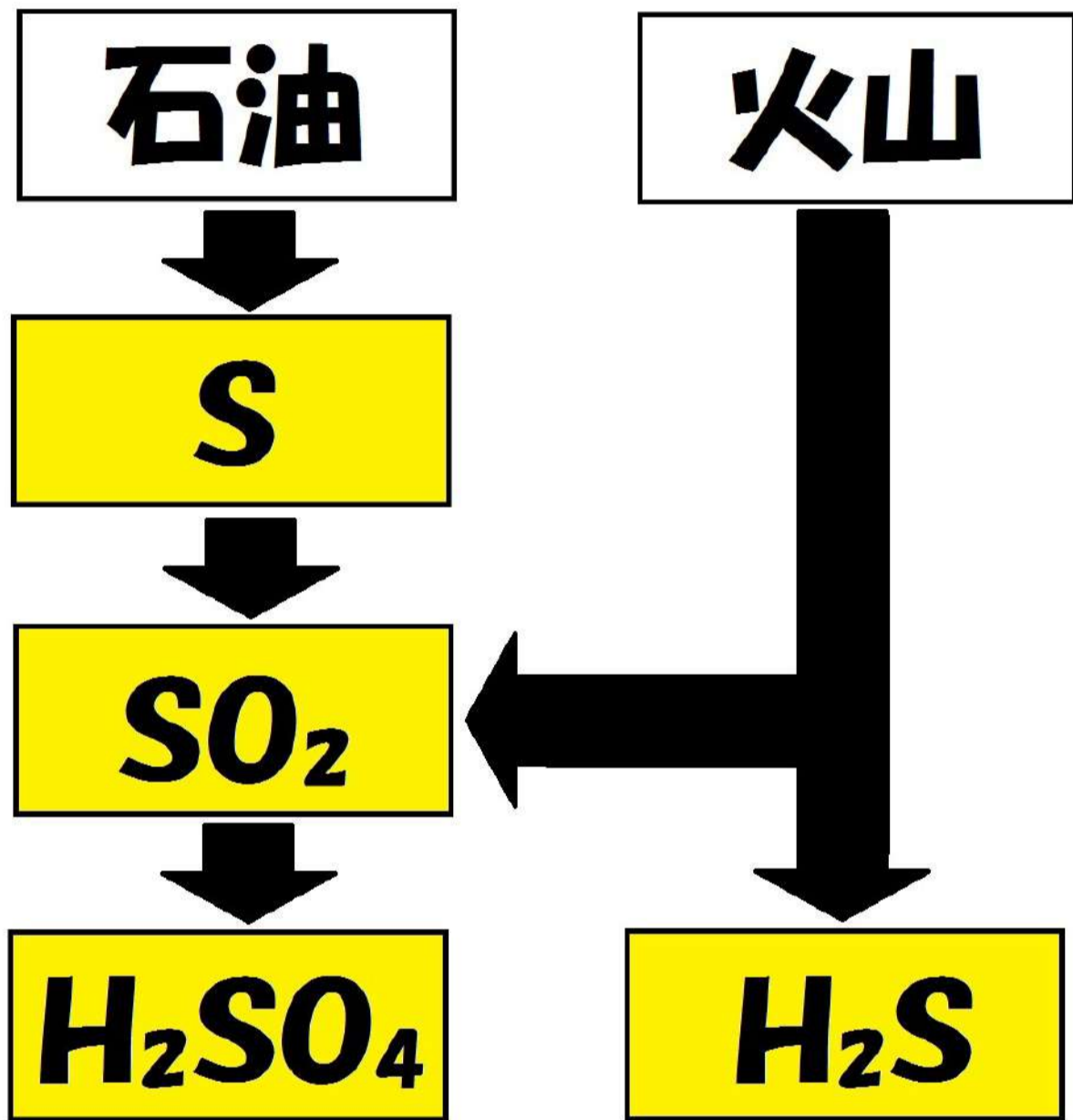


**次は、硫黄です。**



非金属の学習

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



# まずは、単体を 軽く押さえましょう。

整理例④

硫黄の単体の製法と諸性質

## 硫黄の単体の製法

工業的製法		
実験室的製法	斜方硫黄	硫黄をその二硫化炭素溶液から析出させる。
	単斜硫黄	斜方硫黄を120℃程度まで加熱し、その融解液を冷却・結晶化させる。
	ゴム状硫黄	斜方硫黄を250℃程度まで加熱し、その融解液を急冷・結晶化させる。

## 硫黄の単体の諸性質

	斜方硫黄	単斜硫黄	ゴム状硫黄
構造	分子式S <sub>8</sub> の、8個の硫黄原子からなる分子である。形状は解説編を！		多数の硫黄原子からなる分子である。
状態	八面体状の、黄色結晶である。	針状の、黄色結晶である。	ゴム状の、褐色固体である。
溶解性	水には溶けにくい、二硫化炭素にはよく溶ける。		水にも二硫化炭素にも溶けにくい。
反応性	① 多くの物質と反応して、硫化物を形成する。 ② 空气中で燃焼して二酸化硫黄になる。 $S + O_2 \rightarrow SO_2$ ③ 鉄粉とともに加熱すると硫化鉄(Ⅱ)になる。 $Fe + S \rightarrow FeS$		

[S、C、O、Pには、同素体が存在する]  
スコップ

### 硫黄の単体(S)の諸性質

	斜方硫黄	単斜硫黄	ゴム状硫黄
構造	8個の硫黄原子からなる分子である。		多数の硫黄原子からなる分子である。
状態	八面体状の、黄色結晶である。	針状の、黄色結晶である。	ゴム状の、褐色固体である。

**常温(95.6℃以下)では斜方硫黄が安定であり、それ以上の温度では単斜硫黄が安定となります。**

### 硫黄の単体(S)の諸性質

	斜方硫黄	単斜硫黄	ゴム状硫黄
構造	8個の硫黄原子からなる分子である。		多数の硫黄原子からなる分子である。
状態	八面体状の、黄色結晶である。	針状の、黄色結晶である。	ゴム状の、褐色固体である。

## 硫黄の単体(S)の諸性質

	斜方硫黄	単斜硫黄	ゴム状硫黄
構造	8個の硫黄原子からなる分子である。		多数の硫黄原子からなる分子である。

分子式は

分子の形状は

## 硫黄の単体(S)の諸性質

	斜方硫黄	単斜硫黄	ゴム状硫黄
構造	8個の硫黄原子からなる分子である。		多数の硫黄原子からなる分子である。

分子式は



分子の形状は





## 硫黄の単体(S)の諸性質

	斜方硫黄	単斜硫黄	ゴム状硫黄
構造	8個の硫黄原子からなる分子である。		多数の硫黄原子からなる分子である。

分子式は

$S_8$

分子の形状は



## 硫黄の単体(S)の諸性質

	斜方硫黄	単斜硫黄	ゴム状硫黄
構造	8個の硫黄原子からなる分子である。		多数の硫黄原子からなる分子である。

分子式は

**S<sub>8</sub>**

分子の形状は

**王冠形**

## 硫黄の単体(S)の諸性質

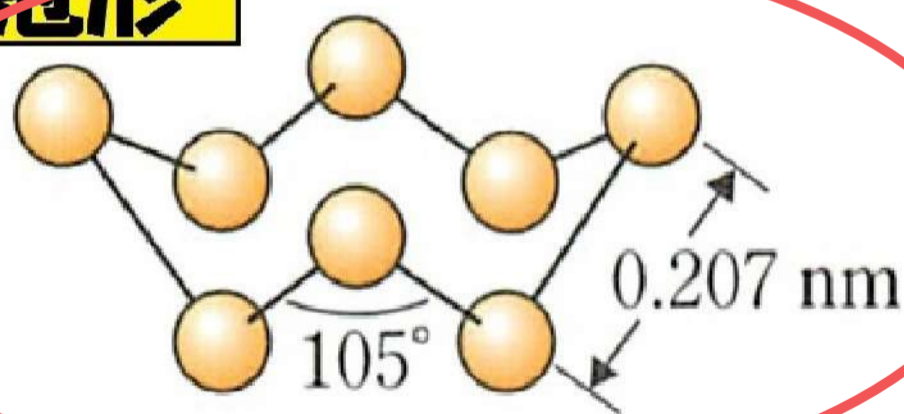
	斜方硫黄	単斜硫黄	ゴム状硫黄
構造	8個の硫黄原子からなる分子である。		多数の硫黄原子からなる分子である。

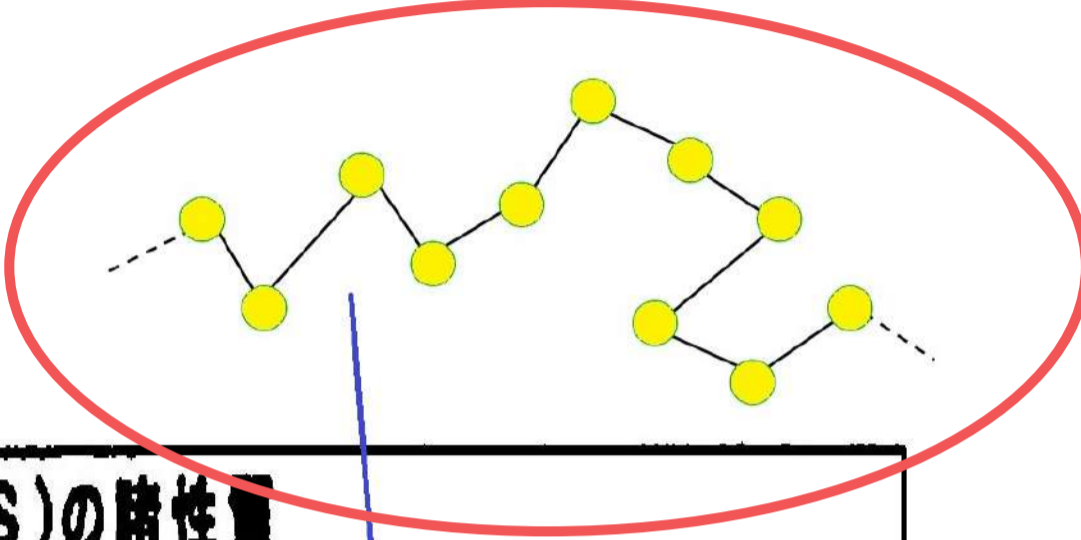
分子式は

**S<sub>8</sub>**

分子の形状は

**王冠形**





硫黄の単体(S)の諸性質

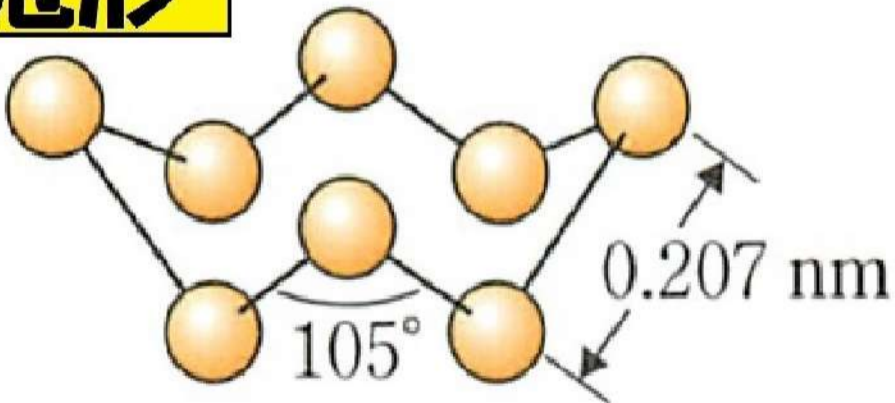
	斜方硫黄	単斜硫黄	ゴム状硫黄
構造	8個の硫黄原子からなる分子である。		多数の硫黄原子からなる分子である。

