

無機化学

目次

第Ⅰ部 非金属元素	2	6.3 一酸化二窒素（笑気ガス）	10
1 水素	2	6.4 一酸化窒素	10
1.1 性質	2	6.5 二酸化窒素	11
1.2 同位体	2	6.6 硝酸	11
1.3 製法	2	7 リン	12
1.4 反応	2	7.1 リン	12
2 貴ガス	2	7.2 十酸化四リン	12
2.1 性質	2	7.3 リン酸	12
2.2 生成	2	8 炭素	13
2.3 ヘリウム	2	8.1 炭素	13
2.4 ネオン	2	8.2 一酸化炭素	13
2.5 アルゴン	2	8.3 二酸化炭素	13
3 ハロゲン	3	9 ケイ素	13
3.1 単体	3	9.1 二酸化ケイ素	13
3.2 ハロゲン化水素	4	第Ⅱ部 典型金属	14
3.3 ハロゲン化銀	5	10 アルカリ金属	14
3.4 次亜塩素酸塩	5	10.1 単体	14
3.5 水素酸カリウム	5	10.2 水酸化ナトリウム（苛性ソーダ）	14
4 酸素	6	10.3 炭酸ナトリウム・炭酸水素ナトリウム	15
4.1 酸素原子	6	11 2 族元素	16
4.2 酸素	6	11.1 単体	16
4.3 オゾン	6	第Ⅲ部 APPENDIX	18
4.4 酸化物	7	12 気体の乾燥剤	18
4.5 水	7		
5 硫黄	8		
5.1 硫黄	8		
5.2 硫化水素	8		
5.3 二酸化硫黄（亜硫酸ガス）	8		
5.4 硫酸	9		
5.5 チオ硫酸ナトリウム（ハイポ）	9		
5.6 重金属の硫化物	10		
6 窒素	10		
6.1 窒素	10		
6.2 アンモニア	10		

第 I 部

非金属元素

1 水素

1.1 性質

- ① 色 ② 臭の ③ _____
- 最も ④ _____
- 水に溶け ⑤ _____

1.2 同位体

^1H 99% 以上 ^2H (⑥) 0.015% ^3H (⑦) 微量

1.3 製法

- ナフサの電気分解 [工業的製法](#)
- 赤熱した ⑧ _____ に ⑨ _____ を吹き付ける
[工業的製法](#)
- ⑩ _____ (⑪ _____) の電気分解
- ⑫ _____ が ⑬ _____ 金属と希薄強酸
 $\text{例 Fe} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$
 $\text{例 Zn} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$
- 水酸化ナトリウムと水

1.4 反応

- 水素と酸素 (爆鳴気の燃焼)
- 加熱した酸化銅 (II) と水素

2 貴ガス

⑭ _____, ⑮ _____, ⑯ _____, ⑰ _____, Xe, Rn

2.1 性質

- ⑱ _____ 色 ⑲ _____ 臭
- 第 18 族元素であり、電子配置がオクテットを満たすため反応性が低い
- イオン化エネルギーが極めて大きい
- 電子親和力が ⑳ _____
- 電気陰性度が ㉑ _____

2.2 生成

^{40}K の電子捕獲

2.3 ヘリウム

化学式: He 浮揚ガス

2.4 ネオン

化学式: Ne ネオンサイン

2.5 アルゴン

化学式: Ar N_2 , O_2 に次いで 3 番目に空気中での存在量が多い (約 1%)。

3 ハロゲン

3.1 単体

3.1.1 性質

化学式	F ₂	Cl ₂	Br ₂	I ₂
分子量	小			大
分子間力	弱			強
反応性	強			弱
沸点・融点	低			高
常温での状態	[22] _____	[23] _____	[24] _____	[25] _____
色	[26] _____ 色	[27] _____ 色	[28] _____ 色	[29] _____ 色
特徴	[30] _____ 臭	[31] _____ 臭	揮発性	[32] _____ 性
H ₂ との反応	[33] _____ でも爆発的に反応	[34] _____ でも [35] _____ で爆発的に反応	[36] _____ して [37] _____ により反応	高温で平衡状態 [38] _____ して [39] _____ により一部反応
水との反応	水を酸化して酸素と [40] _____ 反応	[41] _____	[42] _____	[43] _____ [44] _____
用途	保存が困難 Kr や Xe と反応	[45] _____ による [46] _____ 作用	C=C や C≡C の検出	[47] _____ 反応で [48] _____ 色

