別紙44-1

第2部　第1章　p.99　例題2

例題 2　物質量と質量の関係

問　二酸化炭素 33 g の物質量は何 mol か。また，この分子 1 個の質量は何 g か。

別紙44-2

第2部　第1章　p.99　類題2

類題 2　(1) 鉄 Fe 28 g の物質量は何 mol か。

(2) ダイヤモンド C 0.050 mol は何 g か。

(3) エタン分子 C_2H_6 1 個の質量は何 g か。

【目的】 同温・同圧のもとで，分子量のわかっている窒素と，分子量のわかっていないカセットコンロ用のガスボンベ中の気体Xの同体積の質量を比べ，アボガドロの法則を用いて気体Xのモル質量（分子量）を求める。

【準備】 小型窒素ガスボンベ，カセットコンロ用ガスボンベ（気体X），水槽，電子てんびん，250 mL メスシリンダー，ゴム管（またはビニル管），ガラス管

注意 カセットコンロ用ガスボンベのガスがもれて滞留すると，引火の恐れがあるので，十分に換気を行う。また，実験後のガスは，ドラフト中か風通しのよい場所で，近くに火気がないことを確認して廃棄する。

【操作】

① 窒素ボンベ，気体Xのボンベの各質量 w_1〔g〕，w_2〔g〕をはかる。

w_1＝＿＿＿＿＿＿＿＿g，w_2＝＿＿＿＿＿＿＿＿g

別紙45-1

第2部　第1章　p.102　DRILL（Ⅰ）

DRILL　物質量と質量・粒子数・気体の体積との関係

指示に従って，物質の量をそれぞれ換算せよ。

気体の体積は，すべて0℃，1.013×10^5 Paで測定したものとする。

原子量 H=1.0，C=12，N=14，O=16，Na=23　アボガドロ定数 $N_A=6.0\times10^{23}$ /mol
気体のモル体積 22.4 L/mol（0℃，1.013×10^5 Pa）

Ⅰ　質量・粒子数・体積を，物質量に変換する。または，その逆の操作をする。

(1)（粒子数x　→物質量n　　1）炭素原子 C 9.0×10^{22} 個の物質量は何 molか。
(2)（物質量n　→粒子数x　　2）窒素 N_2 2.5 molの分子の数は何個か。
(3)（質量w　→物質量n　　3）メタン CH_4 4.0 gの物質量は何 molか。
(4)（物質量n　→質量w　　4）水酸化ナトリウム NaOH 5.0×10^{-2} molの質量は何 gか。
(5)（気体の体積V→物質量n　　5）窒素 N_2 56 Lの物質量は何 molか。
(6)（物質量n　→気体の体積V　　6）アンモニア NH_3 1.5 molの体積は何 Lか。

別紙45-2

第2部　第1章　p.103　例題a

DRILL　物質量と質量・粒子数・気体の体積との関係

指示に従って，物質の量をそれぞれ換算せよ。

気体の体積は，すべて0℃，1.013×10^5 Paで測定したものとする。

原子量 H=1.0，C=12，N=14，O=16，Na=23　アボガドロ定数 $N_A=6.0\times10^{23}$ /mol
気体のモル体積 22.4 L/mol（0℃，1.013×10^5 Pa）

Ⅱ　質量・粒子数・体積を，物質量経由で，質量・粒子数・体積に変換する。

例題 a　気体の質量と体積の関係

問　メタン CH_4 4.0 gの体積は，0℃，1.013×10^5 Paにおいて何 Lか。

別紙45-3

第2部　第1章　p.103　DRILL（Ⅱ）

DRILL　物質量と質量・粒子数・気体の体積との関係

指示に従って，物質の量をそれぞれ換算せよ。

気体の体積は，すべて0℃，1.013×10^5 Paで測定したものとする。

原子量 H=1.0，C=12，N=14，O=16，Na=23　アボガドロ定数 $N_A=6.0\times10^{23}$/mol
気体のモル体積 22.4 L/mol（0℃，1.013×10^5 Pa）

Ⅱ　質量・粒子数・体積を，物質量経由で，質量・粒子数・体積に変換する。

(7)（質量w　→粒子数x　3，2）メタン CH_4 32 g に含まれるメタン分子の数は何個か。

(8)（粒子数x　→質量w　1，4）炭素原子 C 3.6×10^{24} 個の質量は何 g か。

(9)（粒子数x　→気体の体積V　1，6）窒素 N_2 1.5×10^{23} 個の体積は何 L か。

(10)（気体の体積V→粒子数x　5，2）28 L の酸素 O_2 に含まれる酸素分子の数は何個か。

(11)（気体の体積V→質量w　5，4）56 L の酸素 O_2 の質量は何 g か。

(12)（質量w　→気体の体積V　3，6）ドライアイス CO_2 5.5 g がすべて昇華したとすると，発生した気体の体積は何 L か。

別紙45-4

第2部　第1章　p.103　DRILL（Ⅲ）

DRILL　物質量と質量・粒子数・気体の体積との関係

指示に従って，物質の量をそれぞれ換算せよ。

気体の体積は，すべて0℃，1.013×10^5 Paで測定したものとする。

原子量 H=1.0，C=12，N=14，O=16，Na=23　アボガドロ定数 $N_A=6.0\times10^{23}$/mol
気体のモル体積 22.4 L/mol（0℃，1.013×10^5 Pa）

Ⅲ　次の表を完成させよ。ただし，気体の体積は，すべて0℃，1.013×10^5 Paで測定したものとする。

物質名	化学式	モル質量	物質量	粒子の数	質量	気体の体積
ダイヤモンド	①	②	③	④	0.12 g	—
水	⑤	⑥	0.20 mol	⑦	⑧	—
炭酸ナトリウム	⑨	⑩	⑪	3.0×10^{23} 個	⑫	—
⑬	H_2	⑭	⑮	⑯	4.0 g	⑰
二酸化炭素	⑱	⑲	⑳	1.5×10^{22} 個	㉑	㉒

別紙46-1

第2部　第1章　p.103　例題b

DRILL　物質量と質量・粒子数・気体の体積との関係

指示に従って，物質の量をそれぞれ換算せよ。

気体の体積は，すべて 0 ℃，1.013×10^5 Pa で測定したものとする。

原子量 H=1.0，C=12，N=14，O=16，Na=23　アボガドロ定数 $N_A=6.0\times10^{23}$ /mol
気体のモル体積 22.4 L/mol（0 ℃，1.013×10^5 Pa）

Ⅳ 気体の密度やモル質量の計算をする。

例題 b　気体の密度やモル質量の計算

問　0 ℃，1.013×10^5 Pa で，ある気体 2.8 L の質量を測定したら 2.0 g であった。この気体の密度とモル質量を求めよ。

別紙46-2

第2部　第1章　p.103　DRILL（Ⅳ）

DRILL　物質量と質量・粒子数・気体の体積との関係

指示に従って，物質の量をそれぞれ換算せよ。

気体の体積は，すべて 0 ℃，1.013×10^5 Pa で測定したものとする。

原子量 H=1.0，C=12，N=14，O=16，Na=23　アボガドロ定数 $N_A=6.0\times10^{23}$ /mol
気体のモル体積 22.4 L/mol（0 ℃，1.013×10^5 Pa）

Ⅳ 気体の密度やモル質量の計算をする。

(13) 0 ℃，1.013×10^5 Pa で，密度が 1.25 g/L である気体のモル質量を求めよ。

(14) 0 ℃，1.013×10^5 Pa における，酸素 O_2 の密度は何 g/L か。

6.0×10^{23} 個の粒子の集団が 1 mol である。アボガドロ定数 $N_A=6.0\times10^{23}/\mathrm{mol}$ とする。
気体の体積は，いずれも 22.4 L(0 ℃，1.013×10^5 Pa) とする。

物質量と粒子数・質量・気体の体積の関係　次の各問いに答えよ。

※印の問題については，特に有効数字 3 桁と考えて計算せよ。

① 3.0×10^{23} 個の水素原子 H の物質量は何 mol か。

＿＿＿＿＿＿ mol

② 6.0×10^{24} 個の水分子 H_2O の物質量は何 mol か。

＿＿＿＿＿＿ mol

③ 1.5×10^{24} 個のリチウムイオン Li^+ の物質量は何 mol か。

＿＿＿＿＿＿ mol

第2部　第1章　p.104　問5

問 5 次の各問いに答えよ。

(1) 水 H_2O 100 g に塩化ナトリウム NaCl 25 g を溶かした。この水溶液の質量パーセント濃度は何%か。

(2) 質量パーセント濃度 20 %の塩化ナトリウム NaCl 水溶液を 300 g 調製するために，必要な水と塩化ナトリウムの質量は何 g か。

別紙47-1

第2部　第1章　p.105　問6

問 6 次の各問いに答えよ。

(1) 10 g の水酸化ナトリウム NaOH(式量 40)を水に溶かして 500 mL とした。この溶液のモル濃度は何 mol/L か。

(2) 0.40 mol/L の塩化ナトリウム NaCl 水溶液 300 mL に含まれる塩化ナトリウムの物質量は何 mol か。

別紙47-2

第2部　第1章　p.105　例題3

例題 3　溶液の希釈

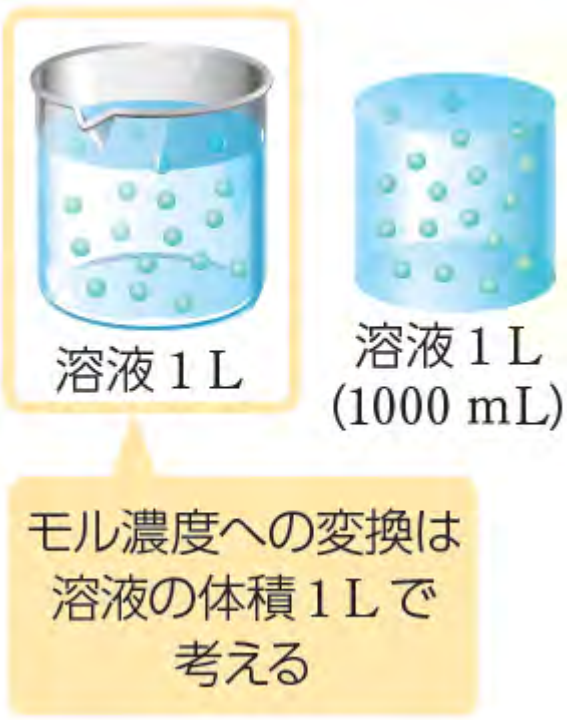
問 1.00 mol/L 水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を水でうすめて，0.250 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 500 mL つくる。1.00 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液は何 mL 必要か。

別紙47-3

第2部　第1章　p.105　類題3

類題3　18 mol/L 硫酸を水でうすめて，0.50 mol/L 硫酸水溶液を 250 mL つくるには 18 mol/L 硫酸は何 mL 必要か。

別紙47-4



別紙48-1

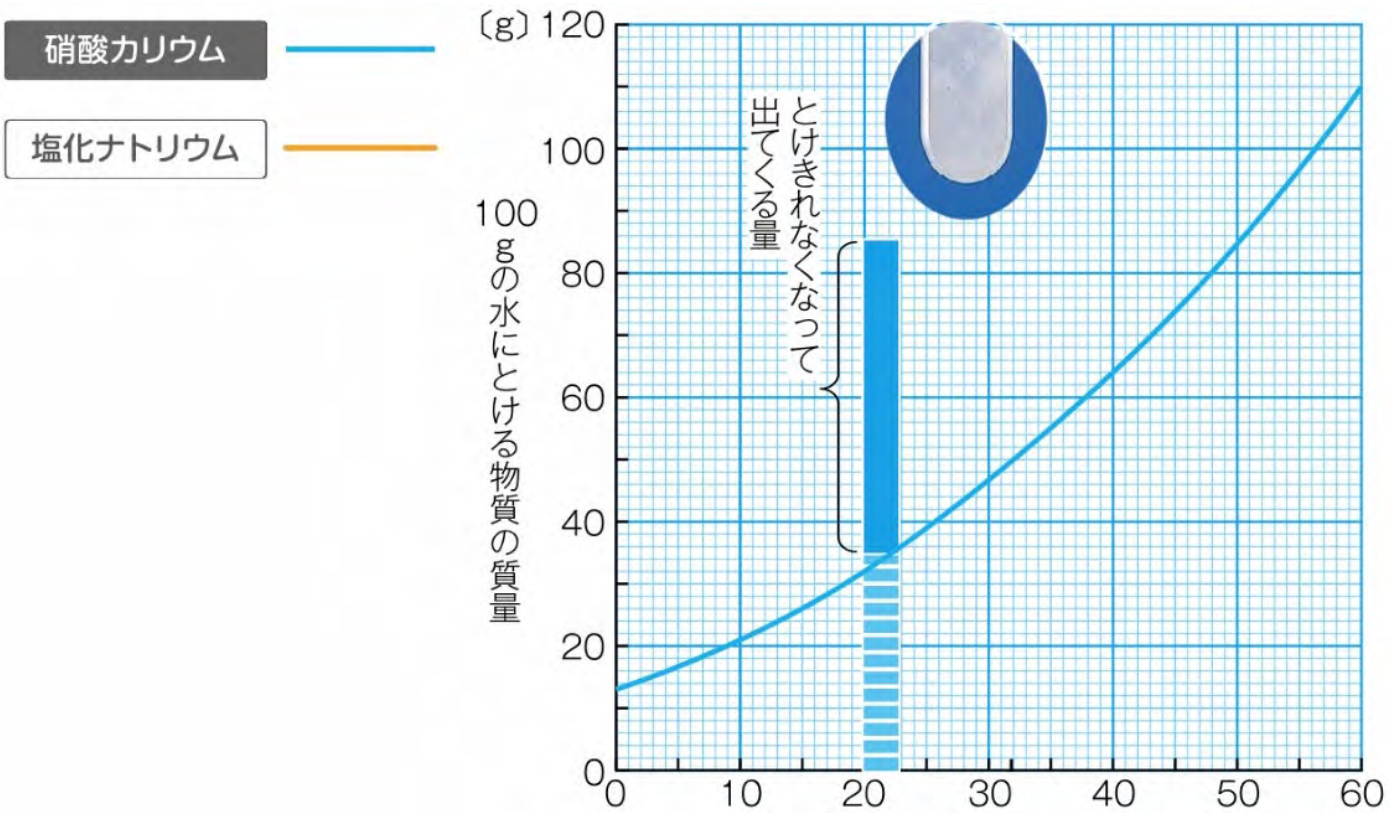
第2部　第1章　p.106　問7

問7 次の各問いに答えよ。

(1) 密度 1.1 g/mL の 6.0 mol/L 塩酸の質量パーセント濃度は何%か。

(2) 市販の濃アンモニア NH_3 水の質量パーセント濃度は 28 %，密度は 0.90 g/mL である。この水溶液のモル濃度は何 mol/L か。

別紙48-2



第2部　第1章　p.107　例題a

例題 a　固体の再結晶

問　硝酸カリウム KNO_3 は，水 100 g に，40 ℃で 64 g，25 ℃で 38 g 溶ける。40 ℃の飽和水溶液 100 g を 25 ℃に冷却すると，硝酸カリウムは何 g 析出するか。