分子式は

**S<sub>8</sub>**

分子の形状は

**王冠形**



硫黄の製法についても、  
少しおさらいしておきましょう。

加筆

記入

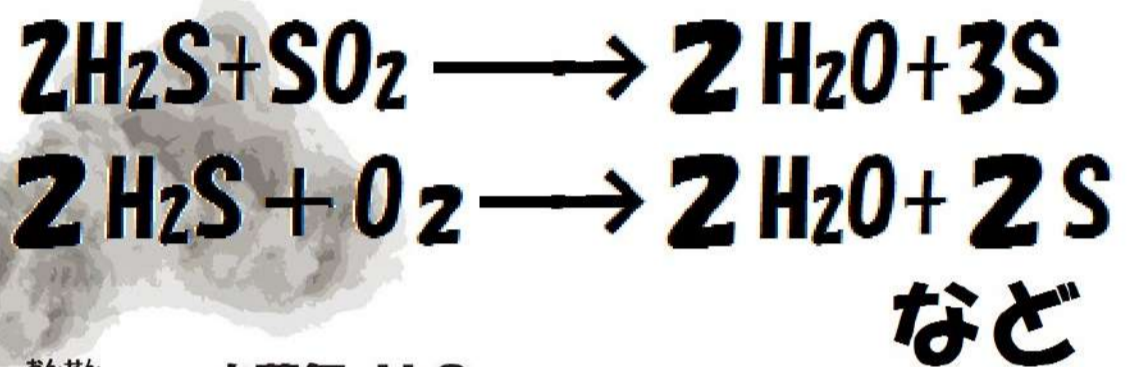
### 硫黄の単体の製法

産出

天然には、火山地帯で産出する。

産出

天然には、火山地帯で産出する。



SO <sub>2</sub>	にさんかいおう 二酸化硫黄	むしよく つよ しげきしゅう 無色、強い刺激臭	きょうのうど 許容濃度 5ppm
H <sub>2</sub> S	りゅうか すいそ 硫化水素	たまご くさ 無色、卵の腐ったような臭い	10ppm
CO <sub>2</sub>	にさんかたんそ 二酸化炭素	むしゅう 無色、無臭	5000ppm

**産出**

**天然には、火山地帯で産出する。**



**知床硫黄山  
(しれとこいおうざん)**

**産出**

**天然には、火山地帯で産出する。**

インドネシアのジャワ島にあるカワ・イジェン火山の夜の姿が絶景なのだそうです。行ってみたいなあ。ここは、硫黄の採掘地であり、その硫黄がガス化し、高温の空気と接触することで燃焼し、その際に青い炎がうまれます。





**記入**

**硫黄の単体の製法**

**工業的製法**

石油の脱硫など [石油の分留後、水素化などで脱硫]

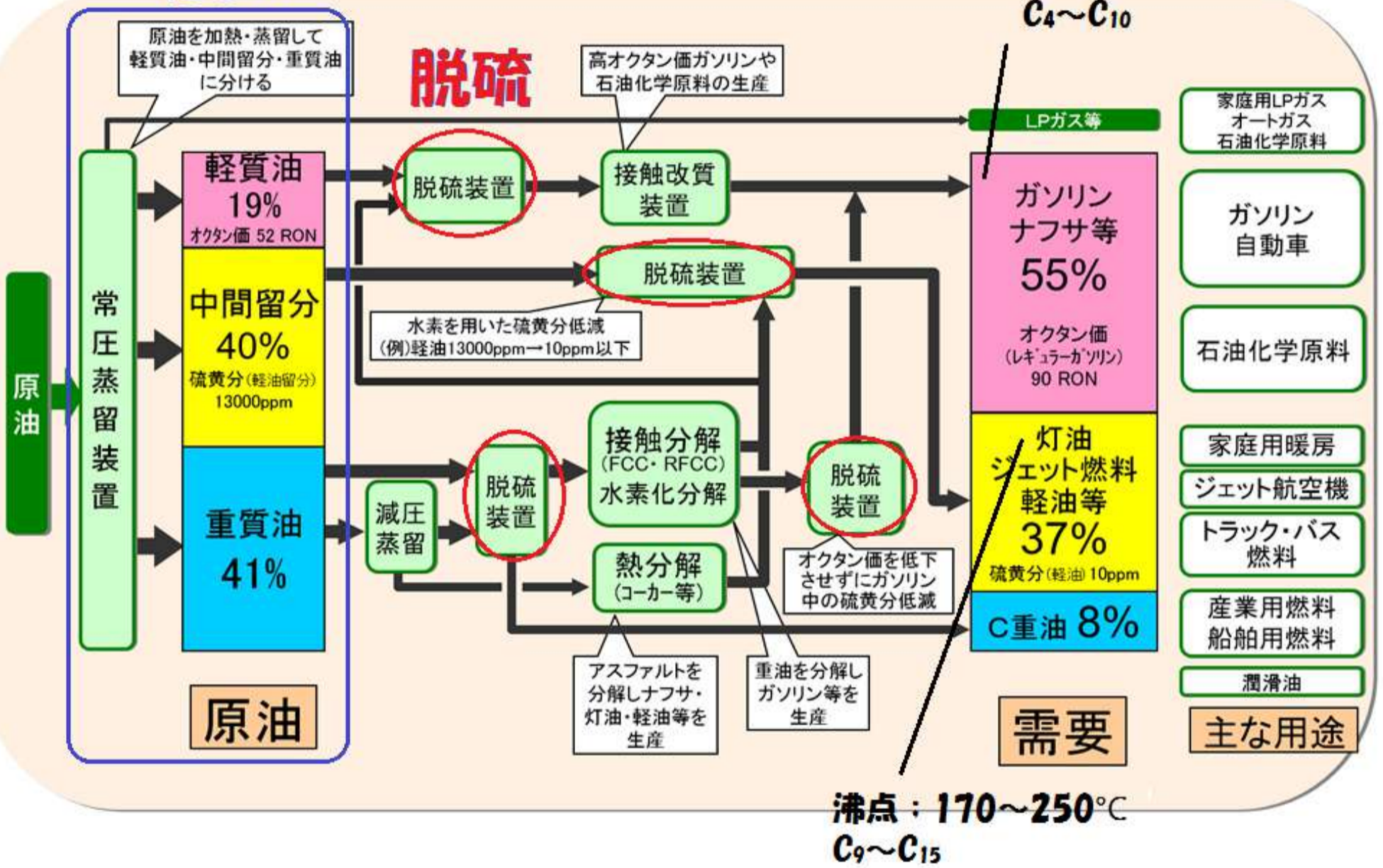
硫黄分を硫化水素として取り除く。



# 分留

# 脱硫

沸点30° ~220°C  
C4~C10



原油を加熱・蒸留して  
軽質油・中間留分・重質油  
に分ける

高オクタン価ガソリンや  
石油化学原料の生産

脱硫装置

接触改質  
装置

脱硫装置

水素を用いた硫黄分低減  
(例)軽油13000ppm→10ppm以下

接触分解  
(FCC・RFCC)  
水素化分解

脱硫  
装置

熱分解  
(コーカー等)

オクタン価を低下  
させずにガソリン  
中の硫黄分低減

アスファルトを  
分解しナフサ・  
灯油・軽油等を  
生産

重油を分解し  
ガソリン等を  
生産

家庭用LPガス  
オートガス  
石油化学原料

ガソリン  
自動車

石油化学原料

家庭用暖房  
ジェット航空機

トラック・バス  
燃料

産業用燃料  
船舶用燃料

潤滑油

主な用途

需要

沸点: 170~250°C  
C9~C15





## 硫黄の単体の製法

<b>実験室的製法</b>	<b>斜方硫黄</b>	硫黄をその二硫化炭素溶液から析出させる。
	<b>単斜硫黄</b>	斜方硫黄を120℃程度まで加熱し、その融解液を冷却・結晶化させる。
	<b>ゴム状硫黄</b>	斜方硫黄を250℃程度まで加熱し、その融解液を急冷・固化させる。



**実験室的製法を確認してみましょう。**



**斜方硫黄**

淡黄色、八面体の結晶



**単斜硫黄**

黄色、針状の結晶



**ゴム状硫黄**

黄色～暗褐色、無定形固体



斜方硫黃



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	—	○					

H<sub>2</sub>Sは後に回して

**SO<sub>2</sub>について。**

**まずは、製法から。**

整理例⑥		二酸化硫黄の製法と性質	
<b>二酸化硫黄の製法</b>			
工業的製法	① 硫黄の単体を燃焼させる。	[ ]	
	② 黄鉄鉱を燃焼させる。	[ ]	
実験室的製法	① 銅に濃硫酸を加えて加熱する。	[ ]	
	② 亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加える。	[ ]	
	亜硫酸水素ナトリウムに希硫酸を加える。	[ ]	
<b>二酸化硫黄の諸性質</b>			
状態	気体	水の溶解性	よく溶ける
色	無色	水溶液の液性	弱酸性
臭い	刺激臭	捕集方法	下方置換
毒性	有毒	使用できない乾燥剤	塩基性乾燥剤
反応性	① 水に溶け、一部が水と反応して亜硫酸となり、その水溶液は弱酸性を示す。	[ ]	
	② 還元剤として作用する。 [例1] 過酸化水素水と反応して、硫酸を生成する。	[ ]	
	[例2] オゾンと反応して、硫酸を生成する。	[ ]	
③ 酸化剤として作用することもある。 [例] 硫化水素と反応して、硫黄の単体を遊離する(白濁)。	[ ]		[ ]



# 記入

## 覚える

### 硫黄の酸化物(SO<sub>2</sub>)の製法

① 硫黄の単体を燃焼させる。



工業的製法

② 黄鉄鉱を燃焼させる。

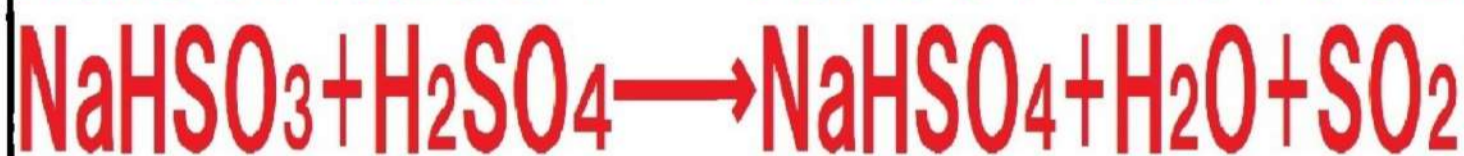
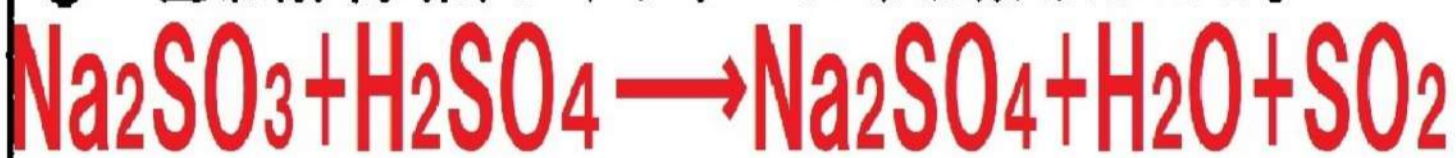