3.1.2 製法

- フッ化水素ナトリウム KHF₂ のフッ化水素 HF 溶液の電気分解 [工業的製法](#)

$$\text{KHF}_2 \longrightarrow \text{KF} + \text{HF}$$
- [49] _____ の電気分解 [塩素](#) [工業的製法](#)
- [50] _____ に [51] _____ を加えて加熱 [塩素](#)
- [52] _____ と [53] _____ [塩素](#)
- [54] _____ と [55] _____ [塩素](#)
- 臭化マグネシウムと塩素 [臭素](#)

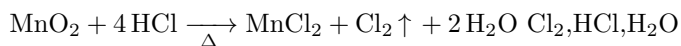
$$\text{MgBr}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{MgCl}_2 + \text{Br}_2$$
- ヨウ化カリウムと塩素 [ヨウ素](#)

$$2\text{KI} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{KCl} + \text{I}_2$$

3.1.3 反応

- フッ素と水素
- 塩素と水素
- 臭素と水素
- ヨウ素と水素
- フッ素と水
- 塩素と水
- 臭素と水
- ヨウ素の固体がヨウ化物イオン存在下で三ヨウ化物イオンを形成して溶解する反応

3.1.4 塩素発生実験の装置



↓ [56] _____ に通す (HCl の除去)

Cl₂, H₂O

↓ [57] _____ に通す (H₂O の除去)

Cl₂

3.1.5 塩素のオキソ酸

オキソ酸 … [58] _____

+ VII	[59] _____	[60] _____	
+ V	[61] _____	[62] _____	
+ III	[63] _____	[64] _____	
+ I	[65] _____	[66] _____	

3.2 ハロゲン化水素

3.2.1 性質

化学式	HF	HCl	HBr	HI
色・臭い	[67] _____ 色 [68] _____ 臭			
沸点	20°C	−85°C	−67°C	−35°C
水との反応	[69] _____			
水溶液 (強弱)	[70] _____ [74] _____	[71] _____ [75] _____	[72] _____ [76] _____	[73] _____ [77] _____
用途	[78] _____ と反応 ⇒ ポリエチレン瓶	[79] _____ の検出 各種工業	半導体加工	インジウムスズ 酸化物の加工

3.2.2 製法

- [80] _____ に [81] _____ を加えて加熱 ([82] _____) フッ化水素
- [83] _____ と [84] _____ 塩化水素 工業的製法
- [85] _____ に [86] _____ に加えて加熱 塩化水素 ([87] _____ 酸・[88] _____ 酸の追い出し)

3.2.3 反応

- 気体のフッ化水素がガラスを侵食する反応
- フッ化水素酸（水溶液）がガラスを侵食する反応
- [89] _____ による [90] _____ の検出

3.3 ハロゲン化銀

3.3.1 性質

化学式	AgF	AgCl	AgBr	AgI
固体の色	[91] 色	[92] 色	[93] 色	[94] 色
水との反応	[95] _____	[96] _____		
光との反応	[97] _____	感光性 (→ [98] _____)		

3.3.2 製法

- 酸化銀（I）にフッ化水素酸を加えて蒸発圧縮
- ハロゲン化水素イオンを含む水溶液と [99] _____

3.4 次亜塩素酸塩

3.4.1 性質

[100] _____ 剤として反応（[101] _____ ・ [102] _____ 作用）

3.4.2 製法

- 水酸化ナトリウム水溶液と塩素
- 水酸化カルシウムと塩素

3.5 水素酸カリウム

化学式： [103] _____

3.5.1 性質

[104] _____ の生成（[105] _____ を触媒に加熱）

4 酸素

4.1 酸素原子

同 106 体：酸素 (O_2), 107 (O_3)

地球の地殻に 108 存在

・地球の地殻における元素の存在率

$\frac{109}{115}$	>	$\frac{110}{116}$	>	$\frac{111}{117}$	>	$\frac{112}{118}$	>	$\frac{113}{119}$	>	$\frac{114}{120}$
46.6%		27.7%		8.13%		5.00%		3.63%		2.83%
おっ		し		やる		て		か		な