第2部　第1章　p.107　類題a

類題 a　硝酸カリウム KNO_3 は，水 100 g に 50 ℃で 86 g，20 ℃で 32 g 溶ける。50 ℃の飽和水溶液の質量パーセント濃度は何％か。また，50 ℃の飽和水溶液 100 g を 20 ℃に冷却すると，KNO_3 は何 g 析出するか。

別紙49-1

	反応物			生成物		
例2 メタン CH_4 の完全燃焼で二酸化炭素 CO_2 と水 H_2O が生じる化学変化						
反応のモデル						
化学反応式	CH_4	＋	$2O_2$	⟶	CO_2	＋ $2H_2O$
原子の数	H：1×4＝4個 C：1個		O：2×2＝4個	＝ ＝ ＝	O：1×2＝2個 C：1個	H：2×2＝4個 O：2×1＝2個

別紙49-2

第2部　第1章　p.108　問8

問8 次の化学反応を化学反応式で表せ。

(1) マグネシウム Mg に塩酸 HCl を加えると，水素 H_2 と塩化マグネシウム $MgCl_2$ が生じる。

(2) メタノール CH_3OH が燃焼すると，二酸化炭素 CO_2 と水 H_2O が生じる。

別紙49-3

第2部　第1章　p.109　問9

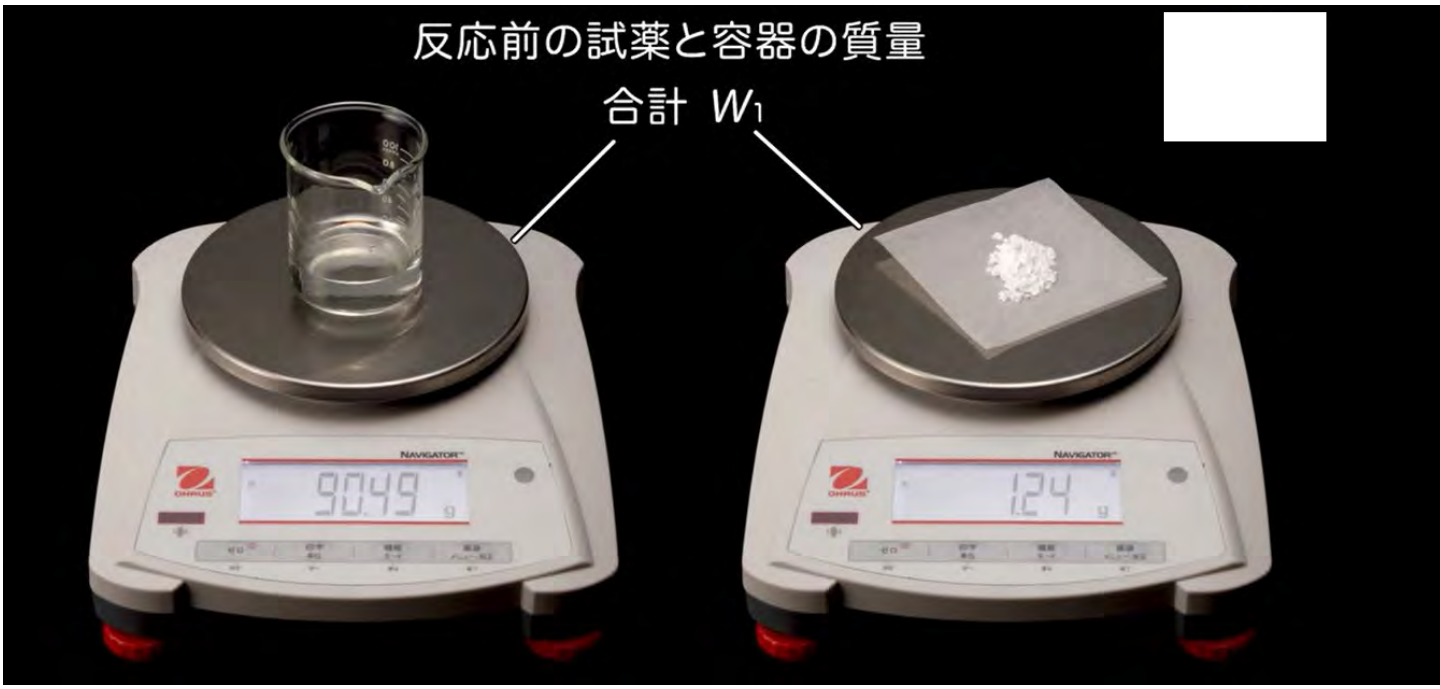
問 9 塩化カルシウム $CaCl_2$ 水溶液に炭酸ナトリウム Na_2CO_3 水溶液を加えると，炭酸カルシウム $CaCO_3$ が沈殿する。これをイオン反応式で記せ。

別紙49-4

第2部　第1章　p.109　参考内問

問 次に示す銅と希硝酸の化学反応式について，係数をつけて完成させよ。　$Cu + HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2O + NO$

別紙50-1



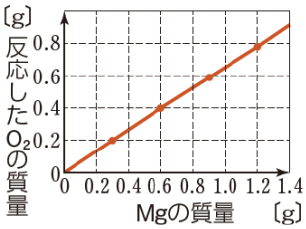
別紙50-2

【課題】化学変化において，反応に関わる物質の質量の比は一定になることを中学校で学んだ。しかし，この質量の比と化学反応式の係数の比とは一致しない。では，化学反応式の係数の比は何の比を示しているのだろうか。

【仮説】化学反応式の係数の比は粒子の数の比と一致する。また，物質の種類に関わらず粒子の数と物質量の比は同じであるから，係数の比は物質量の比とも一致するのではないか。

【計画】塩酸に炭酸カルシウムを加えると，二酸化炭素が発生する。

$$2HCl + CaCO_3 \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$



Mgの質量と反応したO_2の質量の関係

別紙50-3

第2部　第1章　p.114　例題4

例題 4　化学変化の量的関係

問　カセットコンロ用の燃料などに使われるブタン C_4H_{10} を完全燃焼[1]させると，0 ℃，1.013×10^5 Pa で 7.28 L の酸素 O_2 が消費された。

(1) 燃焼したブタンの質量は何 g か。

(2) このとき二酸化炭素 CO_2 は，何 L 発生したか。

別紙50-4

第2部　第1章　p.115　類題4-1

類題 4-1　プロパン C_3H_8 4.4 g を完全燃焼させると，二酸化炭素 CO_2 と水 H_2O が生じた。

(1) このとき反応した酸素 O_2 の物質量は何 mol か。

(2) 発生した二酸化炭素の体積は，0 ℃，1.013×10^5 Pa で何 L か。

(3) 生じた水の質量は何 g か。

別紙51-1

第2部　第1章　p.115　類題4-2

類題 4-2　ホットケーキで使用されるベーキングパウダーの主成分は重曹(炭酸水素ナトリウム)$NaHCO_3$である。この重曹(炭酸水素ナトリウム)$NaHCO_3$を加熱すると，炭酸ナトリウムNa_2CO_3と水H_2Oと二酸化炭素CO_2に分解する。

(1) この反応を化学反応式で表せ。

(2) 炭酸水素ナトリウム 42 g を熱分解すると，二酸化炭素は，0 ℃，1.013×10^5 Pa で何L発生するか。

(3) 炭酸水素ナトリウムを熱分解して炭酸ナトリウムを 53 g つくるとき，必要な炭酸水素ナトリウムは何 g か。

別紙51-2

第2部　第1章　p.115　類題4-3

類題 4-3　硝酸銀$AgNO_3$水溶液と塩化ナトリウム NaCl 水溶液を混合すると，塩化銀 AgCl(式量 143.5)の沈殿が生じる。今，0.20 mol/L 硝酸銀水溶液 10 mL と 0.10 mol/L 塩化ナトリウム水溶液の反応について考える。

(1) 過不足なく反応させるためには塩化ナトリウム水溶液は何 mL 必要か。

(2) このとき生じる塩化銀の物質量と質量を求めよ。

別紙51-3

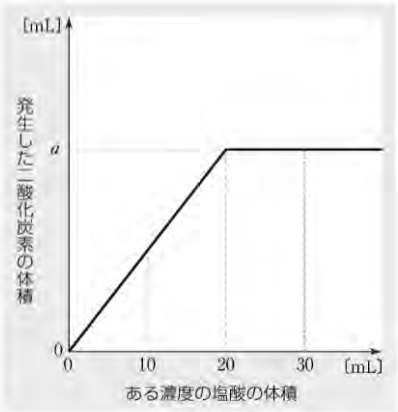
Choose
化学変化の量的関係

0.100g の炭酸カルシウムと塩酸を反応させると

$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$

の反応を起こし，下のグラフを得た。発生するCO_2の0℃，1.013×10^5 Paにおける体積aを求めたい。

正しい式を選び，タップせよ。(式量$CaCO_3 = 100$)



$a =$

① $\dfrac{22.4\text{mL}}{0.100\text{g}} \times 22.4\ \text{L/mol}$

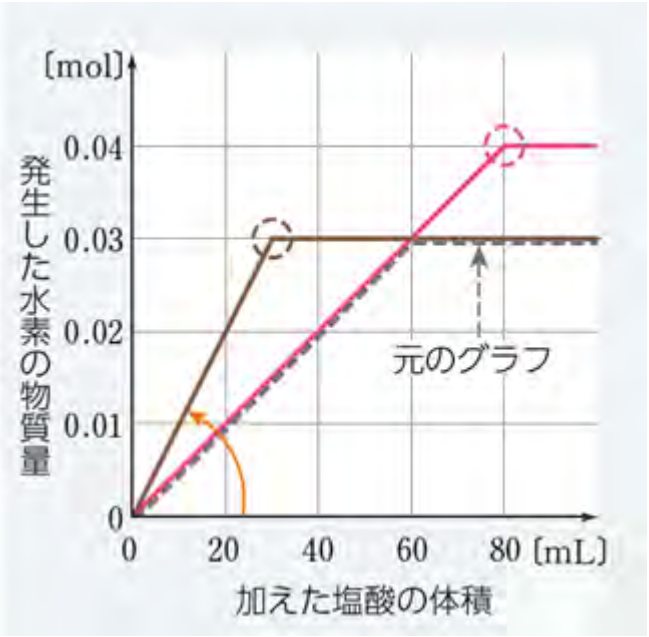
② $\dfrac{100\text{g/mol}}{0.100\text{g}} \times 20\text{mL}$

③ $\dfrac{0.100\text{g}}{100\text{g/mol}} \times 22.4\ \text{L/mol}$

④ $\dfrac{10\text{mL}}{0.100\text{g}} \times 22.4\ \text{L/mol}$

⑤ $\dfrac{0.100\text{g}}{100\text{g/mol}} \times 20\text{mL}$

別紙51-4



別紙52-1

第2部　第1章　p.118　例題5

例題 5　反応物の過不足と量的関係

問　気体のエチレン C_2H_4 1.4 g に，0 ℃，1.013×10^5 Pa で 5.6 L の酸素 O_2 を混合して点火すると，一方の気体の一部が未反応のまま残り，二酸化炭素 CO_2 と水 H_2O が生じた。

(1) 未反応のまま残った気体はどちらか。また，その質量は何 g か。

(2) 発生した二酸化炭素の体積は 0 ℃，1.013×10^5 Pa で何 L か。

別紙52-2

第2部　第1章　p.118　類題5-1

類題 5-1　0 ℃，1.013×10^5 Pa で酸素 O_2 4.2 L と水素 H_2 5.6 L の混合気体に点火すると，一方の気体の一部が未反応のまま残り，水 H_2O が生じた。反応後の気体の体積は何 L か。また，生じた水は何 g か。

別紙52-3

第2部　第1章　p.118　類題5-2

類題 5-2　大理石(主成分は炭酸カルシウム $CaCO_3$)11 g に 2.0 mol/L 塩酸 HCl を少しずつ加えていくと，気体が発生しなくなるまでに 100 mL を要した。発生した気体の体積は，0 ℃，1.013×10^5 Pa で何Lか。ただし，塩酸は大理石中の炭酸カルシウムのみと反応するものとする。

別紙52-4

第2部　第1章　p.119　例題a

例題 a　**工業での化学反応の量的関係**　原子量　O＝16，Fe＝56

問　(1) 酸化鉄(Ⅲ)Fe_2O_3 を含む鉄鉱石 1000 kg から，理論上得られる鉄は 560 kg である この鉄鉱石 1000 kg に含まれる酸化鉄(Ⅲ)Fe_2O_3 の純度は何%か，有効数字 2 桁で求めよ。ただし，鉄鉱石に含まれる鉄の成分はすべて酸化鉄(Ⅲ)として存在す るものとする。

(2) 実際に得られた鉄は 500 kg であった。このとき，(1)の純度の酸化鉄(Ⅲ)Fe_2O_3 を含む鉄鉱石 1000 kg から得られる鉄の収率は何%か，有効数字 2 桁で求めよ。

別紙53-1

第2部　第1章　p.119　類題a

類題 a　硝酸 HNO_3 は，アンモニア NH_3 を原料として主に次の 3 つの反応を段階的に経てつくられている。

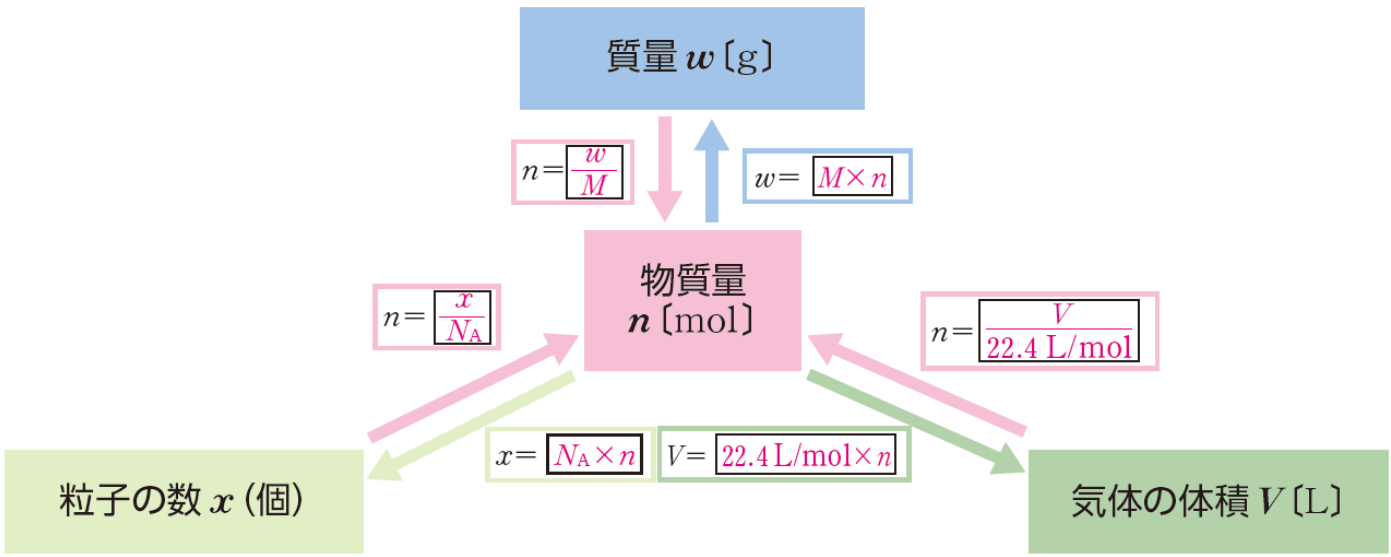
$4NH_3 + 5O_2 \longrightarrow 4NO + 6H_2O$　　$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$　　$3NO_2 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 + NO$