実験室的製法

① 銅に濃硫酸を加えて加熱する。



② 亜硫酸(水素)ナトリウムに希硫酸を加える。



硫黄の酸化物(SO<sub>2</sub>)の製法

工業的製法

① 硫黄の単体を燃焼させる。



② 黄鉄鉱を



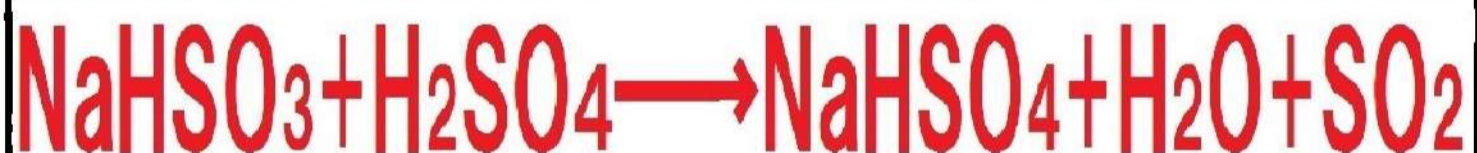
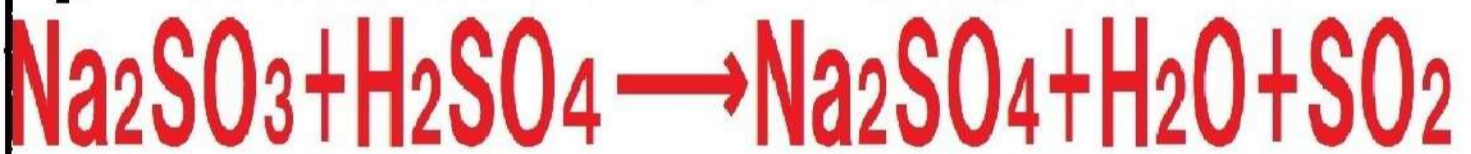
どこにある？

実験室的製法

① 銅に濃硫酸を加えて加熱する。



② 亜硫酸(水素)ナトリウムに希硫酸を加える。





硫黄の酸化物(SO<sub>2</sub>)の製法

工業的製法

① 硫黄の単体を燃焼させる。



② 黄鉄鉱を燃焼

見たことある？

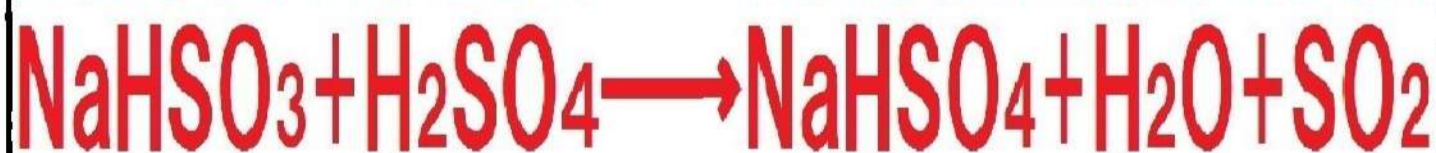
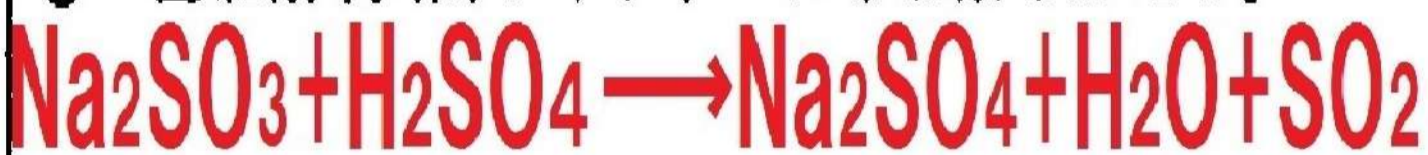


実験室的製法

① 銅に濃硫酸を加えて加熱する。



② 亜硫酸(水素)ナトリウムに希硫酸を加える。





硫黄の酸化物(SO<sub>2</sub>)の製法

工業的製法

① 硫黄の単体を燃焼させる。



② 亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加える

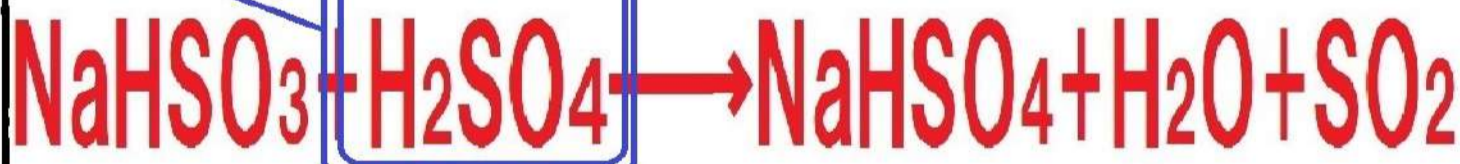
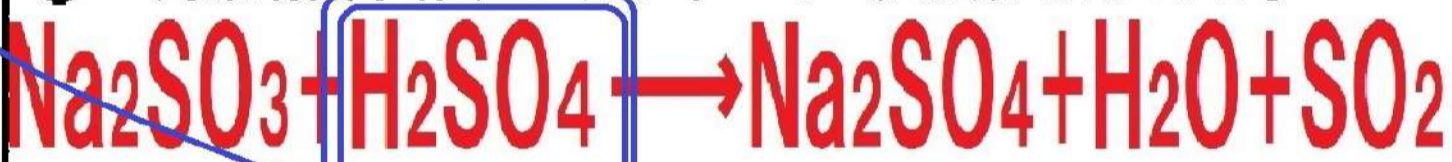
4F 働きは同じ？違う？

実験室的製法

① 銅に濃硫酸を加えて加熱する。



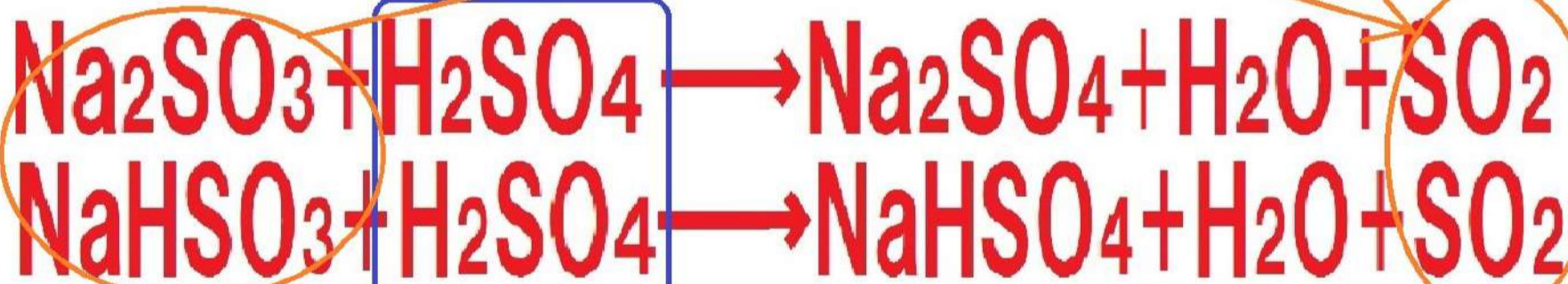
② 亜硫酸(水素)ナトリウムに希硫酸を加える。



**酸化剤**として働き、  
自らがSO<sub>2</sub>に変化した。



**強酸**として働き、亜硫酸塩から  
亜硫酸(H<sub>2</sub>O + SO<sub>2</sub>)を追い出した。



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	—	○					



では、SO<sub>2</sub>について。

次は、性質を。

整理例⑥

二酸化硫黄の製法と性質

二酸化硫黄の製法

工業的製法	① 硫黄の単体を燃焼させる。
	② 黄鉄鉱を燃焼させる。
実験室的製法	① 銅に濃硫酸を加えて加熱する。
	② 亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加える。
	亜硫酸水素ナトリウムに希硫酸を加える。

二酸化硫黄の諸性質

状態	気体	水への溶解性	よく溶ける
色	無色	水溶液の液性	弱酸性
臭い	刺激臭	捕集方法	下方置換
毒性	有毒	使用できない乾燥剤	塩基性乾燥剤

反応性	① 水に溶け、一部が水と反応して亜硫酸となり、その水溶液は弱酸性を示す。
	② 還元剤として作用する。 [例1] 過酸化水素水と反応して、硫酸を生成する。 [例2] オゾンと反応して、硫酸を生成する。
	③ 酸化剤として作用することもある。 [例] 硫化水素と反応して、硫黄の単体を遊離する(白濁)。



### 硫黄の酸化物(SO<sub>2</sub>)の諸性質

状態	気体
色	無色
臭い	刺激臭
毒性	有毒

水への溶解性	よく溶ける
水溶液の液性	弱酸性
捕集方法	下方置換
使用できない乾燥剤	塩基性乾燥剤

## 硫黄の酸化物(SO<sub>2</sub>)の諸性質

状態	気体	水への溶解性	よく溶ける
色	無色	水溶液の液性	弱酸性
臭い	刺激臭	捕集方法	下方置換
毒性	有毒	使用できない乾燥剤	塩基性乾燥剤

**特徴的な性質があれば、  
それを記憶する。例えば・・・**

整理例⑤		硫化水素の製法と諸性質	
硫化水素の製法			
実験室的製法	①	硫化鉄(Ⅱ)に希塩酸を加える。	
	②	硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加える。	
硫化水素の諸性質			
状態	気体	水溶性	水に少し溶ける
色	無色	水溶液の液性	弱酸性
臭い	悪臭(腐卵臭)	捕集方法	下方置換
毒性	有毒	使用できない乾燥剤	塩基性乾燥剤 濃硫酸
反応性			
① 水に溶け、水溶液は弱酸性を示す。			
② 還元性をもつ。 [例1] 二酸化硫黄と反応して、硫黄の単体を遊離する(白濁)。			
[例2] ヨウ素と反応して、硫黄の単体を遊離する。			
③ 多くの金属イオンとの間で、硫化物沈殿を形成する。 [例] 酢酸鉛水溶液に通じると、硫化鉛の黒色沈殿を生じる。			

**H<sub>2</sub>Sの場合には・・・**

硫化水素の諸性質			
状態	気体	水溶性	水に少し溶ける
色	無色	水溶液の液性	弱酸性
臭い	悪臭(腐卵臭)	捕集方法	下方置換
毒性	有毒	使用できない乾燥剤	塩基性乾燥剤 濃硫酸

**他の気体の大半は、「無臭」か「刺激臭」。**

# H<sub>2</sub>Sの場合には・・・

硫化水素の諸性質			
状態	気体	水溶性	水に少し溶ける
色	無色	水溶液の液性	弱酸性
臭い	悪臭(腐卵臭)	捕集方法	下方置換
毒性	有毒	使用できない乾燥剤	塩基性乾燥剤 濃硫酸

~~他の気体の大半は、「無臭」か「刺激臭」。~~  
酸性気体で、「濃硫酸が乾燥剤として使用できない」のは、硫化水素くらい！

## 硫黄の酸化物(SO<sub>2</sub>)の諸性質

状態	気体
色	無色
臭い	刺激臭
毒性	有毒

水への溶解性	よく溶ける
水溶液の液性	弱酸性
捕集方法	下方置換
使用できない乾燥剤	塩基性乾燥剤

**特徴的な性質が目前になれば、  
何かさがそう！例えば・・・**

二酸化硫黄 $\text{SO}_2$ は、  
還元剤として作用し、  
還元性を利用した漂白に用いられる。

— 漂白作用をもつ気体 —

塩素 $\text{Cl}_2$

酸化剤としての働き  
(酸化漂白)

二酸化硫黄 $\text{SO}_2$

還元剤としての働き  
(還元漂白)