4.2 酸素

化学式： O_2

4.2.1 性質

- 121 色 122 臭の 123
- 沸点 -183°C

4.2.2 製法

- 124 _____ 工業的製法
- 125 _____ (126 _____) の
127 _____
- 128 _____ (129 _____) の分解
- 130 _____ の熱分解

4.2.3 反応

[131] 剤としての反応

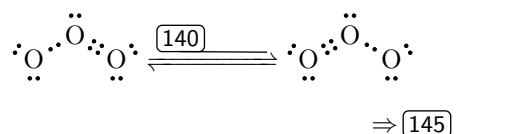
4.3 オゾン

化学式：132

4.3.1 性質

- [133] _____ 臭（ [134] _____ 臭）を持つ [135] _____ 色の [136] _____ （常温）
- 水に [137] _____
- [138] _____ ・ [139] _____ 作用

・オゾンにおける酸素原子の運動



4.3.2 製法

酸素中で 146 / 強い 147 を当てる

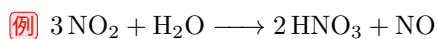
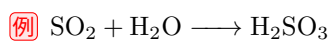
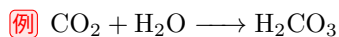
4.3.3 反応

- (148) _____ 剤としての反応
- 湿らせた (149) _____ を (150) _____ 色
に変色

4.4 酸化物

	塩基性酸化物	両性酸化物	酸性酸化物
元素	(151) _____ 元素	(152) _____ 元素	(153) _____ 元素
水との反応	(154) _____	(155) _____	(156) _____ ((157) _____)
中和	(158) _____ と反応	(159) _____ と反応	(160) _____ と反応

両性酸化物 … (161) _____ ((162) _____), (163) _____ ((164) _____), (165) _____ ((166) _____), (167) _____ ((168) _____)^{*1}



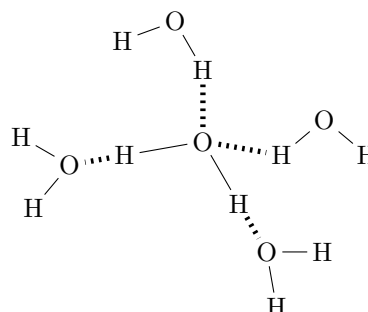
4.4.1 反応

- 酸化銅（Ⅱ）と塩化水素
- 酸化アルミニウムと硫酸
- 酸化アルミニウムと水酸化ナトリウム水溶液

4.5 水

4.5.1 性質

- (169) _____ 分子
- 周りの 4 つの分子と (170) _____ 結合
- 異常に (171) _____ 沸点
- (172) _____ 結晶構造（密度：固体 (173) _____ 液体）
- 特異な (174) _____



4.5.2 反応

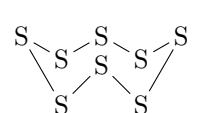
- 酸化カルシウムと水
- 二酸化窒素と水

^{*1} 覚え方：ああすんなり

5 硫黄

5.1 硫黄

5.1.1 性質

名称	[175] 硫黄	[176] 硫黄	[177] 硫黄
化学式	[178] _____	[179] _____	[180] _____
色	[181] 色	[182] 色	[183] 色
構造	[184] 結晶	[185] 結晶	[186] 結晶
融点	113°C	119°C	不定
構造			
CS ₂ との反応	[187] _____	[188] _____	[189] _____

CS₂… 無色・芳香性・揮発性 ⇒ [190] 触媒

5.1.2 反応

- 高温で多くの金属（Au、Pt を除く）との反応
- 空气中で [191] 色の炎を上げて燃焼

5.2 硫化水素

化学式： [192] _____

5.2.1 性質

- [193] 色 [194] 臭
- [195] 性
 - [196] $K_1 = 9.5 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$
 - [197] $K_2 = 1.3 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$
- [198] 剤としての反応
- 重金属イオン M_2^{+} と [199] を生成