これら 3 つの化学反応式をまとめると，次のように表すことができる。

$NH_3 + 2O_2 \longrightarrow HNO_3 + H_2O$

アンモニアを空気と反応させ，63 %の硝酸 1 kg が得られた。このとき，反応したアンモニアは，0 ℃，1.013×10^5 Pa で何Lか，有効数字 2 桁で求めよ。ただし，アンモニアはすべて硝酸になるものとする。

別紙53-2



別紙53-3

第2部　第1章　p.123章末問題　章末問題1

気体の体積は，指示のないかぎり 0 ℃，1.013×10^5 Pa で測定したものとする。

1 相対質量・原子量 ★☆☆ ▶ 23 B

自然界にあるマグネシウムには ^{24}Mg，^{25}Mg，^{26}Mg の 3 種類が存在し，それぞれの存在比は 79.0 %，10.0 %，11.0 %である。マグネシウムの原子量を小数第 1 位まで求めよ。ただし，マグネシウムの同位体の相対質量はそれぞれの質量数に等しいものとする。

別紙53-4

第2部　第1章　p.123章末問題　章末問題2

気体の体積は，指示のないかぎり 0 ℃，1.013×10^5 Pa で測定したものとする。

2 物質の量の換算 ★☆☆ ▶ 25～27

次の各物質の指示された量をそれぞれ求めよ。

(1) ナトリウム Na 4.6 g の物質量

(2) エタン C_2H_6 112 L の物質量

(3) 銀原子 Ag 1 個の質量

(4) アンモニウムイオン NH_4^+ 2.4×10^{24} 個の物質量

(5) 質量 1.0 g が，560 mL になる気体の分子量

(6) 金属元素 M(仮の元素記号)の酸化物 M_2O_3 における質量比が M：O＝9：8 のとき，M の原子量

別紙54-1

第2部　第1章　p.123章末問題　章末問題3

気体の体積は，指示のないかぎり 0 ℃，1.013×10^5 Pa で測定したものとする。

3 混合気体の密度　★★☆　▶ 27 D

アルゴン Ar とネオン Ne の混合気体があり，その密度は，同温・同圧下にある酸素の 0.75 倍であった。混合気体中に含まれるアルゴンの割合は体積比で何％か。

原子量　Ar＝40，Ne＝20

別紙54-2

第2部　第1章　p.123章末問題　章末問題4

気体の体積は，指示のないかぎり 0 ℃，1.013×10^5 Pa で測定したものとする。

4 混合気体の燃焼　★★☆　▶ 30，31

合わせて 15 mL を占める，メタン CH_4 とエチレン C_2H_4 の混合気体を完全燃焼させると，20 mL の二酸化炭素 CO_2 が得られた。次の各問いに答えよ。

(1) メタンの完全燃焼とエチレンの完全燃焼の化学反応式をそれぞれ記せ。

(2) 仮にメタンが 15 mL だった場合，得られる二酸化炭素は何 mL か。

(3) 元の混合気体中のメタンとエチレンの体積比を求めよ。

別紙54-3

第2部　第1章　p.123章末問題　章末問題5

気体の体積は，指示のないかぎり 0 ℃，1.013×10^5 Pa で測定したものとする。

5 必要な反応物の量　★☆☆　▶ 29, 30

炭酸カルシウム $CaCO_3$ に十分な量の塩酸を加え，112 mL の二酸化炭素 CO_2 を発生させたい。次の各問いに答えよ。

(1) この反応を化学反応式で表せ。

(2) 必要な炭酸カルシウムは何 g か。

別紙54-4

第2部　第1章　p.123章末問題　章末問題6

気体の体積は，指示のないかぎり 0 ℃，1.013×10^5 Pa で測定したものとする。

6 反応物の濃度　★★☆　▶ 28 B, 30

消毒や殺菌などに使われる過酸化水素水（過酸化水素 H_2O_2 水溶液）30 mL を完全に水 H_2O と酸素 O_2 に分解すると，336 mL の酸素が得られた。用いた過酸化水素水のモル濃度は何 mol/L か。

別紙55-1

第2部　第1章　p.123章末問題　章末問題7

気体の体積は，指示のないかぎり 0 ℃，1.013×10^5 Pa で測定したものとする。

7 気体の質量と体積の関係 ★★★ 記述 ▶ 24, 26, 27

次の分子式で表される各気体を同じ質量取ったとき，常温・常圧で体積が最小になるものはどれか。その理由も含めて 60 字程度で答えよ。

(ア) H_2　(イ) CO_2　(ウ) H_2S　(エ) NH_3　(オ) Cl_2

別紙55-2

第2部　第1章　p.124 思考力を鍛える1

気体の体積は，指定のないかぎり 0 ℃，1.013×10^5 Pa での値とする。また，答えは指定のないかぎり有効数字 2 桁とする。

1 身のまわりの物質の量の計算 ★★☆ ▶ 24～27

(1) A さんの学校の教室は直方体で，床が 7.0 m×9.0 m の長方形で，床から天井までの高さが 2.8 m である。この教室の中の空気の質量は何 kg か。ただし，空気は 0 ℃，1.013×10^5 Pa の状態にあり，窒素 N_2 と酸素 O_2 が体積比 4：1 で混合した気体であるとする。

(2) 食品に含まれる食塩の質量は，食塩(塩化ナトリウム NaCl)に含まれるナトリウム Na の質量で書かれている場合がある。きつねうどん 1 食に含まれるナトリウムの質量が 2.3 g と表示されていた場合，きつねうどん 1 食に含まれる食塩は何 g になるか。

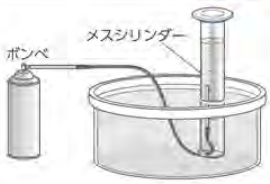
(3) カセットコンロ用のボンベの成分表示を見ると「液化ブタン C_4H_{10}，内容量 250 g」と書かれていた。このボンベ内のブタンをすべて気体にすると，0 ℃，1.013×10^5 Pa では何 L になるか。

第2部　第1章　p.124 思考力を鍛える2

気体の体積は，指定のないかぎり 0 ℃，1.013×10^5 Pa での値とする。また，答えは指定のないかぎり有効数字 2 桁とする。

2　気体の分子量を決定する実験　★★★　▶ 26, 27

25 ℃，1.013×10^5 Pa の条件にある実験室内で，窒素ボンベと未知の気体 X が入ったボンベの各質量を測定したところ，どちらも 115.362 g であった。水槽に水を入れ，水を満たしたメスシリンダーに，窒素ボンベから 0.224 L の窒素を水上置換で集めた。次いで，気体 X も同様に 0.224 L 集めた。その後，2 つのボンベの各質量を測定したところ，それぞれ 115.110 g，114.840 g であった。



(1) 次の記述①～③について，本実験についての記述として，誤っているものをすべて選び番号で答えよ。また，それぞれについて，誤っている理由も説明せよ。

① 本実験で捕集した窒素の物質量は 1.00×10^{-2} mol である。

② 本実験で捕集した窒素の物質量は気体 X の物質量よりも小さい。

③ 本実験で捕集した窒素と気体 X の質量の比はそれぞれの分子量の比と一致する。

(2) メスシリンダーに捕集された窒素の質量と気体 X の質量はそれぞれ何 g か。

(3) 気体 X の分子式として正しいものを 1 つ選び，番号で答えよ。

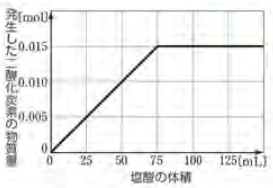
① CH_4　② C_2H_6　③ C_3H_8　④ C_4H_{10}　⑤ C_5H_{12}　⑥ C_6H_{14}

第2部　第1章　p.124 思考力を鍛える3

気体の体積は，指定のないかぎり 0 ℃，1.013×10^5 Pa での値とする。また，答えは指定のないかぎり有効数字 2 桁とする。

3　化学反応の量的関係　★★☆　▶ 30, 31

1.5 g の炭酸カルシウム $CaCO_3$ をいくつかのビーカーに取り，それぞれに同じ濃度で体積の異なる塩酸を加えた。発生した二酸化炭素の質量をそれぞれ求め，物質量で表すと，右のグラフのような結果になった。この塩酸のモル濃度は何 mol/L か。



