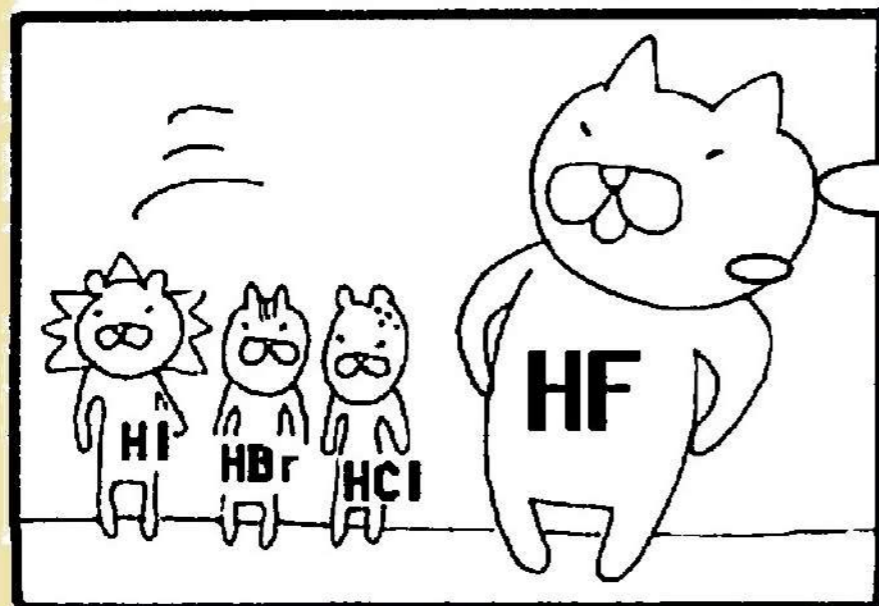




ちょっと待  
った！！

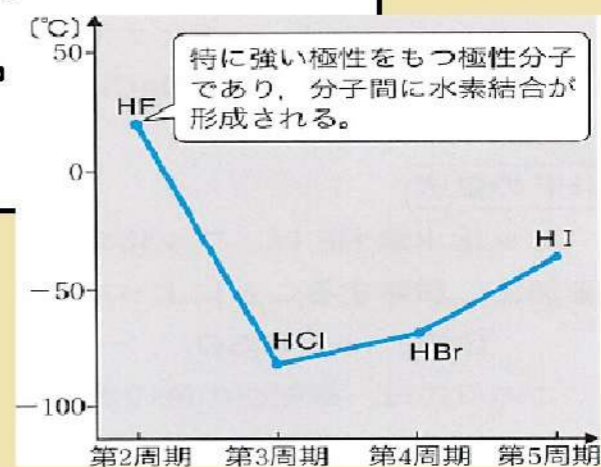


なんと末っ子君の沸点が一番高  
い(20℃)！それは、水素結  
合をもっているからだよ。



Point

ハロゲン化水素の中では、  
フッ化水素の沸点がもっとも高い！  
いちばん分子量が小さいのにねえ。  
キーワードは「水素結合」



**重要**

**HFは石英やガラスを溶かします。**

## HFの諸性質

フッ化水素

フッ化水素(気体)はガラスを溶かす。



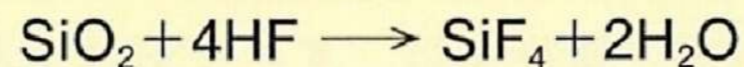
フッ化水素酸

フッ化水素酸(水溶液)はガラスを溶かす。



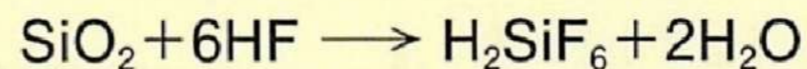
フッ化水素

フッ化水素（気体）はガラスを溶かす。



フッ化水素酸

フッ化水素酸（水溶液）はガラスを溶かす。



**【保存方法】** HF はガラスを溶かすので、ガラス製の容器には保存できません。よって、**フッ化水素酸 HFaq（水溶液）**などは、**ポリエチレン製の容器に保存**します。

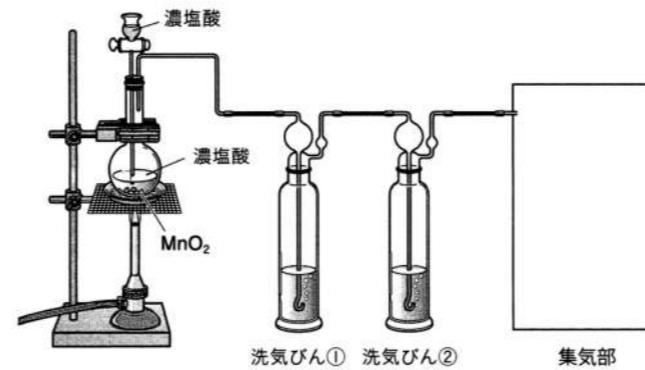
**【用途】** HF はガラスを溶かします。よって、**フッ化水素酸 HFaq（水溶液）**などは、**つや消しガラス（くもりガラス）の製造や、ガラス器具の表面に標線**などを刻みつけるのに利用されています。