5.2.2 製法

- 酸化鉄（II）と希塩酸
- 酸化鉄（II）と希硫酸

5.2.3 反応

- 硫化水素とヨウ素
- 酢酸鉛（II）水溶液と硫化水素（[200] の検出）

5.3 二酸化硫黄（亜硫酸ガス）

化学式： [201] _____ 電子式：

5.3.1 性質

- [202] 色、[203] 臭の [204] 臭
- 水に [205] 性
- [206] 性

[207] $K_1 = 1.4 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

- [208] 剤（[209] 作用）
- [210] 剤（[211] などの強い還元剤に対して）

5.3.2 製法

- 硫黄や硫化物の [212] 工業的製法
- [213] と希硫酸
- [214] と [215]

5.3.3 反応

- 二酸化硫黄の水への溶解
- 二酸化硫黄と硫化水素
- 硫酸酸性で過マンガン酸カリウムと二酸化硫黄

5.4 硫酸

5.4.1 性質

- (216) 色 (217) 臭の (218) _____
- 水に (219) _____
- 溶解熱が (220) _____
- (221) _____ を加えて希釈
- (222) _____ 性で密度が (223) _____ く、(224) _____ が大きい **濃硫酸**
- (225) _____ 性・(226) _____ 作用 **濃硫酸**
- (227) _____ **希硫酸**
((228) _____ $K_1 > 10^8 \text{ mol/L}$)
- (229) _____ **濃硫酸** ((230) _____、(231) _____ の濃度が小さい)
- (232) _____ 剤として働く **熱濃硫酸**
(233) _____
- (234) _____ ((235) _____、(236) _____)、
(237) _____ と難溶性の塩を生成 **希硫酸**

5.4.2 製法

(238) _____ 法 **工業的製法** _____

1. 黄鉄鉱 FeS_2 の燃焼

()

2. (239) _____ 触媒で酸化

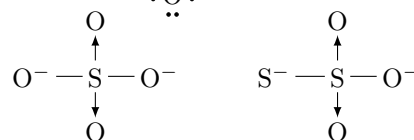
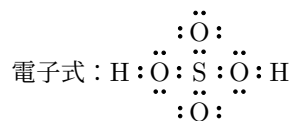
3. (240) _____ に吸収させて (241) _____ とした後、希硫酸を加えて希釈

5.4.3 反応

- 硝酸カリウムに濃硫酸を加えて加熱
- スクロースと濃硫酸
- 水酸化ナトリウムと希硫酸
- 銀と熱濃硫酸
- 塩化バリウム水溶液と希硫酸

5.5 チオ硫酸ナトリウム（ハイポ）

化学式：(242) _____



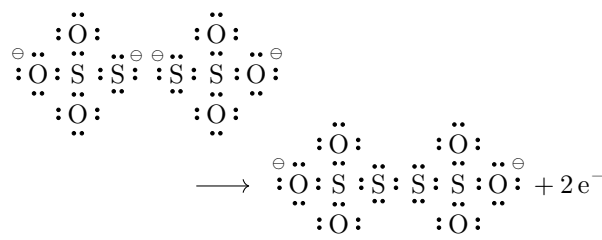
(243) _____ イオン (244) _____ イオン

5.5.1 性質

- 無色透明の結晶（5 水和物）で、水に溶けやすい。
- (245) _____ 剤として反応

例 水道水の脱塩素剤（カルキ抜き）

(246) _____



5.5.2 製法

亜硫酸ナトリウム水溶液に硫黄を加えて加熱

5.5.3 反応

ヨウ素とチオ硫酸ナトリウム

5.6 重金属の硫化物

酸性でも沈澱（全液性で沈澱）						中性・塩基性で沈澱（酸性では溶解）			
Ag ₂ S	HgS	CuS	PbS	SnS	CdS	NiS	FeS	ZnS	MnS
[247] 色	[248] 色	[249] 色	[250] 色	[251] 色	[252] 色	[253] 色	[254] 色	[255] 色	[256] 色
[257] _____						イオン化傾向 [258] _____			
[259] _____						塩の溶解度積 (K_{sp}) [260] _____			

6 窒素

6.1 窒素

化学式：N₂

6.1.1 性質

- [261] 色 [262] 臭の [263] _____
- 空気の 78% を占める
- 水に溶け [264] _____（[265] _____ 分子）
- 常温で [266] _____（食品などの [267] _____）
- 高エネルギー状態（[268] _____・[269] _____）では反応