別紙56-1

酸性の水溶液にBTB溶液を入れると何色を示すか。

緑

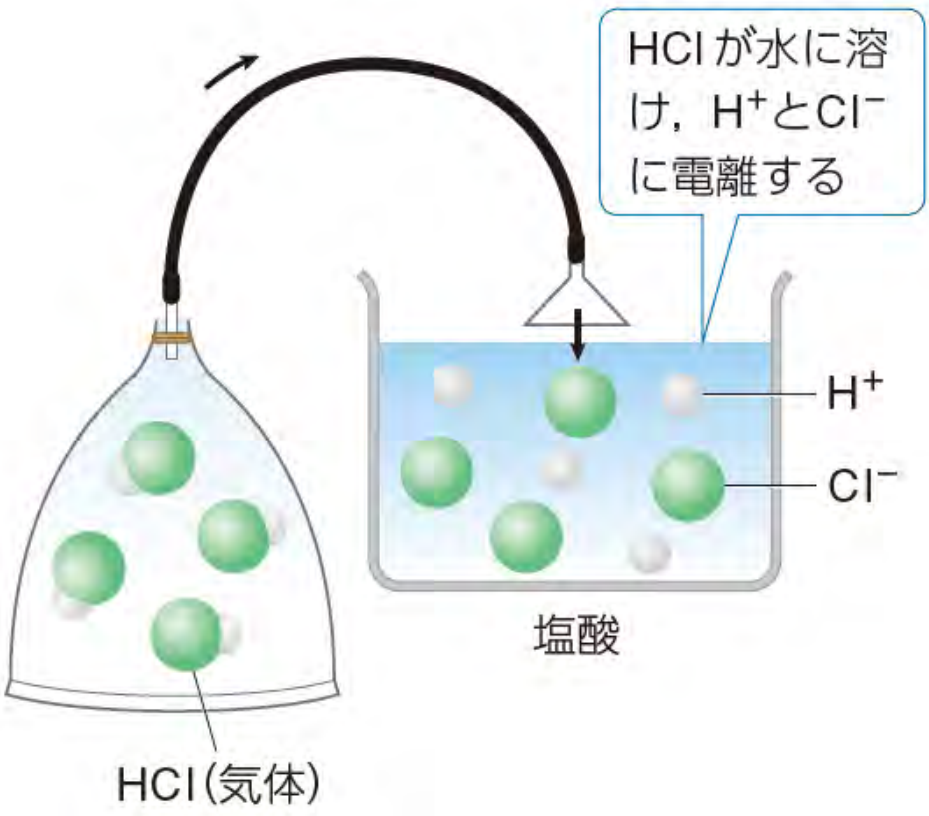
赤

黄色

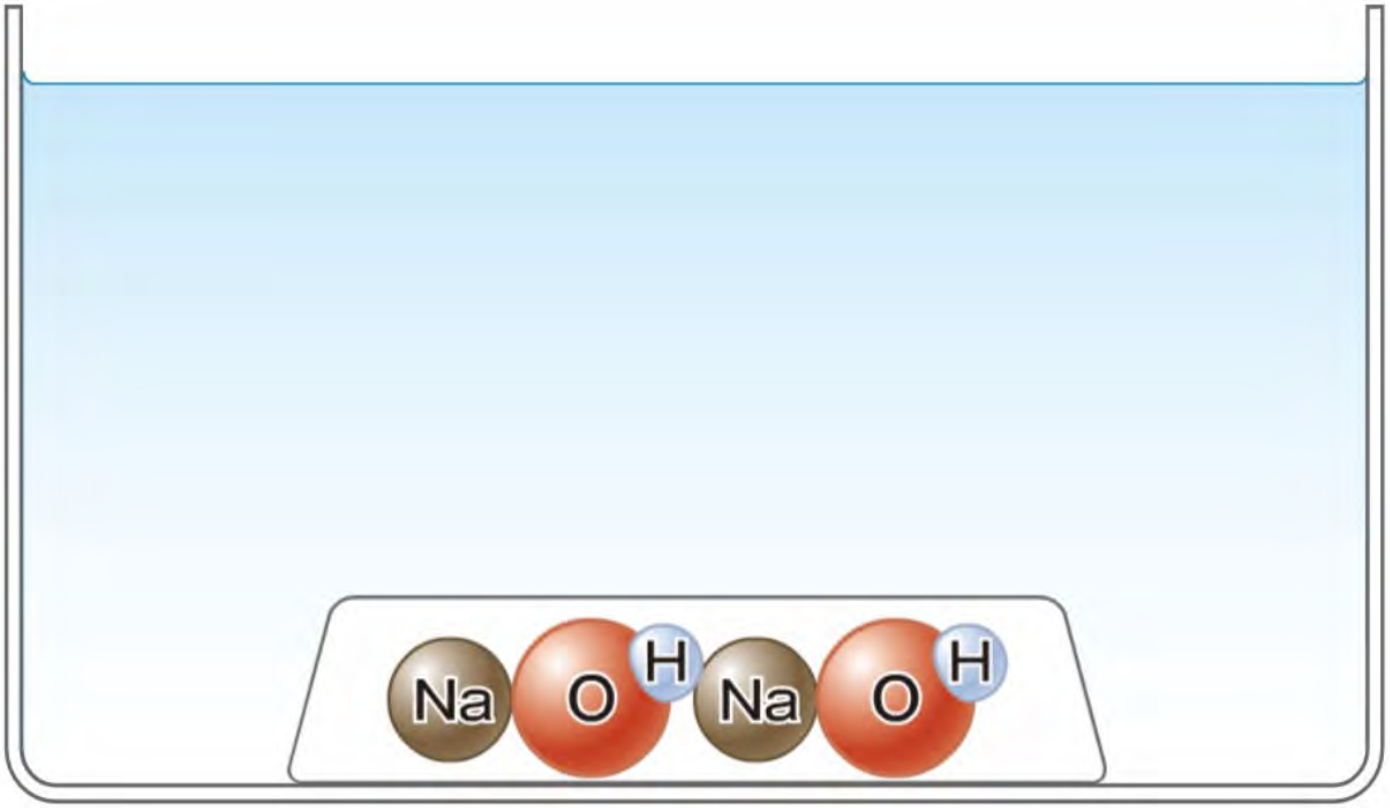
青

ヒント　答え合わせ

別紙56-2



別紙56-3



別紙56-4

塩酸
HCl

別紙57-1

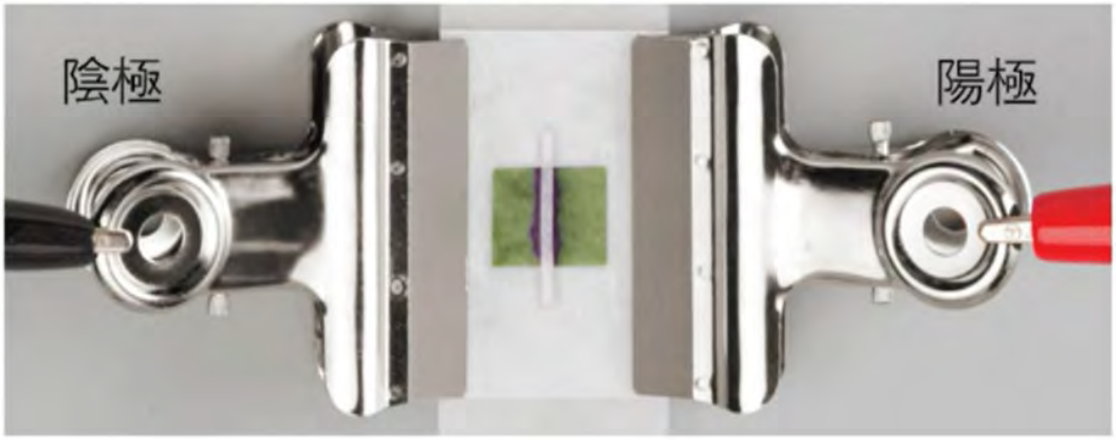
りゅうさん
硫酸
H_2SO_4

別紙57-2

しょうさん
硝酸
HNO_3

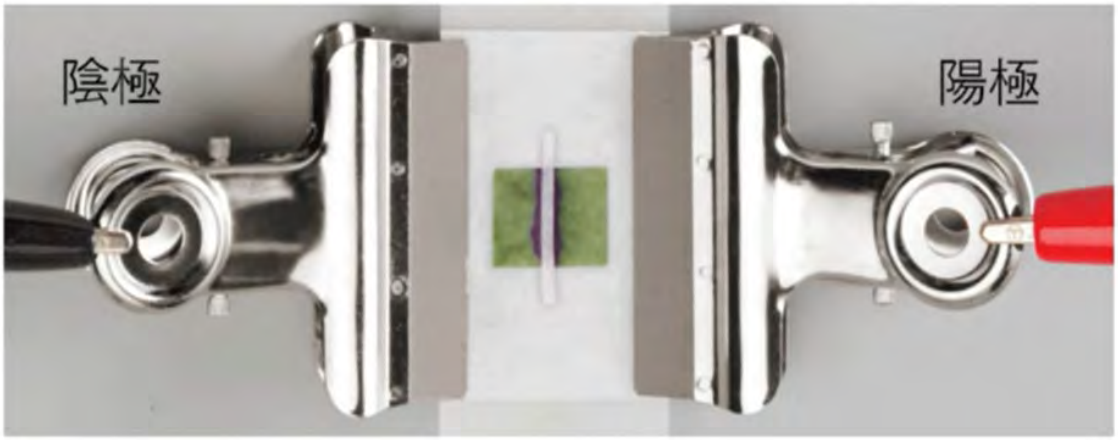
別紙57-3

水酸化ナトリウム水溶液
NaOH



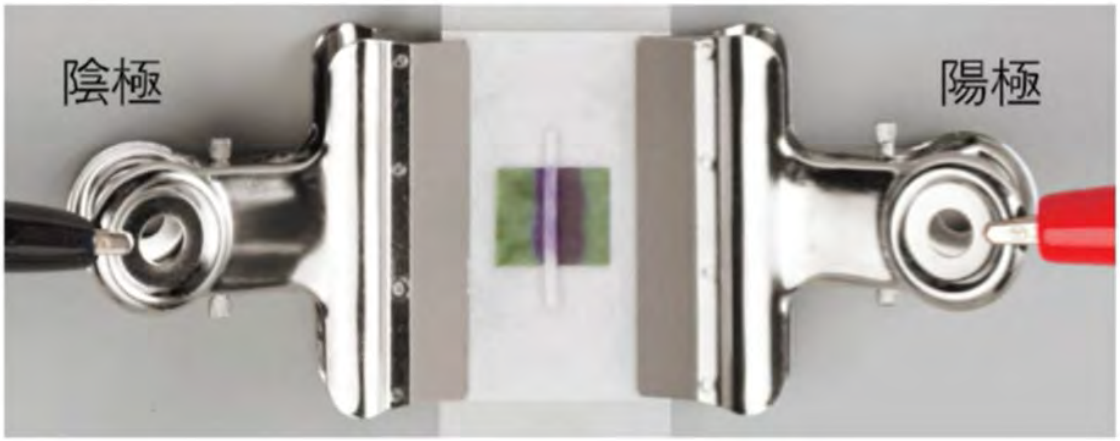
別紙57-4

水酸化カリウム水溶液
KOH



別紙58-1

水酸化バリウム水溶液
$Ba(OH)_2$



別紙58-2

第2部　第2章　p.127　問1

問1 次の各反応が右向きに進むとき，水素イオン H^+ の授受で考えると，水 H_2O は酸・塩基のどちらの働きをしているか。

(1) $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$　　(2) $CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$

別紙58-3

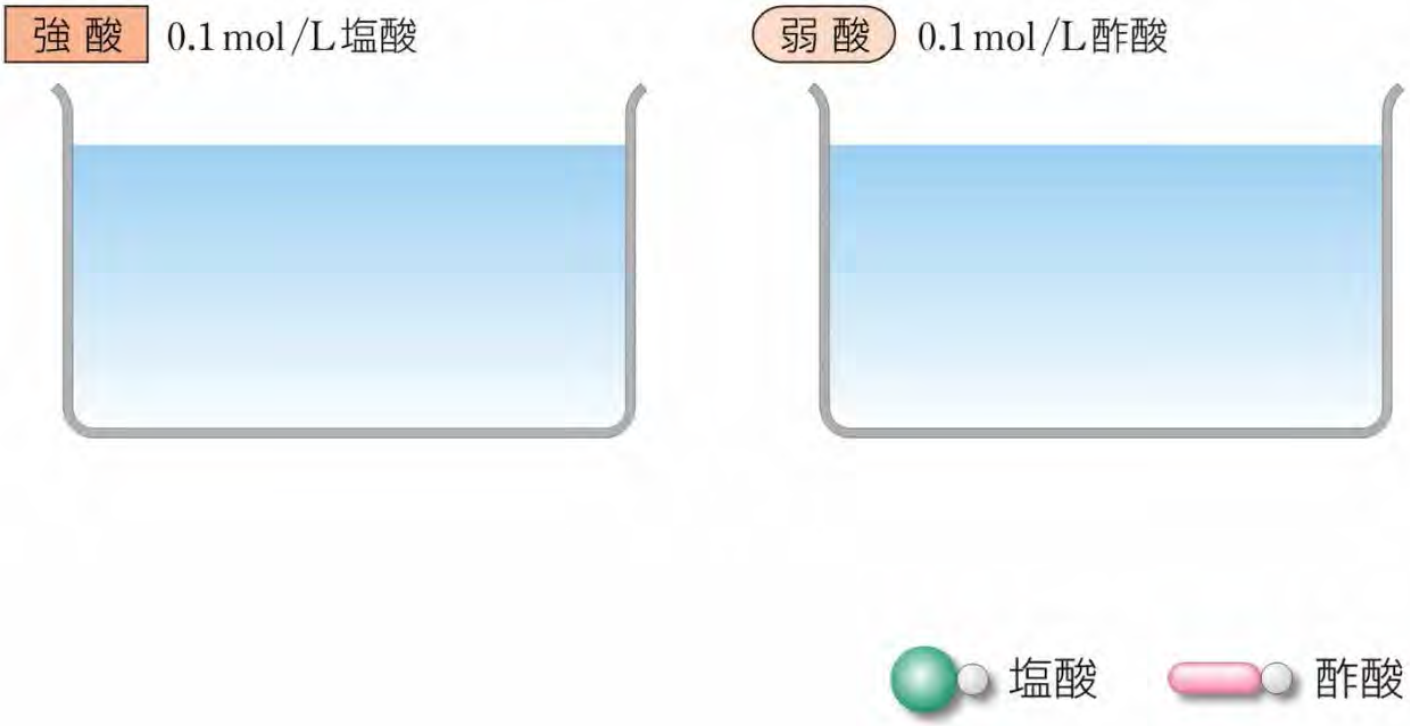
価数	塩基	
1価	水酸化ナトリウム	$NaOH$
	水酸化カリウム	KOH
	アンモニア	NH_3
2価	水酸化カルシウム	$Ca(OH)_2$
	水酸化バリウム	$Ba(OH)_2$
	水酸化銅(Ⅱ)	$Cu(OH)_2$
3価	——	

別紙58-4

第2部　第2章　p.128　問2

問2 次の酸・塩基について，化学式と価数を答えよ。
(1) 硝酸　(2) 硫化水素　(3) リン酸　(4) 水酸化カリウム　(5) 水酸化バリウム

別紙59-1

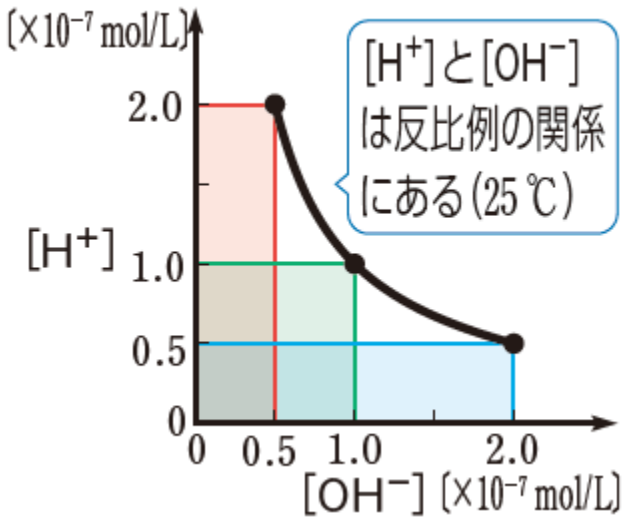


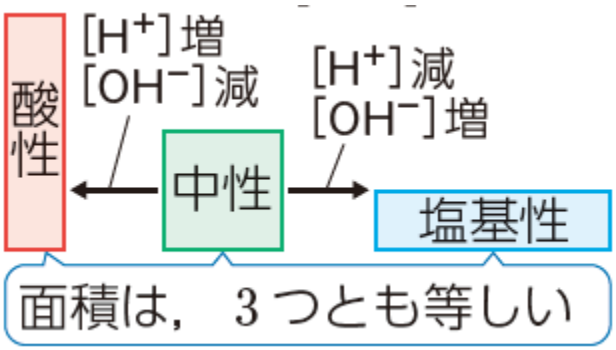
別紙59-2

第2部　第2章　p.129　問3

問3 ある1価の酸HA 0.10 molを水に溶かすと，水素イオンH^+が0.020 mol生じた。
この酸の電離度αを求めよ。また，この酸は強酸，弱酸のいずれであるか答えよ。

別紙59-3





別紙59-4

第2部　第2章　p.131　例題1

例題 1　酸・塩基の濃度と pH

問　25 ℃で次の水溶液の pH を求めよ。なお，(3)は 図7 も用いよ。

(1) 0.010 mol/L 塩酸(電離度 1.0)　　(2) 0.040 mol/L 酢酸(電離度 0.025)

(3) 0.050 mol/L 水酸化バリウム水溶液(電離度 1.0)

▲ 図7 pH と[H⁺]，[OH⁻]の関係(25 ℃)

別紙60-1

第2部　第2章　p.131　類題1

類題 1　25 ℃で次の水溶液の pH を求めよ。(2), (3)は 図 7 も用いよ。

(1) 0.0050 mol/L 硫酸 H_2SO_4(電離度 1.0)

(2) 0.050 mol/L アンモニア NH_3 水(電離度 0.020)

(3) 0.0050 mol/L 水酸化カルシウム $Ca(OH)_2$ 水溶液(電離度 1.0)

▲ 図 7　pH と[H⁺], [OH⁻]の関係(25 ℃)

別紙60-2

第2部　第2章　p.134　問4

問 4　$[H^+]=10^{-2}$ mol/L 塩酸 HCl を水で 100 倍にうすめたときの pH を求めよ。また，$[OH^-]=10^{-2}$ mol/L 水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を水で 100 倍にうすめたときの pH を，p.131 図 7 も用いて求めよ。

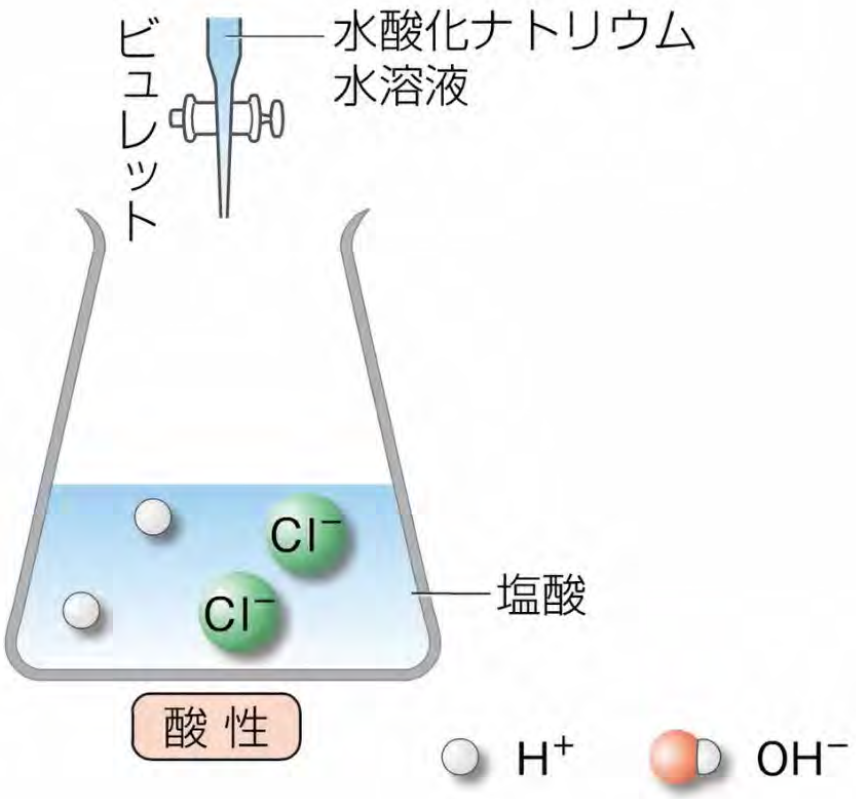
▲ 図 7　pH と[H⁺], [OH⁻]の関係(25 ℃)