## 塩素の製法

塩素の製法に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

ハロゲン元素の単体を得る方法の一つに電気分解がある。例えば、塩素は塩化ナトリウム水溶液を電気分解すれば、極側で発生し得られる。

(a)また次図のように、酸化マンガン(IV)と濃塩酸を加熱し、反応させても塩素を得ることができる。



問1 空欄  に適当な語句を入れよ。

問2 下線部(a)について、次の(1)と(2)に答えよ。

- (1) 下線部(a)の化学反応式を書け。
- (2) 反応前後における Mn の酸化数、および  $\text{MnO}_2$  の作用について、正しいのは次の(i)~(v)のどれか番号で答えよ。
  - (i) Mn の酸化数は+2 から+4 に変化するので、 $\text{MnO}_2$  は還元剤として作用する。
  - (ii) Mn の酸化数は+4 から+2 に変化するので、 $\text{MnO}_2$  は還元剤として作用する。
  - (iii) Mn の酸化数は+4 から+2 に変化するので、 $\text{MnO}_2$  は酸化剤として作用する。
  - (iv) Mn の酸化数は+2 から+4 に変化するので、 $\text{MnO}_2$  は酸化剤として作用する。
  - (v) Mn の酸化数は+4 から+2 に変化するが、Cl には酸化数の変化しないものもあるので、 $\text{MnO}_2$  は酸化剤あるいは還元剤として作用しない。

問3 図について、次の(1)~(3)に答えよ。

- (1) 洗気びん①の中に水を入れる理由は何か。簡潔に答えよ。
- (2) 洗気びん②の中に濃硫酸を入れる理由は何か。簡潔に答えよ。
- (3) 集気部で塩素ガスを集める方法として、上方置換あるいは下方置換のうち、どちらの方法を用いるか。

## ハロゲン単体の状態と性質

ハロゲン単体に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

ハロゲン元素の単体の性質を相互に比較すると、原子番号の増減にともなって規則的に変化するものがある。例えば、融点、沸点は原子番号が大きくなるにしたがい  くなるほか、(b)ハロゲン化物イオンになる傾向の強さも原子番号の順番に変化する。また、水との反応では、(c)フッ素は容易に反応して気体を発生するが、他のハロゲン元素では同様の現象は起こらない。

問4 空欄  に適当な語句を入れよ。

問5 下線部(b)について、次の(1)~(3)に答えよ。

- (1) 「ハロゲン化物イオンになる傾向」とは、ハロゲン元素の単体のもつどのような能力について述べたものか。漢字3文字で答えよ。
- (2) また、その能力は原子番号順にどのように変わるか。15字以内で書け。
- (3) その能力に関する反応について、誤っているものは次の(i)~(iv)のどれか番号で答えよ。
  - (i) KF水溶液にCl<sub>2</sub>を通じても化学変化はみられない。
  - (ii) KBr水溶液にI<sub>2</sub>を加えるとBr<sub>2</sub>が遊離する。
  - (iii) KBr水溶液にCl<sub>2</sub>を通じるとBr<sub>2</sub>が遊離する。
  - (iv) KI水溶液にCl<sub>2</sub>を通じた後、さらにデンプン水溶液を加えると青紫色になる。

問6 下線部(c)について、次の(1)~(3)に答えよ。

- (1) フッ素と水との反応について化学反応式を書け。
- (2) 塩素を水に溶かした場合の化学反応式を書け。
- (3) 塩素を水に溶かしたものは塩素水と呼ばれる。塩素水が漂白や殺菌に用いられる理由を電子を含む式を用いて簡潔に説明せよ。

## ハロゲン単体に関する問題の解答

問 1 陽



(2) (iii)

問 3 (1) 塩化水素を取り除くため。

(2) 水蒸気を取り除くため。

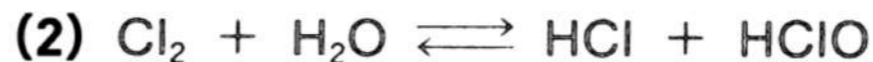
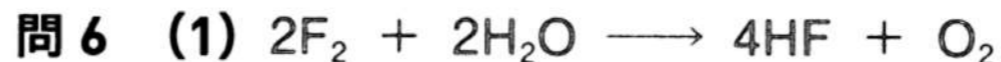
(3) 下方置換

問 4 高

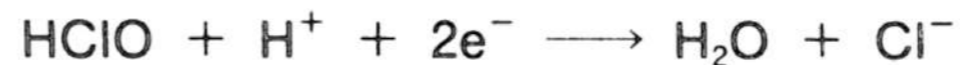
問 5 (1) 酸化力

(2) 原子番号が小さいほど強くなる。(15 字)