## 硫黄の酸化物(SO<sub>2</sub>)の諸性質

状態	気体
色	無色
臭い	刺激臭
毒性	有毒

水への溶解性	よく溶ける
水溶液の液性	弱酸性
捕集方法	下方置換
使用できない乾燥剤	塩基性乾燥剤

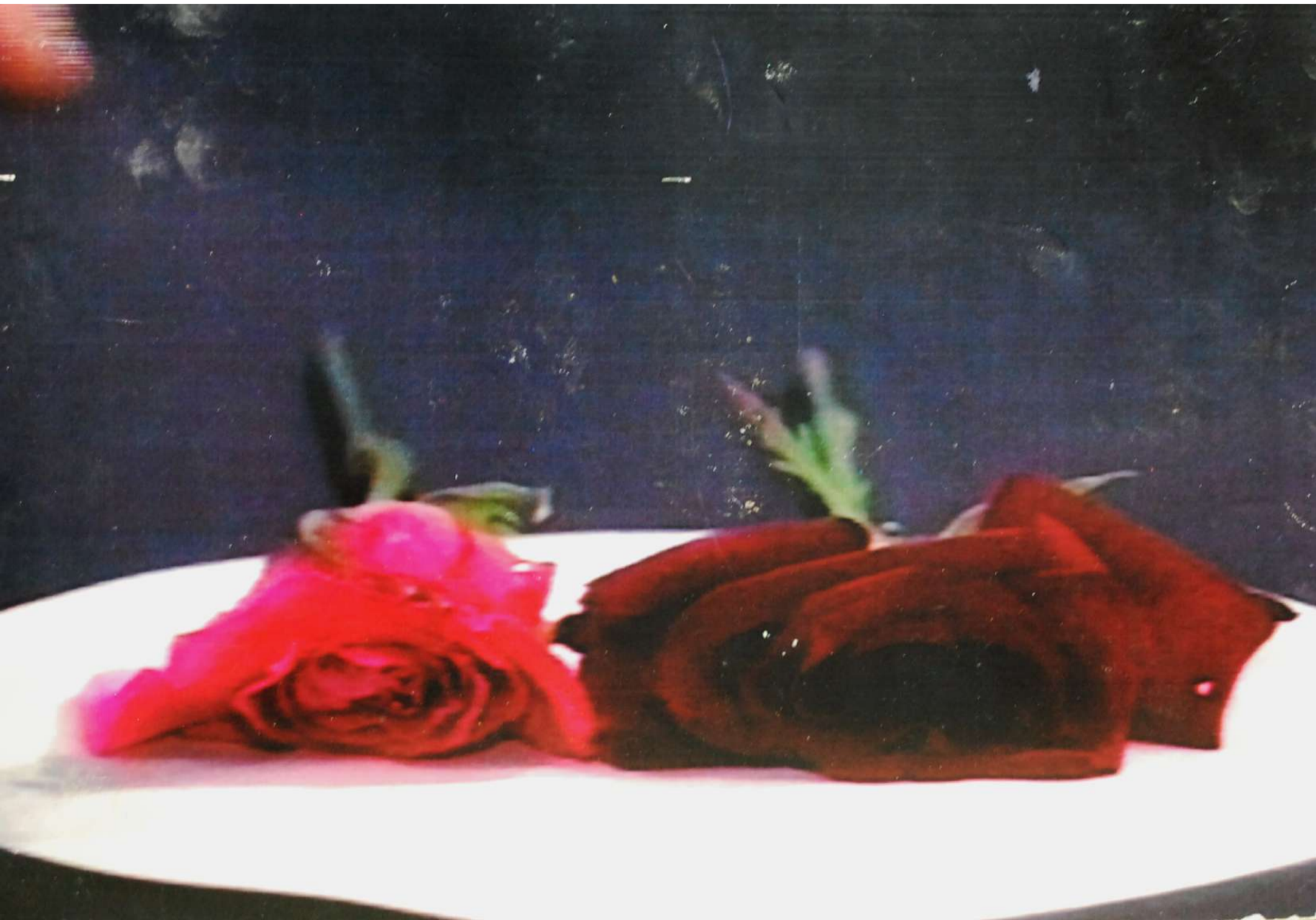
**漂白作用をもつ(還元漂白)**

加筆

**記入**







**記入**

**重要**

**反応性**

① 水に溶け、一部が水と反応して亜硫酸となり、その水溶液は弱酸性を示す。



② 還元剤として作用する。

[例1] 過酸化水素水と反応して、硫酸を生成する。



[例2] オゾンと反応して、硫酸を生成する。



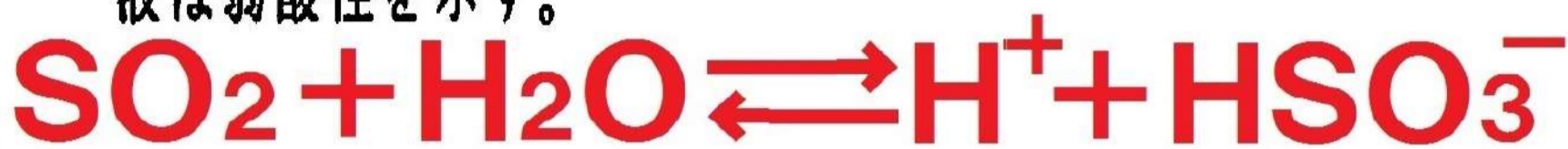
③ 酸化剤として作用することもある。

[例] 硫化水素と反応して、硫黄の単体を遊離する。



反応性

- ① 水に溶け、一部が水と反応して亜硫酸となり、その水溶液は弱酸性を示す。



- ② 還元剤として作用する。

[例1] 過酸化水素水と反応して、硫酸を生成する。



[例2] オゾンと反応して、硫酸を生成する。



- ③ 酸化剤として作用することもある。

このあたりを自分なりにどう消化する？



SO<sub>2</sub>は硫酸合成  
の原料となる。

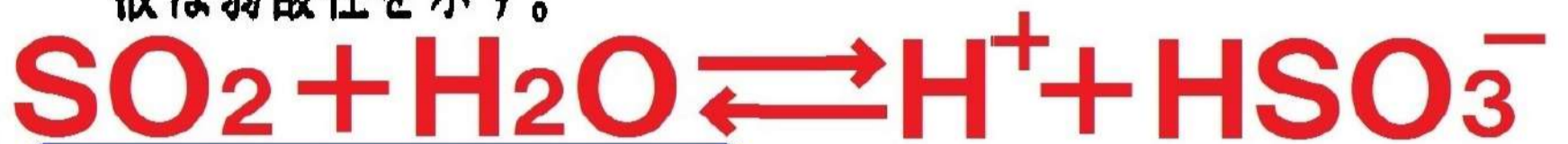


過酸化水素水  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O  
酸化剤と水

オゾン 水  
O<sub>3</sub> H<sub>2</sub>O  
酸化剤と水



- ① 水に溶け、一部が水と反応して亜硫酸となり、その水溶液は弱酸性を示す。



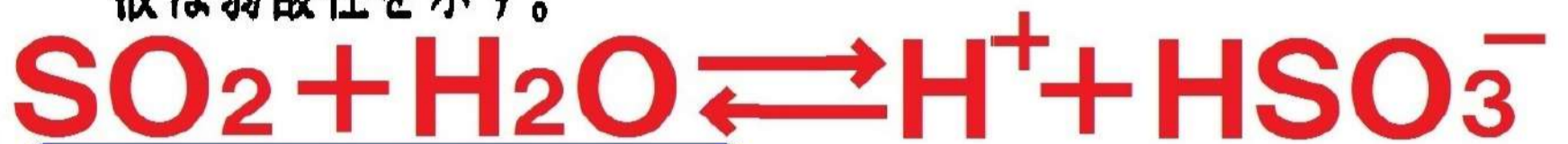
- ② 還元剤として作用する。

[例1] 過酸化水素水と反応して、硫酸を生成する。

どのようにして確認する？

反応性

- ① 水に溶け、一部が水と反応して亜硫酸となり、その水溶液は弱酸性を示す。



- ② 還元剤として作用する。

[例1] 過酸化水素水と反応して、硫酸を生成する。

どのようにして確認する？

例えば、 $\text{MnO}_4^-$  と  $\text{I}_2$  とかとかと反応させてみればいいよね？

反応性



反応性

- ① 水に溶け、一部が水と反応して亜硫酸となり、その水溶液は弱酸性を示す。



- ② 還元剤として作用する。

[例1] 過酸化水素水と反応して、硫酸を生成する。



[例2] オゾンと反応して、硫酸を生成する。

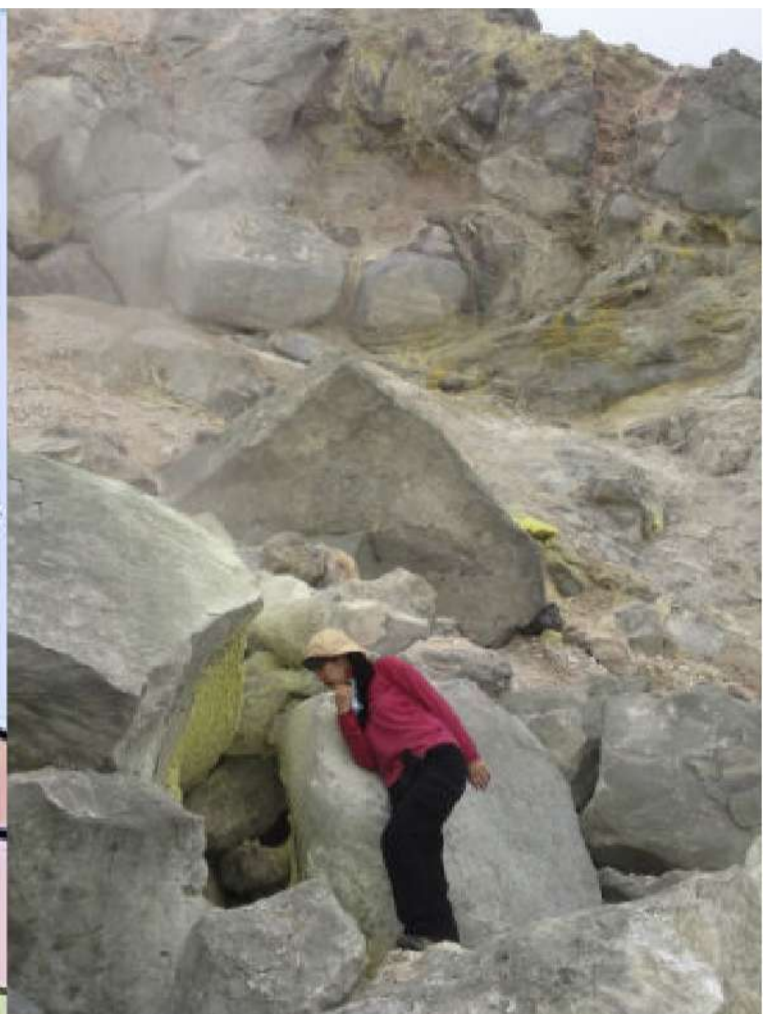
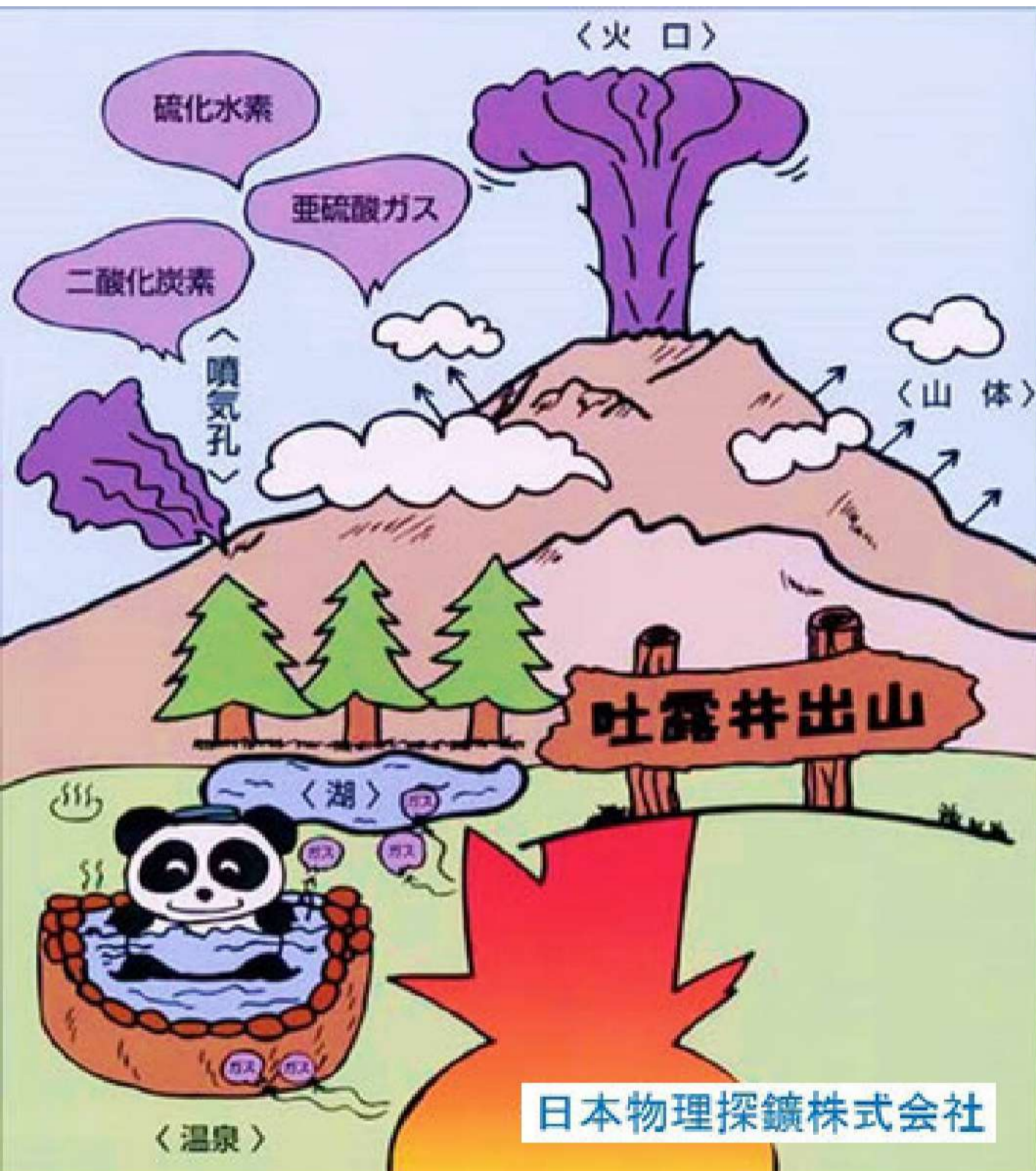


- ③ 酸化剤として作用する。

[例] 硫化水素と反応して、硫黄の単体を遊離する。





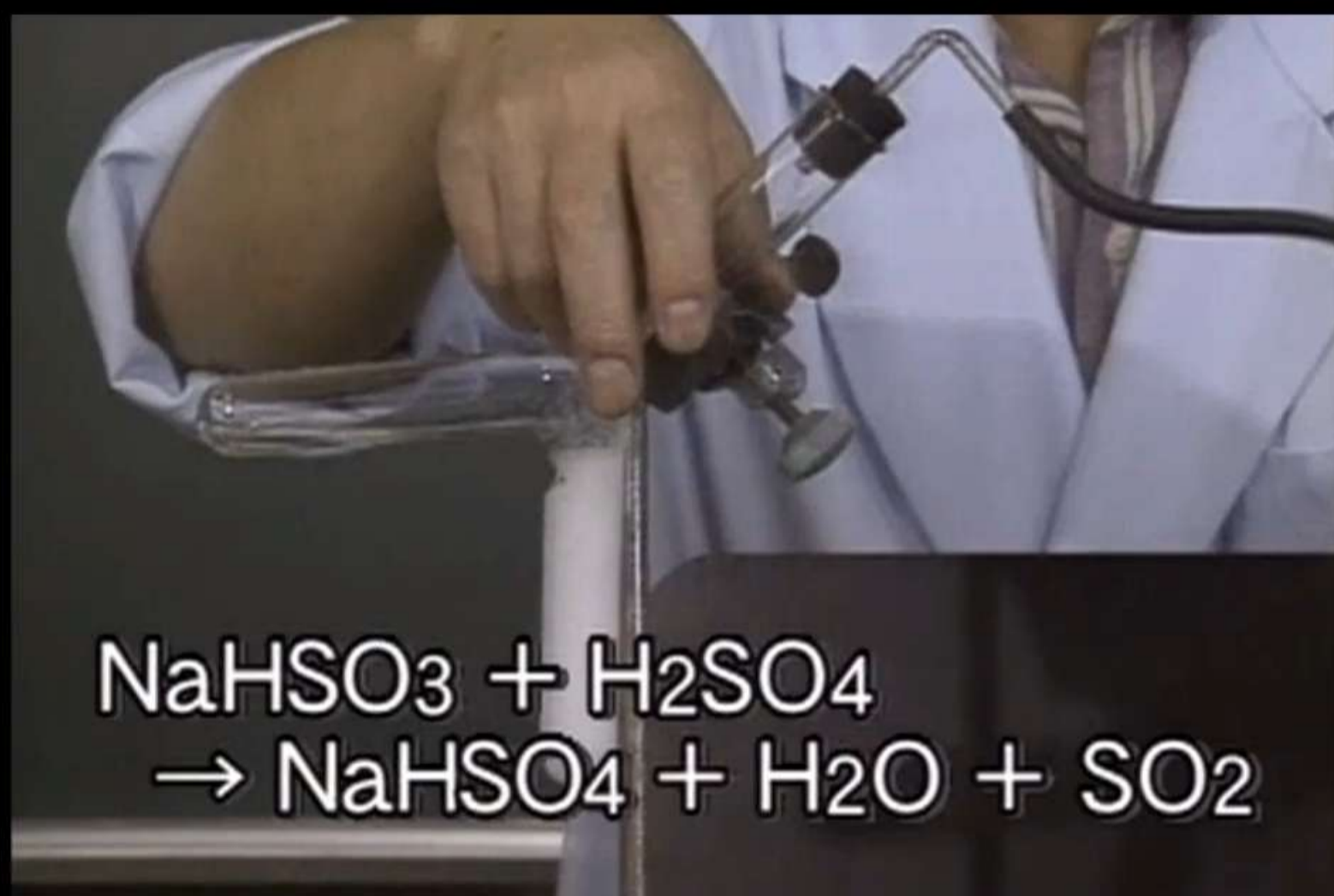


**火山ガス注意報**

現在火口周辺は大変強いガス(SO<sub>2</sub>・二酸化硫黄)が流れていますので、ぜん息、気管支疾患、心臓疾患の方は、火口見学を禁止します。

**Volcanic gas warning**

Because a very strong gas (SO<sub>2</sub>: sulfur dioxide) flows around present of the crater, asthma, the bronchial disease, and a heart failure prohibit the visit in the crater.