6.1.2 製法

- [270] _____ [工業的製法](#)
- [271] _____ の [272] _____

6.1.3 反応

- 窒素と酸素
- {
- 窒素とマグネシウム

6.2 アンモニア

化学式：[273] _____

6.2.1 性質

- [274] 色 [275] 臭の [276] _____
- [277] _____ 結合
- 水に [278] _____（[279] _____ 置換）
- [280] _____ 性

（ [281] _____
 $K_1 = 1.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$
）
- [282] _____ の検出
- 高温・高圧で二酸化炭素と反応して、[283] _____ を生成

6.2.2 製法

- [284] _____ [工業的製法](#)

[285] _____ 温 [286] _____ 圧 で、 [287] _____（
[288] _____）触媒
- [289] _____ と [290] _____ を混ぜて加熱

6.2.3 反応

- 硫酸とアンモニア
- 塩素の検出
- アンモニアと二酸化炭素

6.3 一酸化二窒素（笑気ガス）

化学式：[291] _____

6.3.1 性質

- 無色、少し甘味のある気体
- 水に少し溶ける
- 常温では反応性が低い
- [292] _____ 効果

6.3.2 製法

[293] _____ の熱分解

6.4 一酸化窒素

化学式：[294] _____

6.4.1 性質

- [295] 色 [296] 臭の [297] _____
- 中性で水に溶けにくい
- 空気中では [298] _____ とすぐに反応

- 血管拡張作用・神経伝達物質

6.4.2 製法

(299) と (300) _____

6.4.3 反応

酸素と反応

6.5 二酸化窒素

化学式：(301) _____

6.5.1 性質

- (302) 色 (303) 臭の (304) _____
- 水と反応して (305) 性 ((306) _____ の原因)
- 常温では (307) _____ ((308) 色) と (309) _____
- 140°C 以上で熱分解

6.5.2 製法

(310) と (311) _____

6.6 硝酸

化学式：(312) _____

6.6.1 性質

- (313) 色 (314) 臭で (315) 性の (316) _____
- 水に (317) _____
- (318) 性
((319) _____ $K_1 = 6.3 \times 10^{-1} \text{mol/L}$)
- (320) _____ に保存 ((321) _____)
- (322) _____ 剤としての反応 (希硝酸)
- (323) _____ 剤としての反応 (濃硝酸)
- イオン化傾向が小さい Cu、Hg、Ag も溶解
- (324) _____, (325) _____, (326) _____, (327) _____, (328) _____ は (329) _____ が生じて不溶 (濃硝酸)
= (330) _____
- (331) _____ ((332) _____ :1 (333) _____ =3:1) は、Pt, Au も溶解

- NO_3^- は (334) _____ \Rightarrow (335) _____ で検出

6.6.2 製法

- (336) _____
- 1. (337) 触媒で (338) _____ を (339) _____
- 2. (340) _____
- 3. (341) _____ と反応
- (342) _____ に (343) _____ を加えて加熱

6.6.3 反応

- アンモニアと硝酸
- 硝酸の光分解
- 亜鉛と希硝酸
- 銀と濃硝酸


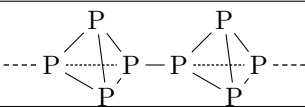
7 リン

7.1 リン

化学式： [344] _____

7.1.1 性質

三種類の同 [345] 体がある

名称	[346] リン	[347] リン	黒リン
化学式	[348] _____	[349] _____	P ₄
融点	44°C	590°C*2	610°C
発火点	35°C [350] _____ に保存	260°C [351] _____	-
密度	1.8g/cm ³	2.16g/cm ³	2.7g/cm ³
毒性	[352] _____	[353] _____	[354] _____
構造			略
CS ₂ への溶解	[355] _____	[356] _____	[357] _____

7.1.2 製法

- リン鉱石にケイ砂とコークスを混ぜて強熱し、蒸気を水で冷却 黄リン 工業的製法
- 空気を遮断して黄リンを 250°C で加熱 赤リン
- 空気を遮断して黄リンを 200°C、 1.2×10^9 Pa で加熱 黒リン

7.2 十酸化四リン

化学式： [358] _____

7.2.1 性質

- 白色で昇華性のある固体
- [359] _____ (水との親和性が [360] _____)
- 乾燥剤
- 水を加えて加熱すると反応 ([361] _____)

7.2.2 製法

[362] _____

7.2.3 反応

水を加えて加熱

7.3 リン酸

化学式： [363] _____

7.3.1 性質

[364] _____
 ([365] _____ $K_1 = 7.5 \times 10^{-3}$ mol/L)

7.3.2 反応

- リン酸カルシウムとリン酸が反応して重過リン酸石灰が生成
- リン酸カルシウムと硫酸が反応して過リン酸石灰が生成

8 炭素

8.1 炭素

8.1.1 性質

炭素の同 [366] 体は、[367]、[368] ([369]) etc...