別紙60-3

第2部　第2章　p.133　発展問題

発展問題　0.050 mol/L 硝酸 HNO_3 の pH を求めよ。$\log_{10}2=0.30$

別紙60-4



別紙61-1

第2部　第2章　p.134　問5

問5 次の酸と塩基の中和を化学反応式で表し，生じた塩の名称を答えよ。
(1) HNO_3 と NaOH　(2) HCl と $Ba(OH)_2$　(3) 酢酸と水酸化ナトリウム　(4) 硫酸とアンモニア

別紙61-2

第2部　第2章　p.135　問6

問6 次の塩を正塩，酸性塩，塩基性塩に分類せよ。
(1) 塩化水酸化銅(Ⅱ)　(2) 酢酸アンモニウム　(3) 炭酸水素カリウム

別紙61-3

第2部　第2章　p.136　問7

問7 次の塩の水溶液は，酸性，中性，塩基性のいずれを示すか。

(1) KCl　(2) $CuCl_2$　(3) NH_4NO_3　(4) $(CH_3COO)_2Ca$

別紙61-4

別紙62-1

【目的】正塩では，塩をつくるもとの酸・塩基の強弱によって，水溶液の性質が決まることを確かめる。

【準備】NaCl，NH_4Cl，Na_2CO_3，試験管３本，蒸留水，pH試験紙
pHメーター，駒込ピペット

注意　保護眼鏡をかける。

【方法】

①試験管に NaCl，NH_4Cl，Na_2CO_3 の結晶を少量取り，約 5mL の水を加えてよく溶かす。

別紙62-2

第2部　第2章　p.138　問8

問 8　次の酸 1 mol と過不足なく中和する水酸化バリウム $Ba(OH)_2$ はそれぞれ何 mol か。
(1) 塩酸 HCl　(2) シュウ酸 $(COOH)_2$　(3) リン酸 H_3PO_4

別紙62-3

第2部　第2章　p.138　例題2

例題 2　中和滴定による濃度決定

問　濃度のわからない硫酸 H_2SO_4 10.0 mL を過不足なく中和するのに，0.20 mol/L 水酸化ナトリウム NaOH 水溶液 5.0 mL を要した。この硫酸のモル濃度は何 mol/L か。

別紙62-4

第2部　第2章　p.138　類題2

類題 2　0.10 mol/L 硫酸 H_2SO_4 10.0 mL を，水酸化ナトリウム NaOH 水溶液で中和すると 12.5 mL を要した。この水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度は何 mol/L か。

別紙63-1

気体の酸から生じるH^+の物質量	未反応の塩基を中和するのに必要な酸から生じるH^+の物質量
過剰量の塩基が受け取るH^+の物質量	

別紙63-2

第2部　第2章　p.139　例題3

例題 3　アンモニアの定量（逆滴定）

アンモニア NH_3 は気体なので，中和滴定で量を求めるのが難しい。そこで，過剰量の酸を含む水溶液に吸収させ，未反応の酸を別の塩基の水溶液で滴定し，その差から NH_3 の物質量を求める。この操作を逆滴定という。

問　実験で発生した NH_3 を，0.10 mol/L 硫酸 H_2SO_4 200 mL に吸収させて完全に反応させた。その後，未反応の硫酸を 0.50 mol/L 水酸化ナトリウム NaOH 水溶液で中和するのに 30 mL を要した。発生した NH_3 の体積は，0 ℃，1.013×10^5 Pa で何Lか。

別紙63-3

第2部　第2章　p.139　類題3

類題3　ある量の塩化水素 HCl を，0.10 mol/L 水酸化ナトリウム NaOH 水溶液 200 mL に吸収させて完全に反応させた。その後，未反応の水酸化ナトリウムを 1.0 mol/L 硫酸 H_2SO_4 で中和するのに 5.0 mL を要した。吸収させた塩化水素の体積は，0 ℃，1.013×10^5 Pa で何Lか。

別紙63-4

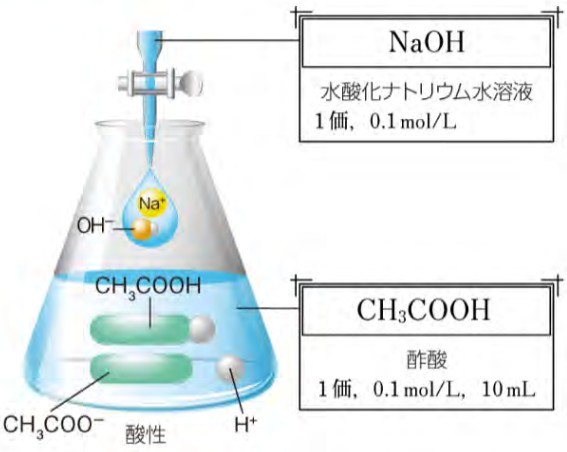
第2部　第2章　p.141　問9

問9　0.10 mol/L のシュウ酸 $(COOH)_2$ 水溶液 10.0 mL を，濃度のわからない水酸化ナトリウム NaOH 水溶液で中和すると 8.0 mL を要した。この水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度は何 mol/L か。

別紙64-1

Choose
指示薬を選べ

測定の終点（NaOH水溶液の滴下量が10 mL）で色が変化する指示薬はどれか？

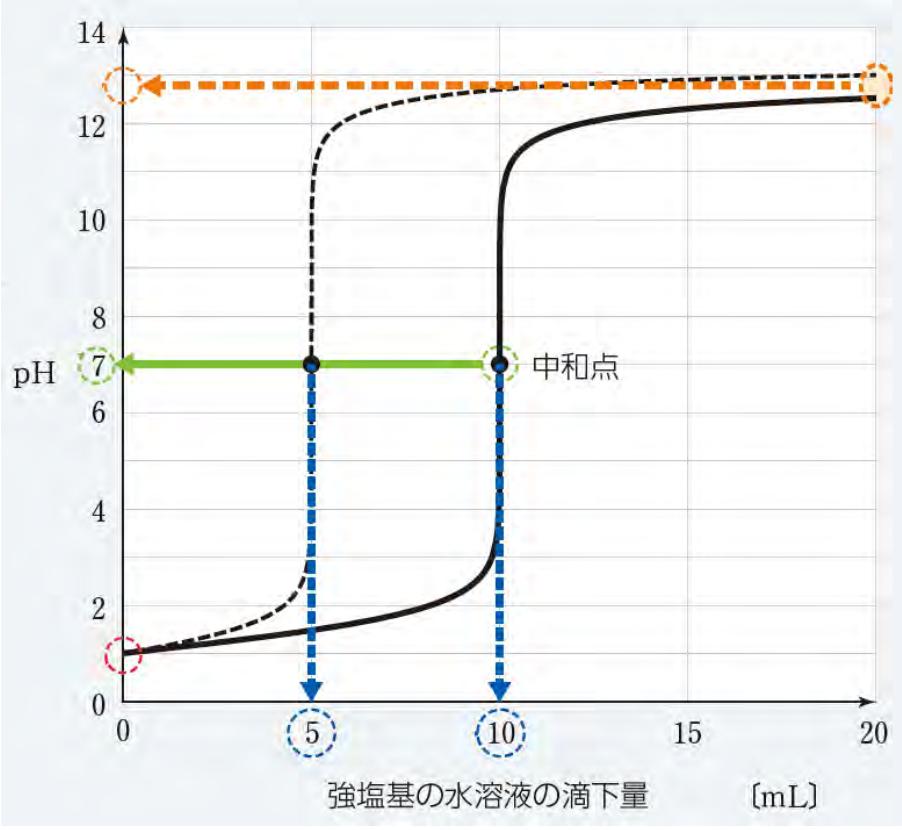


① メチルオレンジ
変色域 3.1～4.4

② メチルレッド
変色域 4.2～6.2

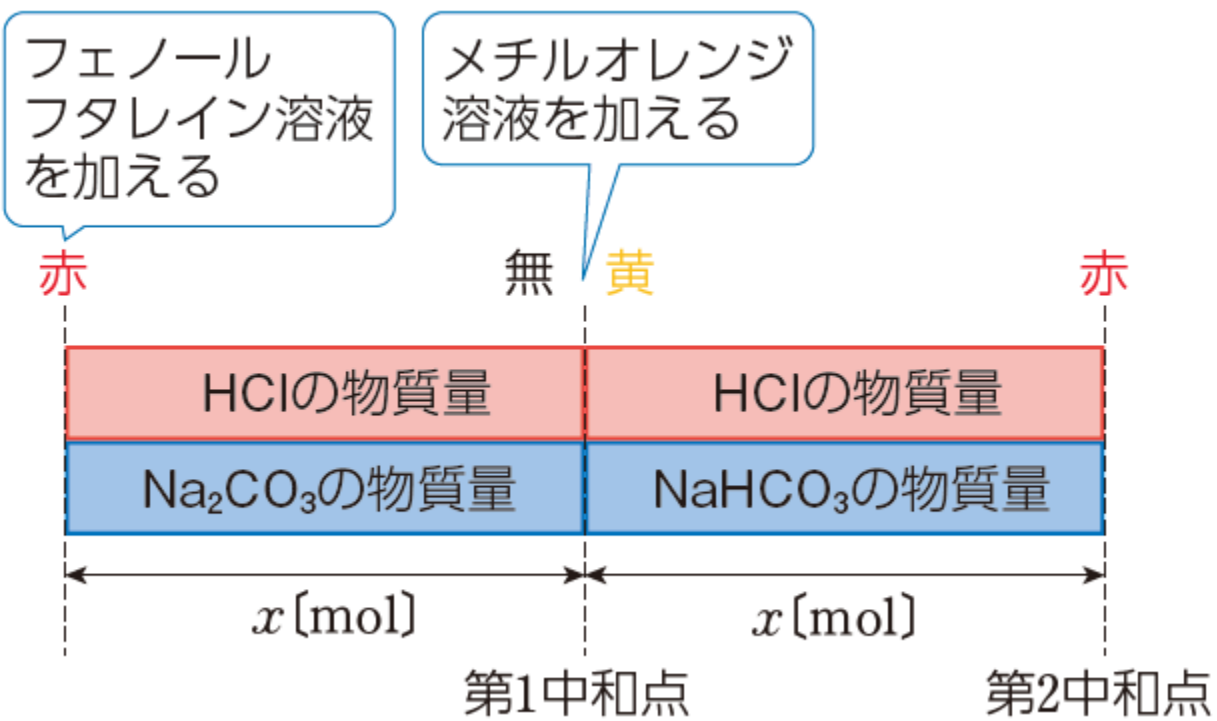
③ フェノールフタレイン
変色域 8.0～9.8

別紙64-2

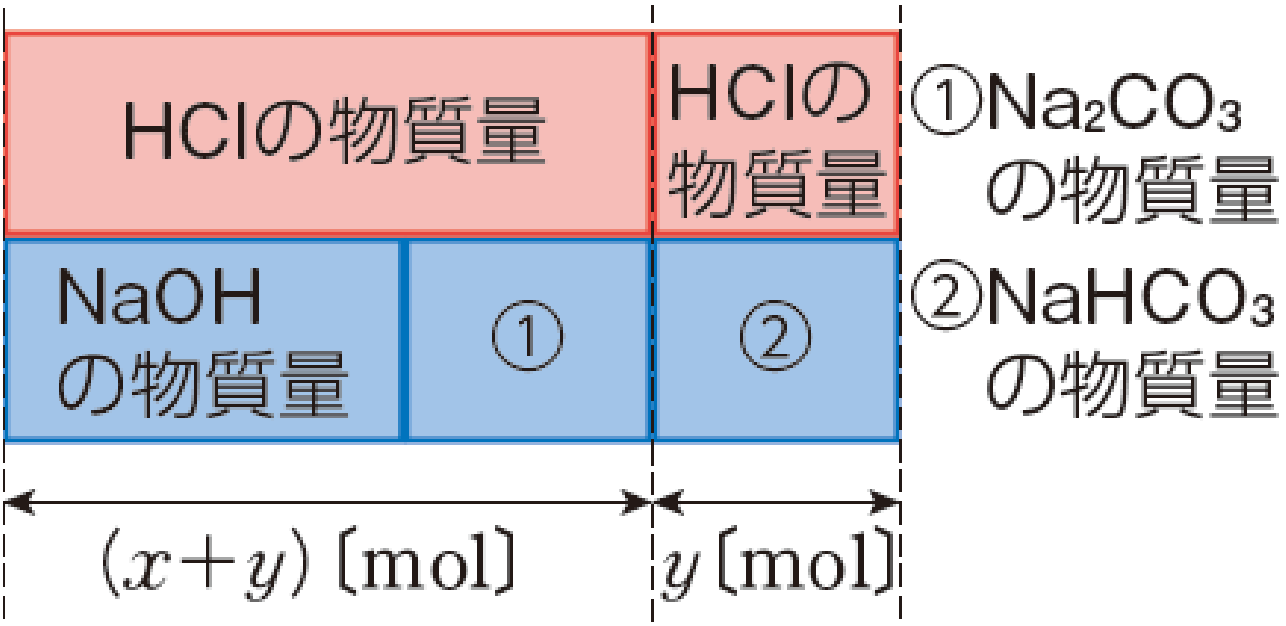


第2部　第2章　p.143　問10

問10 濃度のわからない硫酸 H_2SO_4 をアンモニア NH_3 水で滴定するとき，用いる指示薬はフェノールフタレイン，メチルオレンジのどちらか。



別紙65-1



別紙65-2

第2部　第2章　p.145　発展例題a

発展例題　混合水溶液の二段階中和

例題 α　水酸化ナトリウム NaOH と炭酸ナトリウム Na_2CO_3 の混合水溶液 10.0 mL にフェノールフタレイン溶液を加え，0.10 mol/L 塩酸で滴定すると，12.0 mL で赤色が消えた。メチルオレンジ溶液を加えてさらに滴定すると，赤色になるまでに 4.0 mL を要した。混合水溶液中の水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの物質量を求めよ。

別紙65-3

第2部　第2章　p.145　発展例題b

発展例題　**混合水溶液の二段階中和**

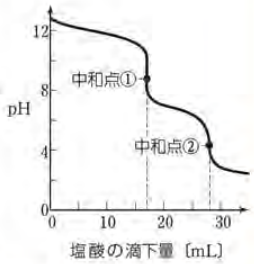
例題 β　水酸化カリウム KOH と炭酸ナトリウム Na_2CO_3 の混合水溶液がある。