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	—	○					

では、 $H_2SO_4$  について、  
まず、製法を。

整理例①

硫酸の製法と諸性質

硫酸の製法

工業的製法	『接触法』
	① 約 450℃で、酸化バナジウム(V)触媒を用い、二酸化硫黄を空気(酸素)と反応させる。
	② 生成した三酸化硫黄を濃硫酸に吸収させ、発煙硫酸とする。
	③ 発煙硫酸を希硫酸で薄め、濃硫酸とする。

硫酸の諸性質

反応性	① 濃硫酸は吸湿性に優れている。
	② 濃硫酸は脱水作用を示す。 [例] 濃硫酸を加えると、グルコースは炭化する。
	③ 濃硫酸の希釈熱は大きい。
	④ 硫酸は不揮発性の酸である。 [例] 塩化ナトリウムと濃硫酸の混合物を加熱すると、塩化水素が発生する(→ $HNO_3$ の製法も同様の反応)。
	⑤ 熱濃硫酸は強い酸化作用を示す。 [例] 銅は熱濃硫酸に、二酸化硫黄を発生して溶解する。
	⑥ 希硫酸は強い酸性を示す [例1] 亜鉛は希硫酸に、水素を発生して溶解する。 [例2] 炭酸ナトリウムに希硫酸を加えると、二酸化炭素が発生する。
	⑦ 硫酸イオンは $Ca^{2+}$ , $Ba^{2+}$ , $Pb^{2+}$ と沈殿を形成する。

記入

解釈が難

### 硫黄のオキソ酸( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )の製法

『接触法』

- ① 約  $450^\circ\text{C}$  で、酸化バナジウム(V)触媒を用い、二酸化硫黄を空気(酸素)と反応させる。



- ② 生成した三酸化硫黄を濃硫酸に吸収させ、発煙硫酸とする。
- ③ 発煙硫酸を希硫酸で薄め、濃硫酸とする。



工業的製法

皆さんはどう解釈しますか？

### 硫酸のオキシ酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)の製法

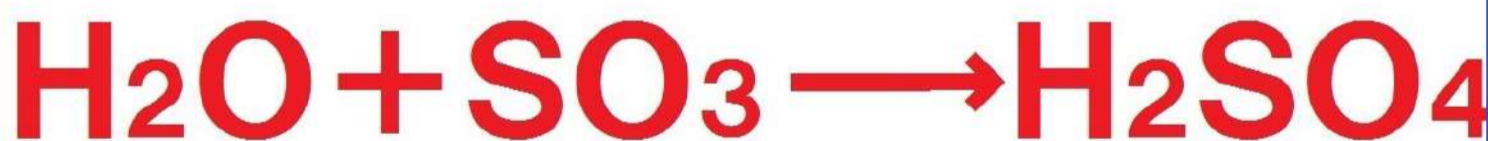
#### 工業的製法

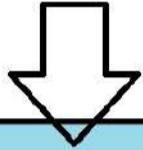
『接触法』

- ① 約450℃で、酸化バナジウム(V)触媒を用い、二酸化硫黄を空気(酸素)と反応させる。

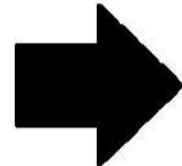


- ② 生成した三酸化硫黄を濃硫酸に吸収させ、発煙硫酸とする。
- ③ 発煙硫酸を希硫酸で薄め、濃硫酸とする。



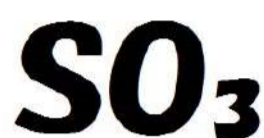


**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**  
**濃硫酸**

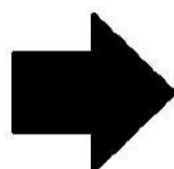


**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + SO<sub>3</sub>**  
**発煙硫酸**

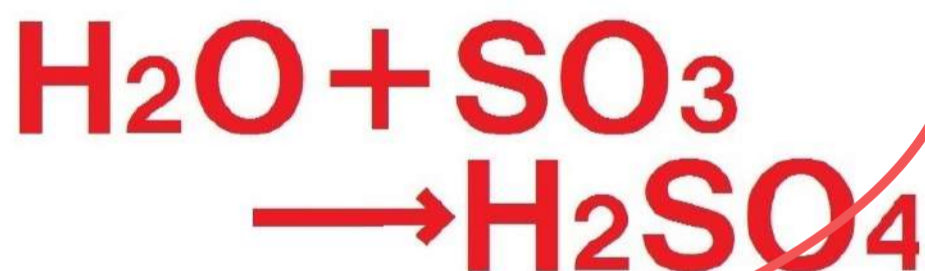
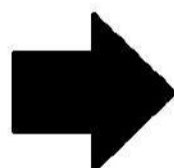
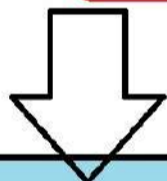
② 生成した三酸化硫黄を濃硫酸に吸収させ、  
発煙硫酸とする。