(3) (ii)



(3) 塩素水に含まれている次亜塩素酸が、



のように変化して、強い酸化作用を示すから。

## ハロゲン化水素の製法

塩化水素の製法に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

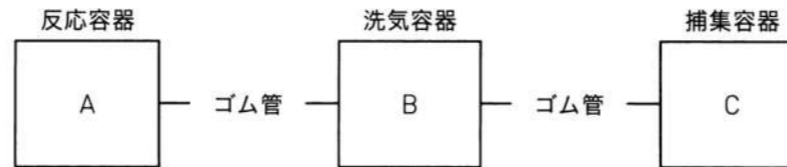
ハロゲン化水素として代表的な塩化水素は、工業的には水素ガスと塩素ガスの反応によりつくられる。

一方、(a)実験室では塩化ナトリウムと **ア** を加熱し、反応させてつくり出すことができる。発生した塩化水素ガスは空気よりも **イ** のので、**ウ** により捕集する。

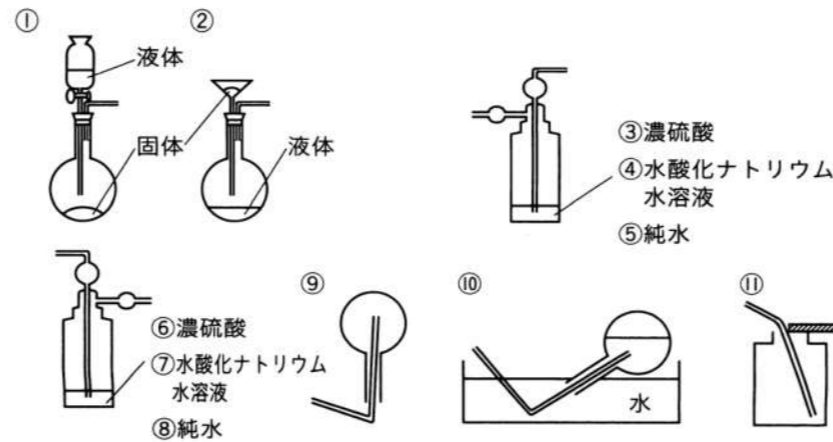
問1 空欄 **ア** ~ **ウ** に適当な語句を入れよ。

問2 下線部(a)について、次の(1)、(2)に答えよ。

- (1) 下線部(a)の化学反応式を書け。
- (2) 以下は、実験装置の組み立てを模式的に示したものである。



枠 A, B, C の部分に配置すべき器具を下図の①~⑪の中から1つずつ選んで番号で答えよ。なお加熱装置やゴム管、取り付け金具などは省略している。また図示されている器具の向きにも注意すること。





## ハロゲン化水素の状態と性質

ハロゲン化水素に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

ハロゲン化水素はいずれも有毒な気体として知られている。これらの沸点を相互に比較すると、だけが異常に高い値を示すが、以外はハロゲン元素の原子番号が大きくなるにしたがいくなる傾向がある。の沸点が高いのは結合による分子間力の増加に基づく。

ハロゲン化水素はいずれも水に溶けやすく、その水溶液は酸性を示すが、これらのうち酸の強さの最も弱いものはである。

フッ化水素酸はガラスの主成分であると反応してを生じる。よって、製のびんに保存する。

**問3** 空欄～に適切な語句を入れよ。

**問4** 空欄, に適切な化学式を、に語句を入れよ。

## ハロゲン化銀の形成と溶解

ハロゲン化銀に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

ハロゲンと銀との化合物をハロゲン化銀という。ハロゲン化銀は  以外は水に難溶で、ハロゲン化物イオンを含む水溶液に硝酸銀水溶液を加えると、 $\text{AgBr}$ , ,  などが沈殿してくる。

(b)  はアンモニア水にもチオ硫酸ナトリウム水溶液にも溶解する。

これらの銀塩には  性があり、この性質は写真に利用されている。

問5 空欄  ~  に適当な化学式を入れよ。

問6 空欄  に適当な語句を入れよ。

問7 下線部(b)について、次の(1), (2)に答えよ。

(1)  がアンモニア水に溶解する反応をイオン反応式で書け。

(2)  がチオ硫酸ナトリウム水溶液に溶解する反応をイオン反応式で書け。

## ハロゲンの水素化合物に関する問題の解答

問 1  ア 濃硫酸

イ 重

ウ 下方置換

問 2 (1)  $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$

(2) A ① B ⑥ C ②

問 3  エ フッ化水素

オ 高

カ 水素

キ フッ化水素酸

問 4  ク  $\text{SiO}_2$

ケ  $\text{H}_2\text{SiF}_6$

コ ポリエチレン

問 5  サ AgF

シ AgI

ス AgCl

問 6 感光

問 7 (1)  $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \longrightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{Cl}^-$

(2)  $\text{AgCl} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \longrightarrow [\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-} + \text{Cl}^-$

# ハロゲンは終了