以下の中和滴定によって，それぞれの質量を求めた。

(I)　100 mL のコニカルビーカー中に混合水溶液 10.0 mL をホールピペットではかり取った。

(II)　(I)に蒸留水 40 mL を加えて，pH メーター(pH 電極)を準備した。

(III)　(II)の溶液をかくはんしながら，50 mL のビュレットから 0.100 mol/L 塩酸を加え，塩酸の滴下量と pH をそのつど記録し，右の滴定曲線が得られた。



右の滴定曲線において，塩酸の滴下量は中和点①が 17.0 mL，中和点②が 28.0 mL であった。

10.0 mL の混合水溶液中に含まれる KOH と Na_2CO_3 の質量はそれぞれ何 mg か。(KOH＝56.0，Na_2CO_3＝106)

別紙65-4

別紙66-1

注意　保護眼鏡をかけて行う。

【操作】Ⅰ．NaOH 水溶液の正確な濃度測定(標定)

① シュウ酸二水和物 0.63 g をビーカーに取り，蒸留水 50 mL 程度を加えて溶かし，メスフラスコに移す。用いたビーカーを少量の水で何度か洗い，この液(洗液)もメスフラスコに移す。メスフラスコの標線まで水を加えて 100 mL とし，栓をしてよく振り混ぜる。(一次標準溶液の調製)

② 安全ピペッターとホールピペットを用いて，①の水溶液 10 mL をコニカルビーカーにはかり取り，フェノールフタレイン溶液を 1，2 滴加える。

別紙66-2

ケミ探 Gold　探究問題 B　4 種類の塩基性水溶液を見分けよう　教科書 p.148-149

【課題】　無色透明な水溶液 A～D は，すべて 0.10mol/L の濃度で塩基性を示し，水酸化ナトリウム，水酸化バリウム，アンモニア，炭酸水素ナトリウムのいずれかを含む。これまで学習した酸・塩基と塩の知識を活用し，これらの水溶液を見分ける実験を計画しよう。

【用いる器具・試薬】すべて 1 回は用いること。
2mL 駒込ピペット，目盛つき試験管(1mL 刻み目盛)，pH 試験紙(変色域 pH 0～14)，0.10mol/L 塩酸，2.0mol/L 塩酸，フェノールフタレイン溶液

別紙66-3

別紙66-4

別紙67-1

別紙67-2

ケミ探Gold　探究問題 B　４種類の塩基性水溶液を見分けよう　結果

水溶液 A，B，C，D

操作１　[(1)　pH 試験紙　]で調べる

グループ１　pH 約[(4)　13　]

グループ２　pH 11 以下

操作２　フェノールフタレインを指示薬として[(2)　0.10　]mol/L 塩酸で中和滴定する

操作３　[(3)　2.0　]mol/L 塩酸を加えて変化を観察する

中和点までの塩酸の滴下量

約１mL　[(ア)　NaOH　]　B

約[(5)　2　]mL　$Ba(OH)_2$　A

変化の様子

[(6)　気泡が発生　]　$NaHCO_3$　C

変化しない　[(イ)　NH_3　]　D

含まれる物質

別紙67-3

食品分析の研究者に聞きました　食の安全をチェックする

interview

p151では，食品のパッケージに記載されている，成分表示は成分分析実験の結果にもとづいて記載されていることや食品分析に関連する内容を聞きました。
ここでは，食品分析の研究者に聞いた詳しいお話を記載します。
食の安全をチェックする食品分析についてさらに理解を深めましょう。

食品の成分表示はなぜあるのですか？

別紙67-4

① 酸・塩基

	酸	塩 基
アレニウスの定義	水中で［水素イオン］H^+を生じる物質	水中で［水酸化物イオン］OH^-を生じる物質
ブレンステッド・ローリーの定義	水素イオンH^+を［与える］物質	水素イオンH^+を［受け取る］物質

別紙68-1

第2部　第2章　p.153章末問題　章末問題1

1 酸・塩基の分類　★☆☆　▶33

次の酸・塩基について，下の問いに答えよ。

硝酸，酢酸，リン酸，硫酸，アンモニア，水酸化カルシウム，水酸化カリウム

(1) 3価の酸を選び，化学式で答えよ。　(2) 2価の強塩基を選び，化学式で答えよ。

別紙68-2

第2部　第2章　p.153章末問題　章末問題2

2 pH　★★☆　▶34 B

(1) 0.40 g の水酸化ナトリウムを水に溶かして 100 mL の水溶液にすると pH はいくらか。

(2) 0.10 mol/L の酢酸の pH は 3 であった。この酢酸の電離度はいくらか。

別紙68-3

第2部　第2章　p.153章末問題　章末問題3

3 水溶液の希釈と pH　★☆☆　▶ 35 A

次の水溶液を水で 100 倍にうすめると，それぞれ pH はいくらになるか。

(1) pH 2 の塩酸　　(2) pH 12 の水酸化ナトリウム水溶液

別紙68-4

第2部　第2章　p.153章末問題　章末問題4

4 塩の性質　★☆☆　▶ 37

次の①～⑤の塩について，下の問いに答えよ。

① NaCl　② NH_4Cl　③ CH_3COONa　④ $NaHCO_3$　⑤ Na_2CO_3

(1) 強酸と強塩基からなる塩をすべて選べ。　(2) 水溶液が塩基性を示すものをすべて選べ。

(3) 水溶液に塩酸を加えて気体が発生するものを選び，そのときの変化を化学反応式で表せ。

別紙69-1

第2部　第2章　p.153章末問題　章末問題5

5 混合溶液の pH　★★☆　▶34, 38

0.030 mol/L 塩酸 100 mL と 0.010 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 100 mL を混合した水溶液の水素イオン濃度と pH を求めよ。

別紙69-2

第2部　第2章　p.153章末問題　章末問題6

6 酸の強弱と中和　★★★ 記述　▶34, 38

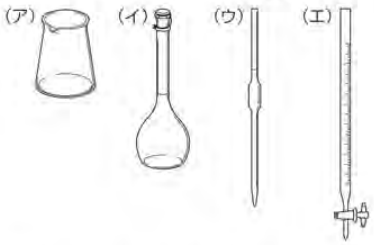
同じ体積の pH 3 の塩酸と酢酸水溶液では，中和に必要な水酸化ナトリウム水溶液はどちらが多いか。理由も答えよ。

第2部　第2章　p.153章末問題　章末問題7

7 中和滴定　★★☆　▶ 38 ~ 40

食酢 10 mL を(①)で正確にはかり取り，100 mL の(②)に入れ，水で正確に 10 倍にうすめた。この水溶液を別の(①)で 10 mL はかり取り(③)に入れ，指示薬を 1，2 滴加えた。(④)から 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を滴下すると 7.5 mL で中和点に達した。

(1) ①～④の器具を右から選び，記号で答えよ。

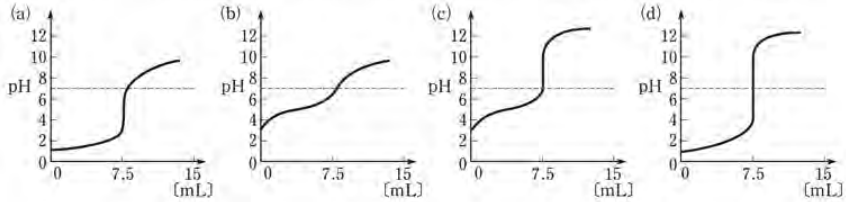


(2) 食酢中の酸は酢酸のみとすると，うすめた食酢中の酢酸のモル濃度は何 mol/L か。

(3) 食酢(密度 1.0 g/mL)に含まれる酢酸の質量パーセント濃度は何%か。

(4) 指示薬として用いるものの名称を答えよ。

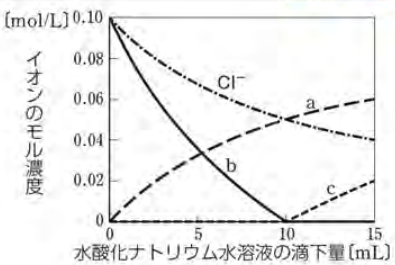
(5) この実験の滴定曲線を表したものは，(a)～(d)のどれか。ただし，グラフの横軸は滴下した水酸化ナトリウム水溶液の体積を示す。



第2部　第2章　p.154 思考力を鍛える1

1 中和滴定とイオンのモル濃度　★★☆　▶ 36 A, 39

0.10 mol/L 塩酸 HCl 10 mL に 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を滴下するときの，混合水溶液中に存在する各イオンのモル濃度の変化を右図に示す。曲線 a～c はそれぞれ H^+，Na^+，OH^- のどのイオンのモル濃度の変化を示しているか答えよ。



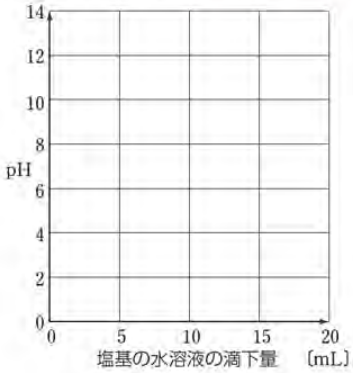
第2部　第2章　p.154思考力を鍛える2

2 滴定曲線 ★★☆

33 B, 38, 40

1価の酸の 0.10 mol/L 水溶液 10 mL を，ある1価の塩基の水溶液で中和滴定した。塩基の水溶液の滴下量と pH の関係を表に示す。

滴下量(mL)	pH	滴下量(mL)	pH
0.0	3.0	10.0	9.0
2.0	3.9	11.0	11.7
6.0	4.7	13.0	12.2
8.0	5.1	17.0	12.7
9.0	5.5	20.0	12.8



(1) この表をもとに，滴定曲線をかけ。

(2) 滴定に用いた酸の電離度を求めよ。

(3) 滴定に用いた塩基の水溶液の濃度は何 mol/L か。

(4) この滴定の指示薬としてメチルオレンジ，フェノールフタレインのどちらを，使用するのが適しているか答えよ。

(5) この滴定に用いた塩基の水溶液を用いて，0.10 mol/L 硫酸 10 mL を中和滴定した場合，中和に要する体積は何 mL か。

第2部　第2章　p.154思考力を鍛える3

3 中和滴定 ★★☆

▶ 38, 39

0.050 mol/L シュウ酸 $(COOH)_2$ 水溶液 10 mL を，(①)でコニカルビーカーにはかり取り，フェノールフタレイン溶液を 1，2 滴加える。水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を(②)に入れ，活栓の下の空気を追い出し，はじめの目盛 v_1 を読む。水溶液を少しずつ滴下し振り混ぜ，溶液がわずかに赤くなり振り混ぜても色が消えなくなったときの目盛 v_2 を読む。

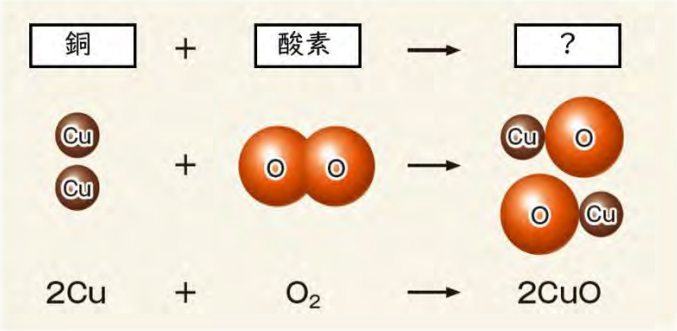
(1) ①，②に入る器具の名称を答えよ。

(2) 滴定を 5 回行った結果は，下表のようになった。この水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度を有効数字 2 桁で求めよ。ただし，複数回の測定値を平均するときは，誤差の大きいデータは除外する。

実験回数	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
はじめ v_1(mL)	0.85	10.90	1.33	10.89	2.15
滴定後 v_2(mL)	10.90	20.42	10.89	20.43	11.70

別紙70-3

銅が酸化されてできる物質を何というか。



銅酸素

酸化銅

酸素銅

銅化酸素

ヒント

答え合わせ

別紙70-4

別紙71-1

第2部　第3章　p.156 問1

問1 次の下線部の物質が酸化されたか，還元されたかを，酸素や水素の授受で説明せよ。

(1) $\underline{Fe_2O_3} + 2Al \longrightarrow 2Fe + Al_2O_3$　　(2) $\underline{CH_4} + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$

(3) $H_2S + \underline{Cl_2} \longrightarrow S + 2HCl$

別紙71-2

	酸素 O	水素 H	電子 e^-	酸化数
酸化される				酸化数が増加
還元される				

別紙71-3

第2部　第3章　p.157 問2

問2 次の下線部の物質が酸化されたか，還元されたかを，電子 e^- の授受で説明せよ。

(1) $2\underline{Na} + \underline{Cl_2} \longrightarrow 2NaCl$　　(2) $2\underline{Mg} + \underline{O_2} \longrightarrow 2MgO$

(3) $\underline{Cu^{2+}} + \underline{Zn} \longrightarrow Cu + Zn^{2+}$　　(4) $\underline{Cl_2} + 2\underline{I^-} \longrightarrow 2Cl^- + I_2$

別紙71-4

規則
1　単体の 原子の酸化数は 0 とする

例
$\underset{0}{\underline{H_2}}$　$\underset{0}{\underline{O_2}}$　$\underset{0}{\underline{Cl_2}}$　$\underset{0}{\underline{Fe}}$

別紙72-1

次の原子の酸化数をそれぞれ求めよ。

(1) 硝酸イオン NO_3^- 中の窒素原子 N

(2) 過マンガン酸カリウム $KMnO_4$ 中のマンガン原子 Mn

別紙72-2

第2部　第3章　p.159　例題1

例題 1　酸化数の計算

問　次の原子の酸化数をそれぞれ求めよ。

(1) 硝酸イオン NO_3^- 中の窒素原子 N

(2) 過マンガン酸カリウム $KMnO_4$ 中のマンガン原子 Mn

別紙72-3

第2部　第3章　p.159　類題1

類題 1　次の下線で示す原子の酸化数をそれぞれ求めよ。

(1) $\underline{N}_2$　　(2) $\underline{Fe}^{3+}$　　(3) $\underline{N}O_2$

(4) $H_3\underline{P}O_4$　　(5) $\underline{S}O_3^{2-}$　　(6) $H\underline{C}O_3^-$

(7) $\underline{Fe}SO_4$

別紙72-4

第2部　第3章　p.159 問3

問 3　次の各変化で，下線で示す原子が酸化されたか，還元されたかを，酸化数の変化で説明せよ。

(1) $H_2\underline{O} \longrightarrow H_2\underline{O}_2$　　(2) $K\underline{Cl}O_3 \longrightarrow K\underline{Cl}$　　(3) $\underline{Cr}_2O_7^{2-} \longrightarrow \underline{Cr}^{3+}$

別紙73-1

・**還元**される　・電子 e^- を**受け取る**
・酸化数が**減少**する

手順	**酸化剤**
(反応の例)	過マンガン酸イオン MnO_4^- が Mn^{2+} に変化する場合(硫酸酸性)
①　反応物を左辺に，生成物を右辺に書く	MnO_4^- ⟶ Mn^{2+} 反応物　生成物 〔酸化剤〕