② 生成した三酸化硫黄を濃硫酸に吸収させ、  
発煙硫酸とする。



③ 発煙硫酸を希硫酸で薄め、  
濃硫酸とする。





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	—	○					

では、 $H_2SO_4$  について。

次は、性質を。

整理例①

硫酸の製法と諸性質

硫酸の製法

工業的製法	『接触法』
	① 約450℃で、酸化バナジウム(V)触媒を用い、二酸化硫黄を空気(酸素)と反応させる。
	② 生成した三酸化硫黄を濃硫酸に吸収させ、発煙硫酸とする。
	③ 発煙硫酸を希硫酸で薄め、濃硫酸とする。

硫酸の諸性質

反応性	① 濃硫酸は吸湿性に優れている。
	② 濃硫酸は脱水作用を示す。 [例] 濃硫酸を加えると、グルコースは炭化する。
	③ 濃硫酸の希釈熱は大きい。
	④ 硫酸は不揮発性の酸である。 [例] 塩化ナトリウムと濃硫酸の混合物を加熱すると、塩化水素が発生する(→ $HNO_3$ の製法も同様の反応)。
	⑤ 熱濃硫酸は強い酸化作用を示す。 [例] 銅は熱濃硫酸に、二酸化硫黄を発生して溶解する。
	⑥ 希硫酸は強い酸性を示す [例1] 亜鉛は希硫酸に、水素を発生して溶解する。 [例2] 炭酸ナトリウムに希硫酸を加えると、二酸化炭素が発生する。
	⑦ 硫酸イオンは $Ca^{2+}$ , $Ba^{2+}$ , $Pb^{2+}$ と沈殿を形成する。



# 硫酸には実に様々な働きがあります！

グルコースを炭化する。

強い脱水作用をもつ！

濃硫酸の希釈には注意が必要。

溶解熱が大きい！

乾燥剤として利用される。

吸湿性が強い！

揮発しにくい。

沸点が高い！

水の約 1.8 倍も重い。

密度が大きい！

硫酸バリウムは難溶性塩！

陽イオンの定性に用いられる。

イオン化傾向の小さい金属(Cu, Agなど)をも溶かす。  
これは、実験室での**二酸化硫黄の発生**に利用できる。

強い酸化力(熱濃硫酸)をもつ！

揮発性の酸の塩から揮発性の酸を遊離させる。これは、実験室での**塩化水素の発生**などに利用できる。

不揮発性の酸(濃硫酸)である！

水素よりイオン化傾向の大きい金属(Mg, Al, Zn, Feなど)を溶かす。これは、実験室での**水素の発生**に利用できる。また、弱酸の塩から弱酸を遊離させる。これは、実験室での**二酸化炭素、二酸化硫黄、硫化水素の発生**などに利用できる。

強酸(希硫酸)である！



# 硫酸には実に様々な働きがあります！

グルコースを炭化する。

強い脱水作用をもつ！

濃硫酸の希釈には注意が必要。

溶解熱が大きい！

乾燥剤として利用される。

吸湿性が強い！

揮発しにくい。

沸点が高い！

水の約 1.8 倍も重い。

密度が大きい！

イオン化傾向の小さい金属(Cu, Agなど)をも溶かす。これは、実験室での**二酸化硫黄の発生**に利用できる。

強い酸化力(熱濃硫酸)をもつ！

揮発性の酸の塩から揮発性の酸を遊離させる。これは、実験室での**塩化水素の発生**などに利用できる。

不揮発性の酸(濃硫酸)である！

水素よりイオン化傾向の大きい金属(Mg, Al, Zn, Feなど)を溶かす。これは、実験室での**水素の発生**に利用できる。また、弱酸の塩から弱酸を遊離させる。これは、実験室での**二酸化炭素, 二酸化硫黄, 硫化水素の発生**などに利用できる。

強酸(希硫酸)である！



## 硫酸の諸性質

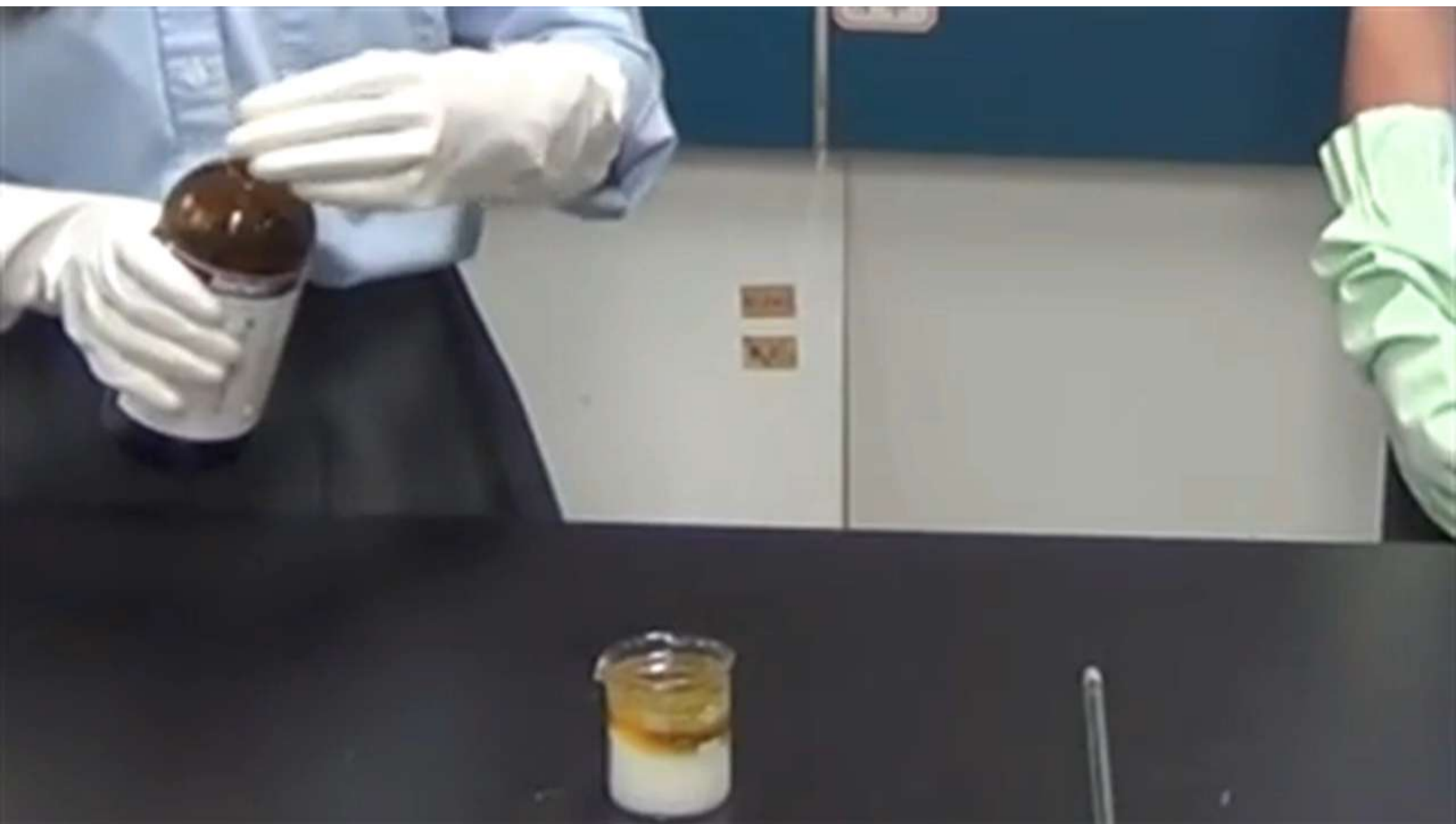
① 濃硫酸は吸湿性に優れている。

② 濃硫酸は脱水作用を示す。

[例] 濃硫酸を加えると、グルコースは炭化する。



③ 濃硫酸の希釈熱は大きい。



# 硫酸には実に様々な働きがあります！

グルコースを炭化する。

強い脱水作用をもつ！

濃硫酸の希釈には注意が必要。

溶解熱が大きい！

乾燥剤として利用される。

吸湿性が強い！

揮発しにくい。

沸点が高い！

水の約 1.8 倍も重い。

密度が大きい！

硫酸バリウムは難溶性塩！

陽イオンの定性に用いられる。

イオン化傾向の小さい金属(Cu, Agなど)をも溶かす。  
これは、実験室での**二酸化硫黄の発生**に利用できる。

強い酸化力(熱濃硫酸)をもつ！

揮発性の酸の塩から揮発性の酸を遊離させる。これは、実験室での**塩化水素の発生**などに利用できる。

不揮発性の酸(濃硫酸)である！

水素よりイオン化傾向の大きい金属(Mg, Al, Zn, Feなど)を溶かす。これは、実験室での**水素の発生**に利用できる。また、弱酸の塩から弱酸を遊離させる。これは、実験室での**二酸化炭素、二酸化硫黄、硫化水素の発生**などに利用できる。

強酸(希硫酸)である！



# 硫酸には実に様々な働きがあります！

グルコースを炭化する。

強い脱水作用をもつ！

濃硫酸の希釈には注意が必要。

溶解熱が大きい！

乾燥剤として利用される。

吸湿性が強い！

揮発しにくい。

沸点が高い！

水の約 1.8 倍も重い。

密度が大きい！

硫酸バリウムは難溶性塩！

陽イオンの定性に用いられる。

イオン化傾向の小さい金属 (Cu, Ag など) をも溶かす。  
これは、実験室での**二酸化硫黄の発生**に利用できる。

強い酸化力(熱濃硫酸)をもつ！

揮発性の酸の塩から揮発性の酸を遊離させる。これは、実験室での**塩化水素の発生**などに利用できる。

不揮発性の酸(濃硫酸)である！

水素よりイオン化傾向の大きい金属 (Mg, Al, Zn, Fe など) を溶かす。これは、実験室での**水素の発生**に利用できる。また、弱酸の塩から弱酸を遊離させる。これは、実験室での**二酸化炭素、二酸化硫黄、硫化水素の発生**などに利用できる。

強酸(希硫酸)である！



⑦ 硫酸イオンは  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  と沈殿を形成する。



# 硫酸には実に様々な働きがあります！

グルコースを炭化する。

強い脱水作用をもつ！

濃硫酸の希釈には注意が必要。

溶解熱が大きい！

乾燥剤として利用される。

吸湿性が強い！

揮発しにくい。

沸点が高い！

水の約 1.8 倍も重い。

密度が大きい！

イオン化傾向の小さい金属(Cu, Agなど)をも溶かす。これは、実験室での**二酸化硫黄の発生**に利用できる。

強い酸化力(熱濃硫酸)をもつ！

揮発性の酸の塩から揮発性の酸を遊離させる。これは、実験室での**塩化水素の発生**などに利用できる。

不揮発性の酸(濃硫酸)である！

水素よりイオン化傾向の大きい金属(Mg, Al, Zn, Feなど)を溶かす。これは、実験室での**水素の発生**に利用できる。また、弱酸の塩から弱酸を遊離させる。これは、実験室での**二酸化炭素, 二酸化硫黄, 硫化水素の発生**などに利用できる。