名称	[370]	[371]
特徴	[372] 色 [373] で屈折率が高い固体	[374] 色で [375] がある固体
密度	3.5g/cm ³	2.3g/cm ³
構造	[376] 方向の [377] 結晶	[378] 構造
電気伝導性	[379]	[380]
用途	宝石・カッターの刃・研磨剤	鉛筆・電極

8.2 一酸化炭素

8.3 二酸化炭素

9 ケイ素

9.1 二酸化ケイ素

第II部

典型金属

10 アルカリ金属

10.1 単体

10.1.1 性質

- 銀白色で〔381〕金属
- 全体的に反応性が高く、〔382〕中に保存
- 原子一個粗利の自由電子が〔383〕個（〔384〕い〔385〕結合）
- 還元剤として反応

化学式	Li	Na	K	Rb	Cs
融点	181°C	98°C	64°C	39°C	28°C
密度	0.53	0.97	0.86	1.53	1.87
構造	〔386〕格子（〔387〕）				
イオン化エネルギー	大 小				
反応力	小 大				
炎色反応	〔388〕色	〔389〕色	〔390〕色	〔391〕色	〔392〕色
用途	リチウムイオン電池の負極	トンネル照明 高速増殖炉の冷却材	磁気センサー 肥料（K ⁺ ）	光電池 年代測定	光電管 電子時計 （一秒の基準）

10.1.2 製法

水酸化物や塩化物の〔393〕（〔394〕法）[工業的製法](#)
〔395〕添加（〔396〕）

10.1.3 反応

- ナトリウムと酸素
- ナトリウムと塩素
- ナトリウムと水

10.2 水酸化ナトリウム（苛性ソーダ）

化学式：〔397〕

10.2.1 性質

- 〔398〕色の固体
- 〔399〕性
- 水によくとける（水との親和性が〔400〕）
- 〔401〕剤

- 強塩基性
 (402 _____ $K_1 = 1.0 \times 10^{-1} \text{mol/L}$)
- 空気中の 403 _____ と反応して、純度が不明
 酸の標準溶液 (404 _____) を用いた中和滴定で濃度決定
 (_____)

10.2.2 製法

405 _____ の 406 _____ (イオン交換膜法) 工業的製法

10.2.3 反応

- 塩酸と水酸化ナトリウム
- 塩素と水酸化ナトリウム
- 二酸化硫黄と水酸化ナトリウム
- 酸化亜鉛と水酸化ナトリウム水溶液
- 二酸化炭素と水酸化ナトリウム

10.3 炭酸ナトリウム・炭酸水素ナトリウム

10.3.1 性質

名称	炭酸ナトリウム	炭酸水素ナトリウム
化学式	407 _____	408 _____
色	409 _____ 色	410 _____ 色
融点	850°C	411 _____
液性	412 _____ 性	413 _____ 性
用途	414 _____ や石鹼の原料	胃腸薬・ふくらし粉

11.1.2 製法

塩化物の 463 [工業的製法](#)

11.1.3 反応

- マグネシウムの燃焼

- マグネシウムと二酸化炭素

- カルシウムと水

第 III 部

APPENDIX

12 気体の乾燥剤

固体の乾燥剤は (464) _____ につめて、液体の乾燥剤は (465) _____ に入れて使用。

性質	乾燥剤	化学式	対象	対象外（不適）
酸性	(466) _____	(467) _____	酸性・中性	塩基性の気体（(468) _____）
	(469) _____	(470) _____		+ (471) _____（(472) _____）
中性	(473) _____	(474) _____	ほとんど全て	(475) _____
	(476) _____	(477) _____		特になし
塩基性	(478) _____	(479) _____	中性・塩基性	酸性の気体
	(480) _____	(481) _____		(482) _____, (483) _____, (484) _____, (485) _____, (486) _____, (487) _____