別紙73-2

第2部　第3章　p.161 問4

問4 次の酸化剤・還元剤の働きを示すイオン反応式をつくれ。
(1) 酸化剤 $Cr_2O_7^{2-}$ が Cr^{3+} に変化する。　(2) 還元剤 H_2S が S に変化する。

別紙73-3

第2部　第3章　p.163 問5

問5 次の各物質の組み合わせで起こる酸化還元反応を化学反応式で表せ。

(1) 硫酸鉄(Ⅱ) $FeSO_4$ と過酸化水素 H_2O_2（硫酸酸性）　(2) 二酸化硫黄 SO_2 と二クロム酸カリウム $K_2Cr_2O_7$（硫酸酸性）

別紙73-4

別紙74-1

【目的】種々の酸化還元反応を行って原子の酸化数の変化を考察し，反応における電子の授受の関係を調べる。また，酸化剤や還元剤の働き方についても考察する。

【準備】0.02 mol/L 過マンガン酸カリウム水溶液，0.1 mol/L ヨウ化カリウム水溶液，0.1 mol/L 塩化鉄(Ⅲ)水溶液，0.1 mol/L 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液，1mol/L 硫酸，1 % デンプン水溶液，うすいヨウ素溶液，亜鉛粉末，3 % 過酸化水素水，駒込ピペット，試験管

注意保護眼鏡をかけて行う。

別紙74-2

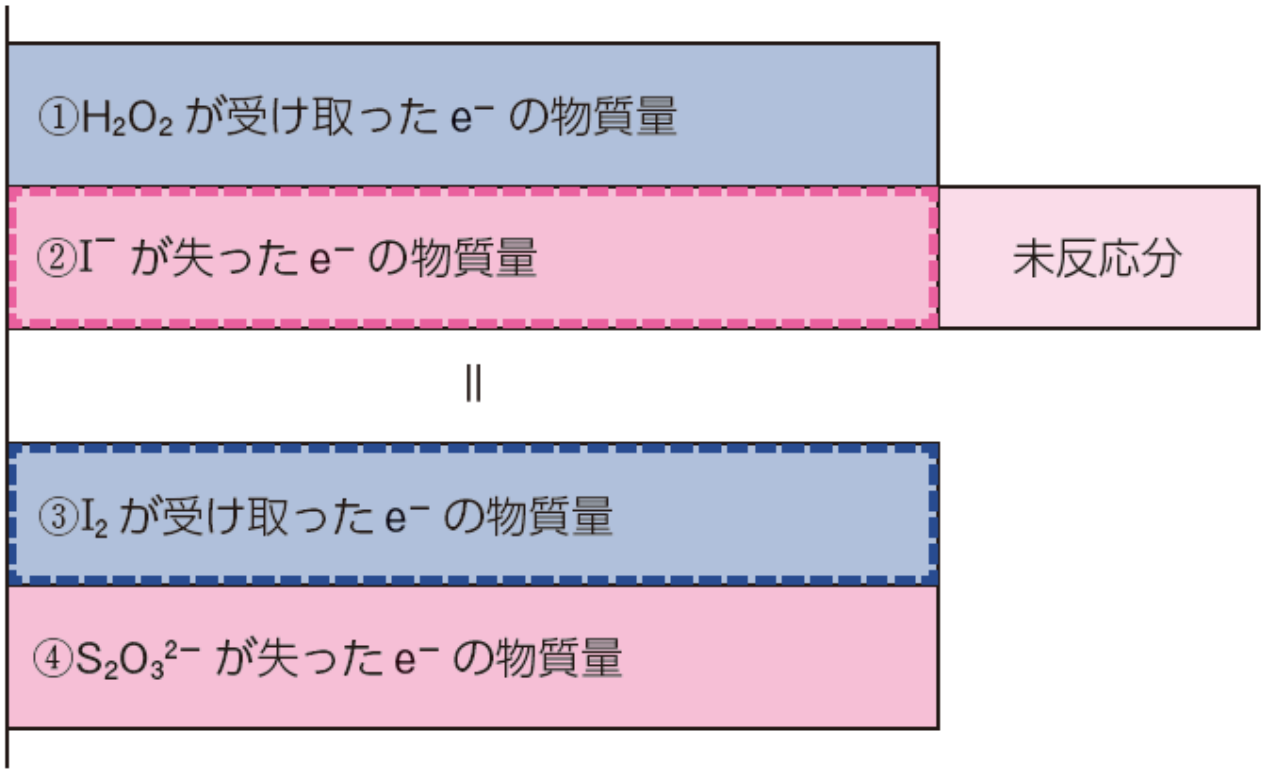
第2部　第3章　p.166　例題2

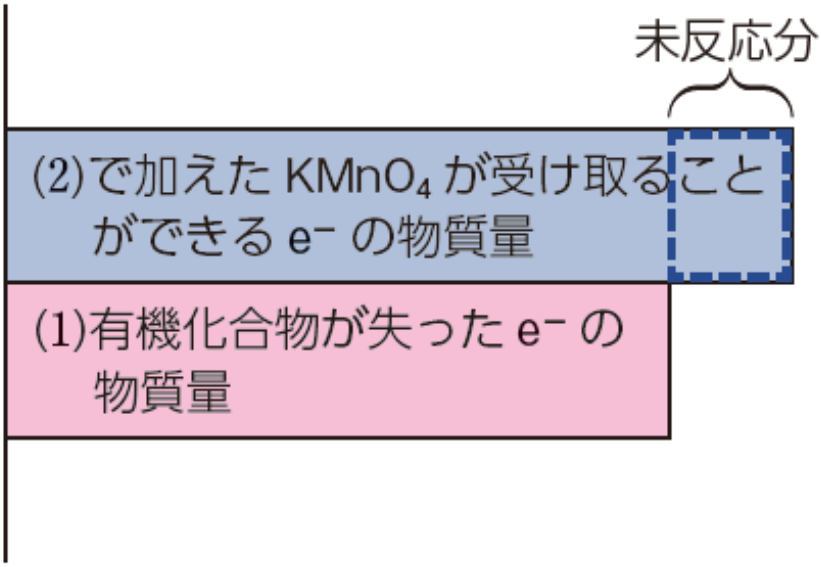
例題 2　酸化剤と還元剤の量的関係

問　濃度がわからない過マンガン酸カリウム $KMnO_4$ 水溶液 10 mL に，硫酸酸性のもとで 0.050 mol/L シュウ酸 $(COOH)_2$ 水溶液 8.0 mL を加えると，過不足なく反応した。過マンガン酸カリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。

第2部　第3章　p.166　類題2

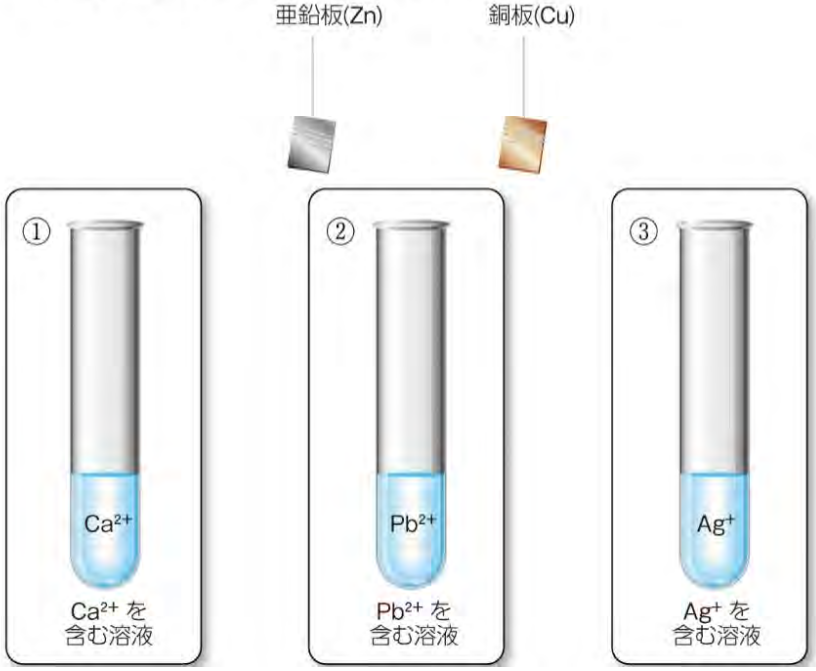
類題2　市販のオキシドール(過酸化水素 H_2O_2 の水溶液)を 10 倍にうすめた水溶液をつくり，そのうち 10 mL を硫酸酸性のもとで，0.020 mol/L 過マンガン酸カリウム $KMnO_4$ 水溶液を用いて滴定すると，22 mL を要した。市販のオキシドールに含まれる過酸化水素のモル濃度は何 mol/L か。



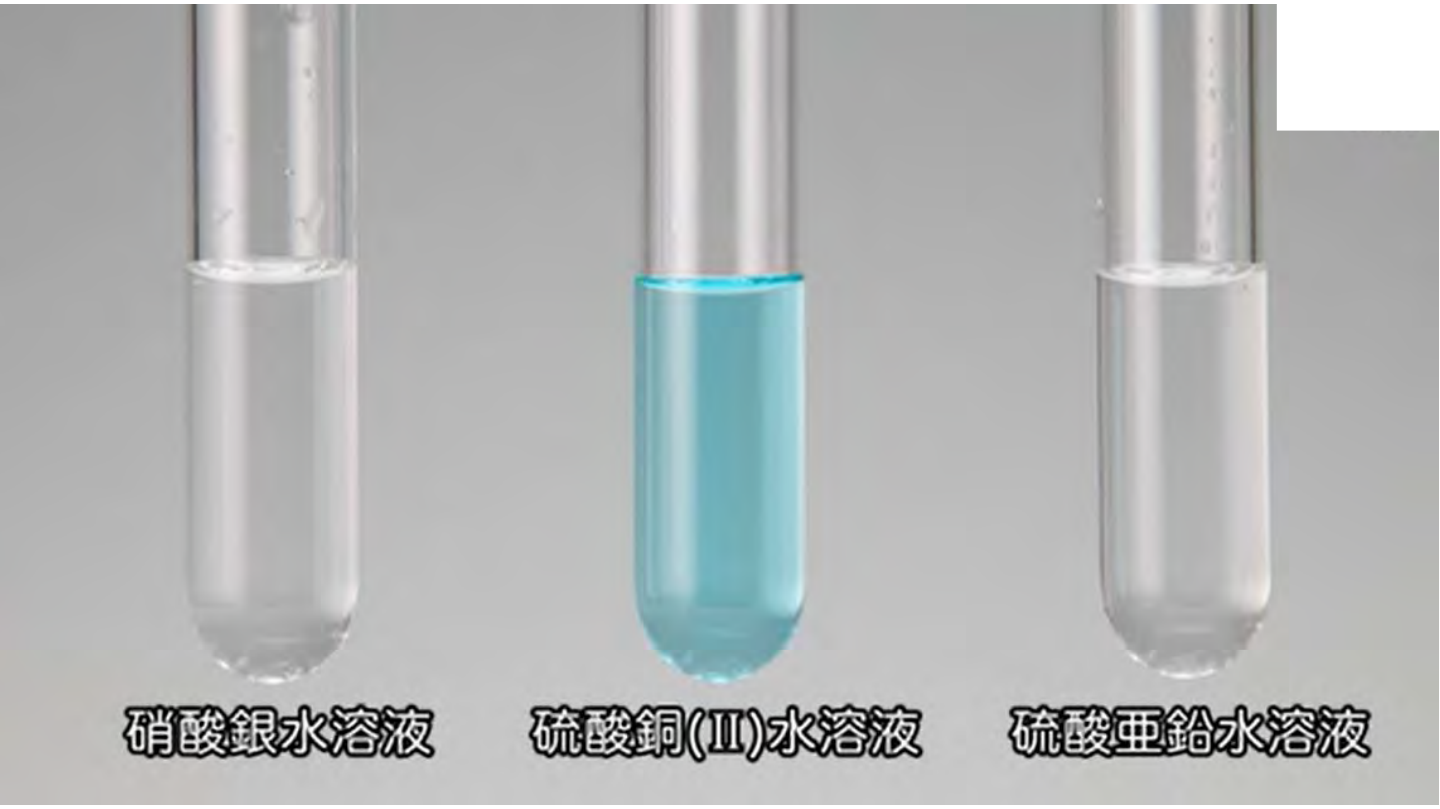


Choose
イオン化傾向

Zn板とCu板を浸したとき，Zn板のみに金属樹が生じる溶液はどれか。
正しい溶液を選び，タップせよ。



別紙75-3



別紙75-4

【目的】金属と他の金属イオンの水溶液の組合せで金属樹をつくり，イオン化傾向の大小を比較する。

【準備】銅板，鉄釘(希塩酸で表面を洗ったもの)，0.1 mol/L 硝酸銀水溶液，0.1 mol/L 硫酸銅(Ⅱ)水溶液，0.1 mol/L 硫酸亜鉛水溶液，駒込ピペット，保護眼鏡

注意　硝酸銀水溶液が皮膚につかないようにする。

【操作】次の各組み合わせで，それぞれ試験管に取った 0.1mol/L 水溶液 3mL に金属を加えて静置し，変化を観察する。

(a)　硝酸銀水溶液，銅板：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

(b)　硫酸銅(Ⅱ)水溶液，鉄釘：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

(c)　硫酸亜鉛水溶液，鉄釘：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

別紙76-1

第2部　第3章　p.171 問6

問 6 次の組み合わせで実験を行った。化学変化が起こるものをすべて選び，その反応をイオン反応式で表せ。

(1) $CuSO_4$ 水溶液に鉄釘 Fe を入れる。　(2) $ZnSO_4$ 水溶液に銅 Cu 板を入れる。

(3) $AgNO_3$ 水溶液に亜鉛 Zn 板を入れる。

別紙76-2

別紙76-3

【目的】金属と水や酸との反応を調べ，イオン化傾向の大小を比較する。

【準備】ナトリウム(約 2mm 角)，マグネシウムリボン(約 2cm，表面をよく磨いたもの)，銅の小片，鉄釘(希塩酸で表面を洗ったもの)，3mol/L 塩酸，濃硝酸，フェノールフタレイン溶液，試験管，ピンセット，駒込ピペット，着火器具，ガスバーナー