強酸(希硫酸)である！





記入

重要

硫酸のオキシ酸( $H_2SO_4$ )の諸性質

① 濃硫酸は吸湿性に優れている。

② 濃硫酸は脱水作用を示す。

③ 濃硫酸の希釈熱は大きい。

④ 硫酸は不揮発性の酸である。

[例] 塩化ナトリウムと濃硫酸の混合物を加熱すると、塩化水素が発生する ( $\rightarrow HNO_3$ の製法も同様の反応)。

揮発性の酸の塩

不揮発性の酸



不揮発性の酸の塩

揮発性の酸

# 硫酸には実に様々な働きがあります！

グルコースを炭化する。

強い脱水作用をもつ！

濃硫酸の希釈には注意が必要。

溶解熱が大きい！

乾燥剤として利用される。

吸湿性が強い！

揮発しにくい。

沸点が高い！

水の約 1.8 倍も重い。

密度が大きい！

イオン化傾向の小さい金属(Cu, Agなど)をも溶かす。  
これは、実験室での**二酸化硫黄の発生**に利用できる。

強い酸化力(熱濃硫酸)をもつ！

揮発性の酸の塩から揮発性の酸を遊離させる。これは、実験室での**塩化水素の発生**などに利用できる。

不揮発性の酸(濃硫酸)である！

水素よりイオン化傾向の大きい金属(Mg, Al, Zn, Feなど)を溶かす。これは、実験室での**水素の発生**に利用できる。また、弱酸の塩から弱酸を遊離させる。これは、実験室での**二酸化炭素、二酸化硫黄、硫化水素の発生**などに利用できる。

強酸(希硫酸)である！



記入

重要

⑤ 熱濃硫酸は強い酸化作用を示す。  
[例] 銅は熱濃硫酸に、二酸化硫黄を発生して溶解する。

反応性



# 硫酸には実に様々な働きがあります！

グルコースを炭化する。

強い脱水作用をもつ！

濃硫酸の希釈には注意が必要。

溶解熱が大きい！

乾燥剤として利用される。

吸湿性が強い！

揮発しにくい。

沸点が高い！

水の約 1.8 倍も重い。

密度が大きい！

イオン化傾向の小さい金属(Cu, Agなど)をも溶かす。  
これは、実験室での**二酸化硫黄の発生**に利用できる。

強い酸化力(熱濃硫酸)をもつ！

揮発性の酸の塩から揮発性の酸を遊離させる。これは、実験室での**塩化水素の発生**などに利用できる。

不揮発性の酸(濃硫酸)である！

水素よりイオン化傾向の大きい金属(Mg, Al, Zn, Feなど)を溶かす。これは、実験室での**水素の発生**に利用できる。また、弱酸の塩から弱酸を遊離させる。これは、実験室での**二酸化炭素, 二酸化硫黄, 硫化水素の発生**などに利用できる。

強酸(希硫酸)である！



⑥ 希硫酸は強い酸性を示す

[例1] 亜鉛は希硫酸に、水素を発生して溶解する。



[例2] 炭酸ナトリウムに希硫酸を加えると、二酸化炭素が発生する。



反応性

# 硫酸には実に様々な働きがあります！

グルコースを炭化する。

強い脱水作用をもつ！

濃硫酸の希釈には注意が必要。

溶解熱が大きい！

乾燥剤として利用される。

吸湿性が強い！

揮発しにくい。

沸点が高い！

水の約 1.8 倍も重い。

密度が大きい！

イオン化傾向の小さい金属(Cu, Agなど)をも溶かす。これは、実験室での**二酸化硫黄の発生**に利用できる。

強い酸化力(熱濃硫酸)をもつ！

揮発性の酸の塩から揮発性の酸を遊離させる。これは、実験室での**塩化水素の発生**などに利用できる。

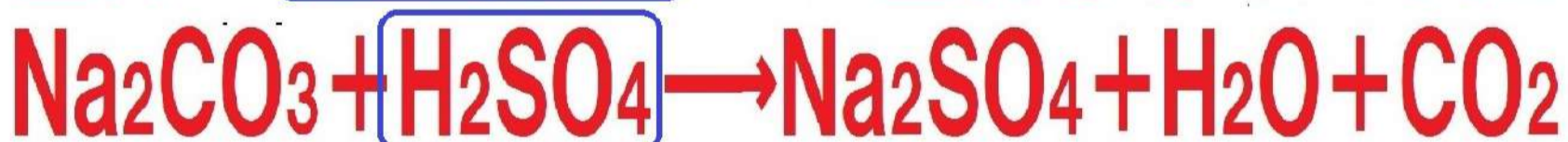
不揮発性の酸(濃硫酸)である！

水素よりイオン化傾向の大きい金属(Mg, Al, Zn, Feなど)を溶かす。これは、実験室での**水素の発生**に利用できる。また、弱酸の塩から弱酸を遊離させる。これは、実験室での**二酸化炭素、二酸化硫黄、硫化水素の発生**などに利用できる。

強酸(希硫酸)である！



皆さんなら、これらの反応における硫酸の働きを、どのようにして見分けますか？



方法の一つは、相手を見ることです！



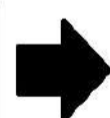
として働く。



として働く。



として働く。



として働く。





相手がHよりイオン化傾向の大きい金属 → **強酸** として働く。



→ として働く。



→ として働く。



→ として働く。



相手がHよりイオン化傾向の大きい金属 → **強酸** として働く。



相手がHよりイオン化傾向の小さい金属 → **酸化剤** として働く。



→ として働く。



→ として働く。



相手がHよりイオン化傾向の大きい金属 → **強酸** として働く。



相手がHよりイオン化傾向の小さい金属 → **酸化剤** として働く。



相手が弱酸の塩 → **強酸** として働く。



→ として働く。



相手がHよりイオン化傾向の大きい金属 → **強酸** として働く。



相手がHよりイオン化傾向の小さい金属 → **酸化剤** として働く。



相手が弱酸の塩 → **強酸** として働く。

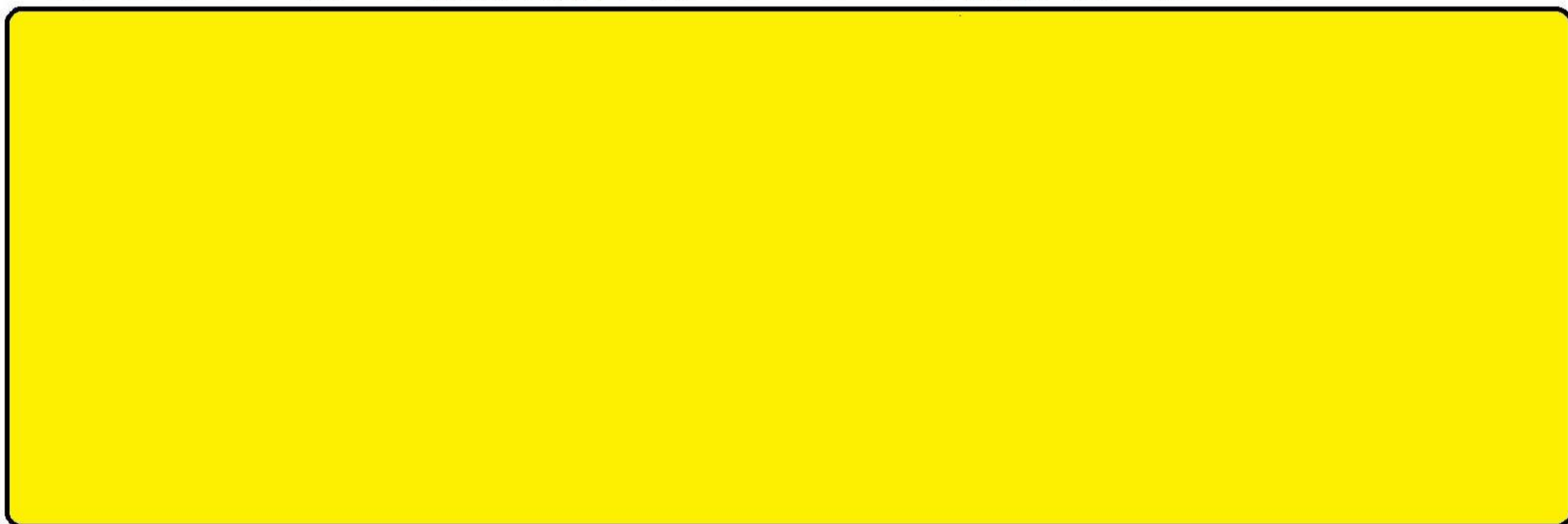


相手が強酸の塩 → **不揮発性の酸** として働く。

ここでちょっと質問('◇')ゞ



このとき、硫酸の働きは「強酸」でしたよね。でもね、Znって、酸化されてるよ！それでも「強酸」としての働きなの？



ここでちょっと質問(´◇`)



このとき、硫酸の働きは「強酸」でしたよね。でもね、Znって、酸化されてるよ！それでも「強酸」としての働きなの？

ここで起こっている酸化還元反応は、Znと $\text{H}^+$ の間での酸化還元反応です。



硫酸は酸として $\text{H}^+$ を放出しただけ。

では、最後に、硫化水素について  
軽く確認しておきましょう。

整理例⑤		硫化水素の製法と諸性質	
<b>硫化水素の製法</b>			
実験室的製法	① 硫化鉄(Ⅱ)に希塩酸を加える。 [ ]		
	② 硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加える。 [ ]		
<b>硫化水素の諸性質</b>			
状態	気体	水溶性	水に少し溶ける
色	無色	水溶液の液性	弱酸性
臭い	悪臭(腐卵臭)	捕集方法	下方置換
毒性	有毒	使用できない乾燥剤	塩基性乾燥剤 濃硫酸
反応性	① 水に溶け、水溶液は弱酸性を示す。 [ ]		
	② 還元性をもつ。 [例1] 二酸化硫黄と反応して、硫黄の単体を遊離する(白濁)。 [ ] [例2] ヨウ素と反応して、硫黄の単体を遊離する。 [ ]		
	③ 多くの金属イオンとの間で、硫化物沈殿を形成する。 [例] 酢酸鉛水溶液に通じると、硫化鉛の黒色沈殿を生じる。 [ ]		

# H<sub>2</sub>Sの製法については、

## 硫化水素の製法

### 実験室的製法

- ① 硫化鉄(Ⅱ)に希塩酸を加える。



- ② 硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加える。





# H<sub>2</sub>Sの性質については、

反応性

① 水に溶け、水溶液は弱酸性を示す。



② 還元性をもつ。

[例 1] 二酸化硫黄と反応して、硫黄の単体を遊離する (白濁)。



[例 2] ヨウ素と反応して、硫黄の単体を遊離する。



③ 多くの金属イオンとの間で、硫化物沈殿を形成する。

[例] 酢酸鉛水溶液に通じると、硫化鉛の黒色沈殿を生じる。



硫化水素は湿った酢酸鉛紙を黒変させる。

ちなみに、硫黄と同族の酸素については最低どの程度には押さえておきたいと思うか。

整理例⑧		酸素の単体の製法と諸性質	
<b>酸素の製法</b>			
<b>工業的製法</b>	① 液体空気を分留する。 ② 水を電気分解する。		
<b>実験室的製法</b>	① 過酸化水素の水溶液に酸化マンガン(IV)を加える。 $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ ② 塩素酸カリウムと酸化マンガン(IV)との混合物を加熱する。 $2\text{KClO}_3 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$		
<b>オゾンの製法</b>			
<b>製法</b>	① 空気や酸素中で無声放電を行う。 $3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{O}_3$ ② 酸素に紫外線を照射する。 $3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{O}_3$		
<b>酸素の諸性質</b>			
<b>状態</b>	水に溶けにくい、無色・無臭の気体である。		
<b>反応性</b>	① 常温では、比較的安定である。 ② 高温では、活発に化学反応を起こす。		
<b>オゾンの諸性質</b>			
<b>状態</b>	特異臭をもつ、淡青色の気体である。 強い酸化力をもつ。		
<b>反応性</b>	$\text{O}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 湿ったヨウ化カリウムデンプン紙を青変する。 $2\text{KI} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_3 \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{KOH} + \text{O}_2$ または $3\text{KI} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_3 \rightarrow \text{KI}_3 + 2\text{KOH} + \text{O}_2$		

# 酸素やオゾンの製法は必須！ですね。

## 酸素の製法

<b>工業的製法</b>	① 液体空気を分留する。 ② 水を電気分解する。
<b>実験室的製法</b>	① 過酸化水素の水溶液に酸化マンガン(IV)を加える。 $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ ② 塩素酸カリウムと酸化マンガン(IV)との混合物を加熱する。 $2\text{KClO}_3 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$

## オゾンの製法

<b>製法</b>	① 空気や酸素中で無声放電を行う。 $3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{O}_3$ ② 酸素に紫外線を照射する。 $3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{O}_3$
-----------	---

オゾンの酸化力についても押さえておきたいですね。

### オゾンの諸性質

状態	特異臭をもつ，淡青色の気体である。
反応性	強い酸化力をもつ。 $\text{O}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 湿ったヨウ化カリウムデンプン紙を青変する。 $2\text{KI} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_3 \longrightarrow \text{I}_2 + 2\text{KOH} + \text{O}_2$ または $3\text{KI} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_3 \longrightarrow \text{KI}_3 + 2\text{KOH} + \text{O}_2$

## 硫黄の単体

次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

硫黄は原子番号 16 の元素で、単体として火山地帯で産出するほか、地中や原油中に化合物として存在する。

硫黄の単体には常温で安定な  硫黄、針状結晶の  硫黄および弾力性のある  硫黄の 3 種類の  があり、結晶の硫黄分子は  個の硫黄原子が  状に結合した分子からなる。 硫黄と  硫黄は  に溶けるが、 硫黄は  に溶けにくい。

硫黄は、高温では化学的に活発で、多くの元素と結合して  となる。

問 1 空欄  ～  に適当な語句または数字を入れよ。

## 硫化水素の製法と性質

硫化水素に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

硫化水素は、空気より重い無色の気体で、臭に似た悪臭をもち、有毒である。実験室では、例えば、(a)硫化鉄(II)に希塩酸を作用させると得られる。

硫化水素は水に少し溶けて、(b)水溶液は弱い性を示す。硫化水素の硫黄原子の酸化数は $-2$ であり、極めて酸化されやすく、(c)強力な還元剤として働く。

硫化水素は金属イオンと反応して、その金属に特有な色をもつの沈殿を生じるので、金属イオンの分離や検出に用いられる。例えば、 $\text{Cd}^{2+}$ イオンを含む水溶液に硫化水素を吹き込むと、溶液のpHに関係なく、 $\text{CdS}$ の色沈殿を生じる。

問2 空欄～に適切な語句を入れよ。

問3 下線部(a)の反応を化学反応式で示せ。

問4 下線部(b)の二段階の反応をイオン反応式で示せ。

問5 下線部(c)について、ヨウ素との反応を化学反応式で示せ。

## 二酸化硫黄の製法と性質

二酸化硫黄に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

硫黄を空气中で燃やすと二酸化硫黄が発生する。工業的に二酸化硫黄を得るには、硫黄または黄鉄鉱を燃焼させる。実験室では、(d)銅に濃硫酸を作用させたり、(e)亜硫酸水素ナトリウムに希硫酸を作用させたりすると得られる。

二酸化硫黄は刺激臭のある無色の有毒な気体で、 力をもつため  作用を示す。また、硫黄の酸化物は水に溶けて酸性を示すため、酸性雨の原因物質として大きな環境問題を引き起こしている。

問6 空欄  ,  に適当な語句を入れよ。

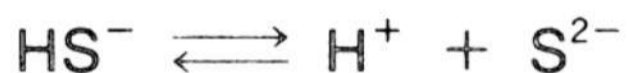
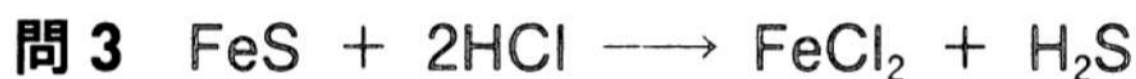
問7 下線部(d), (e)の反応を化学反応式で示せ。

問8 火山地帯では硫化水素と二酸化硫黄が反応して硫黄を生じることがある。この反応の化学反応式を記せ。

## 硫黄の単体、硫化物、酸化物に関する問題の解答

問 1  あ 斜方  い 単斜  う ゴム状  
 え 同素体  お 8  か 環  
 き 二硫化炭素  く 硫化物

問 2  ア 腐卵  イ 酸  ウ 硫化物  エ 黄



問 6  A 還元

B 漂白





# 硫酸の工業的製法

次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

酸性雨をもたらす主原因の一つに、化石燃料の燃焼によって大気中に放出される硫黄の酸化物がある。おもな硫黄酸化物には、との2種類がある。硫黄の燃焼過程で主として生成する(a) がさらに酸化されてを生じる。非常に吸湿性が高い化合物であるは(b) 空気中の水分と反応して、硫黄のオキソ酸の一つである硫酸を生じる。

硫酸は、工業的には、を触媒としてを酸化することにより得られるを、濃硫酸に吸収させて硫酸とし、これを希硫酸と混合してつくる。この方法を法という。

問1 ～に適切な語句を入れよ。ただし、については化学式でもよい。

問2 下線部(a)について、その反応を化学反応式で示せ。

問3 下線部(b)について、その反応を化学反応式で示せ。

# 硫酸の性質

硫酸の性質に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

濃硫酸を空气中に放置すると次第にその濃度が低下するのは  性が強いからである。

濃硫酸を水で薄め希硫酸をつくる時、 をかき混ぜながら  を少しずつ加えなければならない。(c)  に  を加えることは、非常に危険であり、絶対にやってはいけない。

(d)  硫酸は強い  作用を示し、銅、水銀、炭素などを  することができる。

硫酸が塩酸に比べ刺激臭が少ないのは  性だからである。

問4  ~  に適当な語句を入れよ。

問5 下線部(c)について、その理由を30字以内で述べよ。

問6 下線部(d)について、炭素との反応を化学反応式で示せ。

問7 硫酸の  性ともっとも関係の深い記述を次の①~④から選んで、その化学反応式を示せ。

- ① 銅に作用させると二酸化硫黄が発生する。
- ② グルコースや紙片に滴下するとそれらが炭化して黒変する。
- ③ 亜鉛と反応して水素が発生する。
- ④ 塩化ナトリウムに作用させると塩化水素が発生する。

## 硫酸の用途

次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

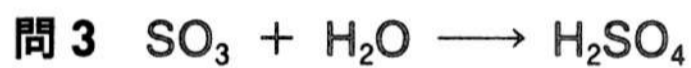
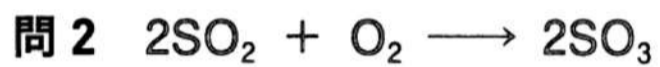
リン鉱石の主成分はリン酸カルシウムである。リン酸塩は植物の成長にとって必要不可欠であるが、リン酸カルシウムは水に溶けにくい。しかし、(e)リン酸カルシウムに硫酸を作用させると、水溶性のリン化合物と硫酸カルシウムとが生成する。この混合物は  と呼ばれ、リン肥料として用いられる。

問 8  に適当な語句を入れよ。

問 9 下線部(e)について、その反応を化学反応式で示せ。

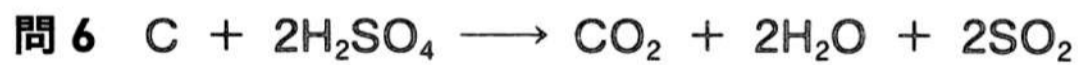
## 硫酸に関する問題の解答

- 問 1  ア 二酸化硫黄  
 イ 三酸化硫黄  
 ウ 酸化バナジウム(V) または  $V_2O_5$   
 エ 発煙  
 オ 接触

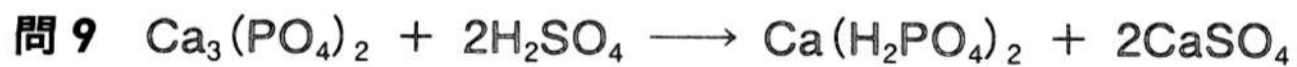


- 問 4  カ 吸湿  
 キ 水  
 ク 濃硫酸  
 ケ 熱濃  
 コ 酸化  
 サ 不揮発

問 5 大きな溶解熱のために水が沸騰して、硫酸が周囲に飛び散るから。  
(30 字)



問 8 過リン酸石灰



## 酸素の単体

単体の酸素に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

単体の酸素は、実験室では  や  の分解によって得られる。この場合  として酸化マンガン(IV)が用いられる。このほか、単体の酸素は水を  しても得られる。

酸素の  体にオゾンがある。オゾンは、酸素または空気中で  を行うと発生する。オゾンは  作用が強く、ヨウ化カリウム水溶液に通じるとヨウ素を遊離する。したがって、オゾンはヨウ化カリウム  紙で検出でき、 色を呈する。成層圏のオゾン層は、地球外部から注がれる太陽光線のうち人体に有害なものを吸収するフィルターの役目をしている。

問1  ~  に適する語句を入れよ。

問2 下線部分を表す化学反応式を記せ。

## 酸化物

酸化物に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

酸素は非金属と反応して  酸化物をつくる。これらは  結合によって分子性の物質となるものが多く、一般に、水に溶かすと  性を示す。酸素は金属の原子とも結合して  結晶をつくる。これらは、水と反応して  物となり、 性を示すものが多い。

問3  ~  に適する語句を入れよ。

まとめ **酸化物**

	非金属元素の酸化物	金属元素の酸化物
呼称	非金属の酸化物など、塩基と反応する酸化物は、酸性酸化物と呼ばれる。	金属の酸化物など、酸と反応する酸化物は、塩基性酸化物と呼ばれる。  両性元素の酸化物など、酸とも塩基とも反応する酸化物は、両性酸化物と呼ばれる。
水との反応	水と反応するとオキソ酸となる。 例 $P_4O_{10} + 6H_2O \longrightarrow 4H_3PO_4$	水と反応すると水酸化物となる。 例 $Na_2O + H_2O \longrightarrow 2NaOH$
結合	その多くは、共有結合による分子性の化合物で、一般に、融点や沸点が低い。	イオン結晶で、一般に、融点が高い。

## 酸素に関する問題の解答

問 1  ア ,  イ 過酸化水素, 塩素酸カリウム (順不同)

ウ 触媒

エ 電気分解

オ 同素

カ 無声放電

キ 酸化

ク デンプン

ケ 青紫

問 2  $2\text{KI} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_3 \longrightarrow 2\text{KOH} + \text{O}_2 + \text{I}_2$

問 3  コ 酸性

サ 共有

シ 酸

ス イオン

セ 水酸化

ソ 塩基



**お疲れ様でした。**