注意保護眼鏡をかけて行う。また，ナトリウムは直接手を触れず必ず乾いたピンセットで扱う。

別紙76-4

第2部　第3章　p.172 問7

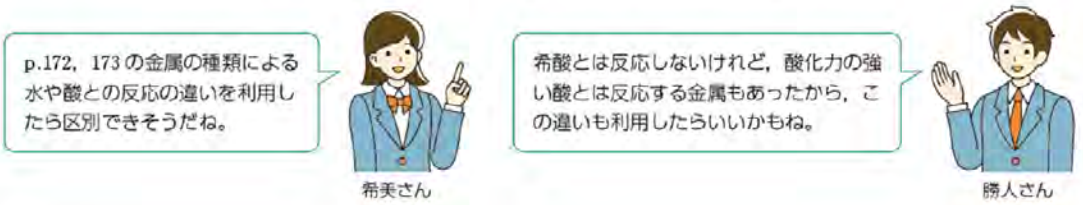
問 7 鉄 Fe は高温の水蒸気と反応して四酸化三鉄 Fe_3O_4 になる。このときの化学変化を化学反応式で表せ。

別紙77-1

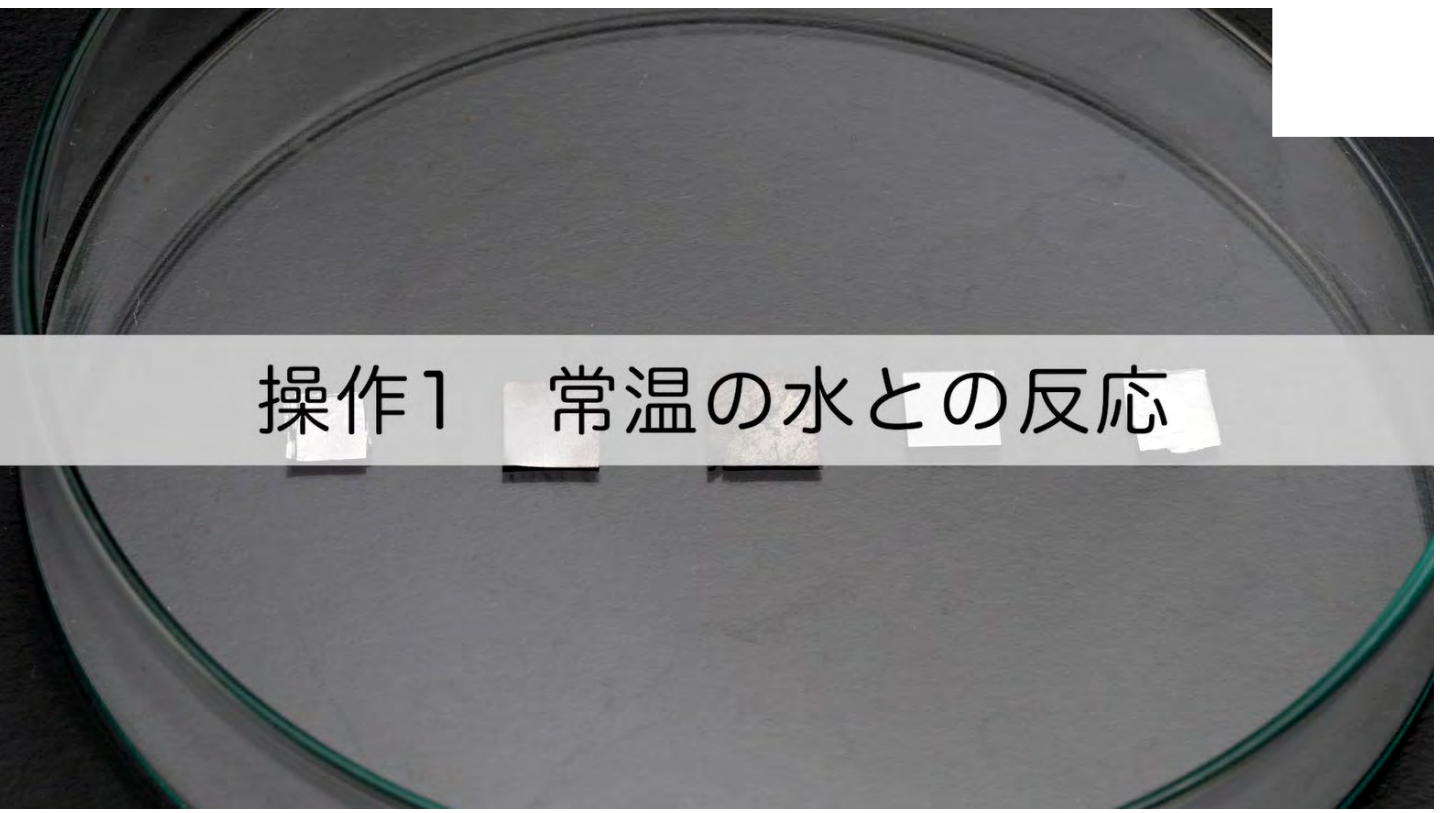
ケミ探 Gold　探究問題 C　５種類の金属を見分けよう　教科書 p.174-175

【課題】　金属片 A～E(約 1cm 角)は，銀 Ag，アルミニウム Al，カルシウム Ca，鉄 Fe，白金 Pt のいずれかである。A～E はすべて金属光沢をもち，見た目だけではどれがどの金属かを見分けにくい。これまで学習した酸化還元反応や金属のイオン化傾向の知識を活用して，これらの金属を見分ける実験を計画しよう。

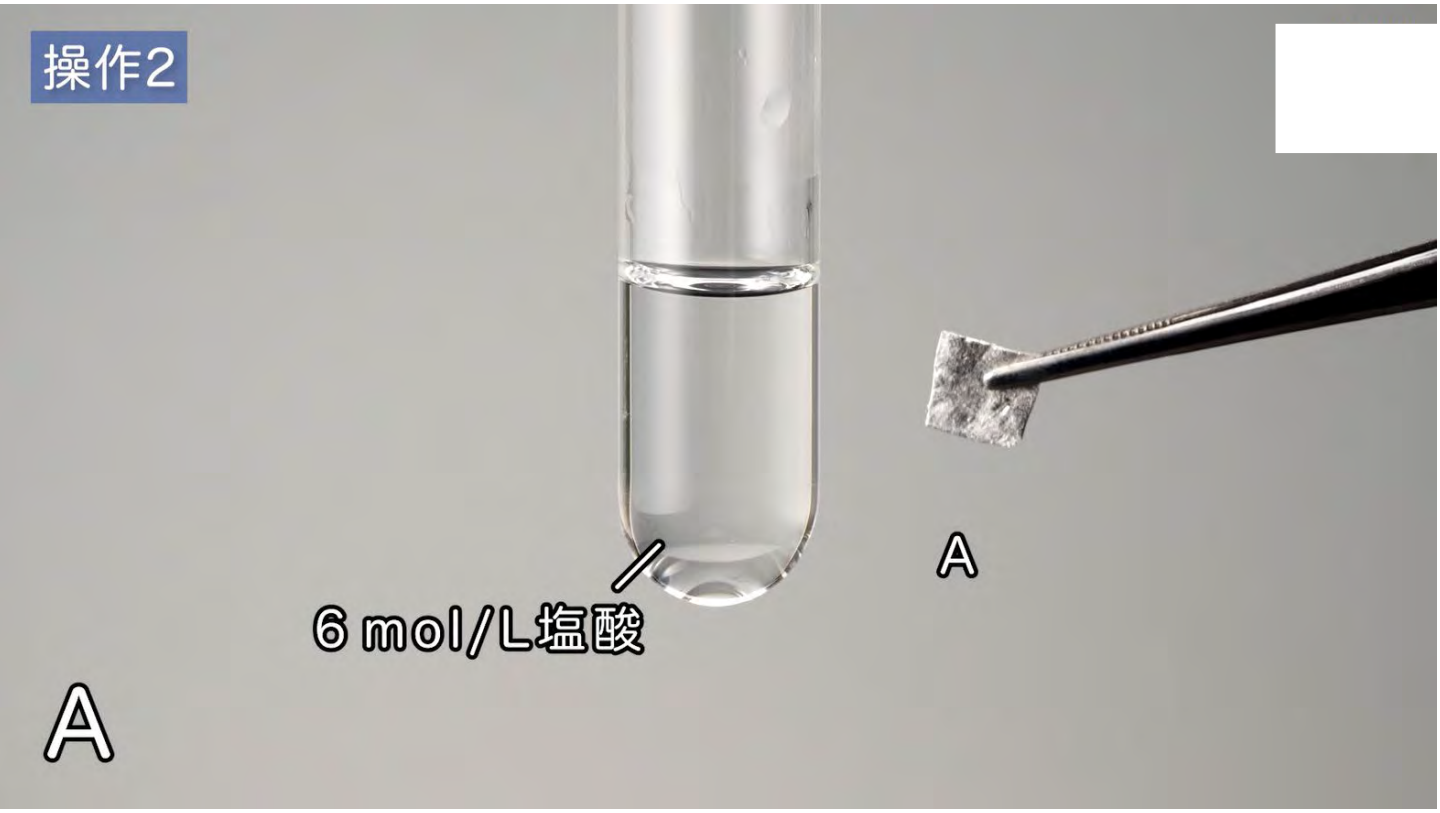
A　B　C　D　E



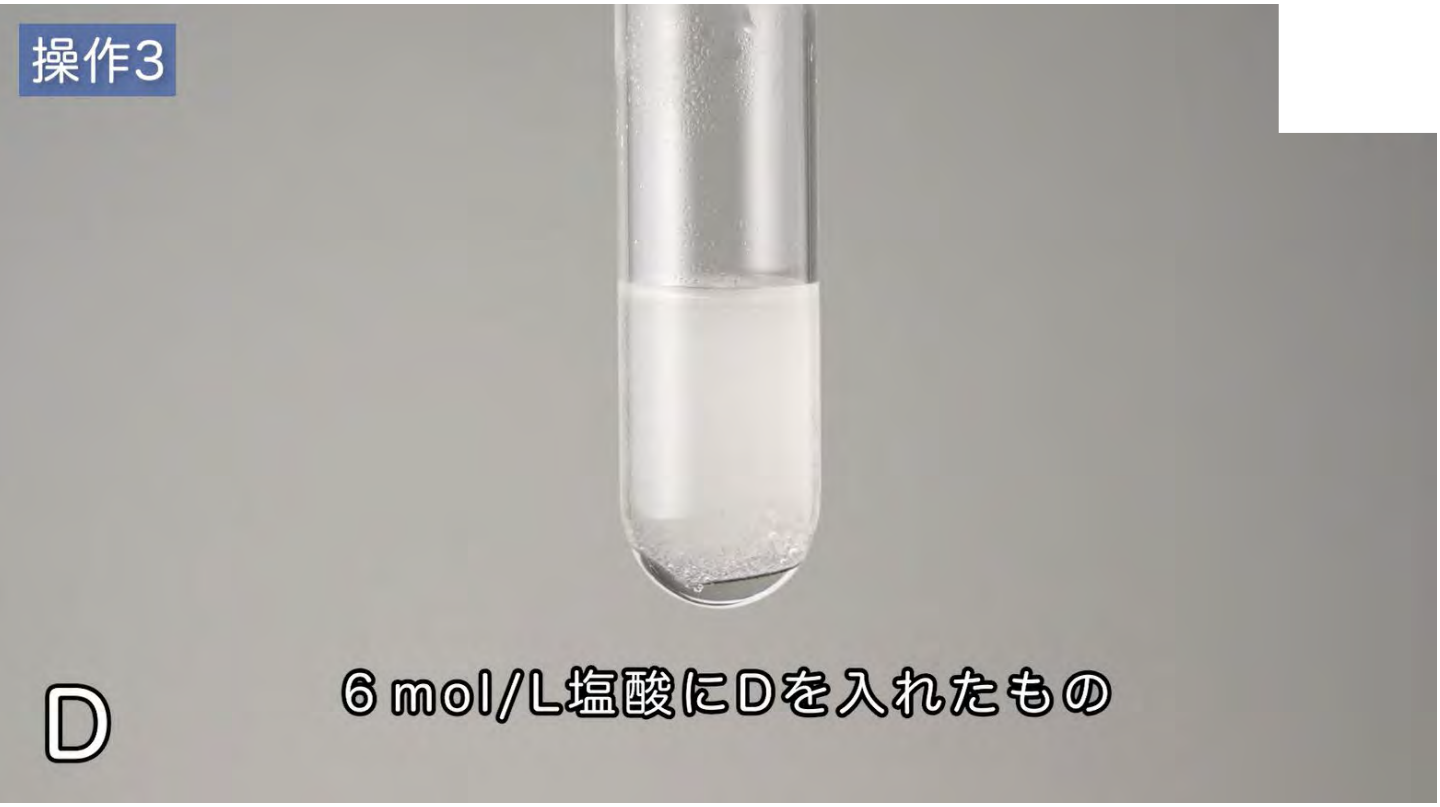
別紙77-2



別紙77-3



別紙77-4



別紙78-1

別紙78-2

ケミ探Gold　探究問題 C　5 種類の金属を見分けよう　結果

金属 A，B，C，D，E

操作 1 [(1) 常温の水]を用いる

- 反応する [(ア) Ca] → C
- 反応しない

操作 2 [(2) 希塩酸]を用いる

- 反応する

操作 3 過酸化水素水を加える

  - 変化する [(イ) Fe] → D
  - 変化しない [(ウ) Al] → B

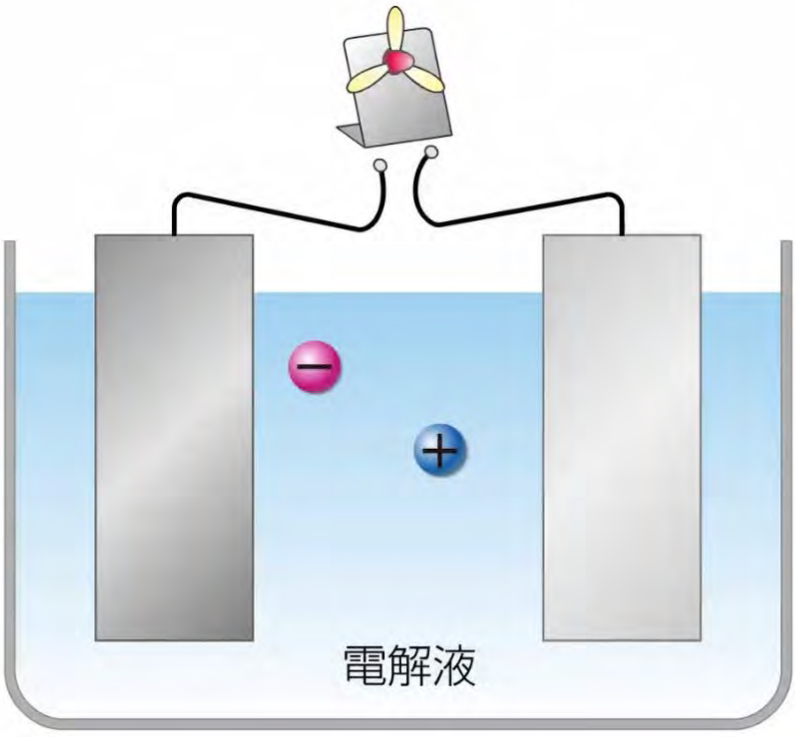
- 反応しない

操作 4 [(3) 希硝酸]を用いる

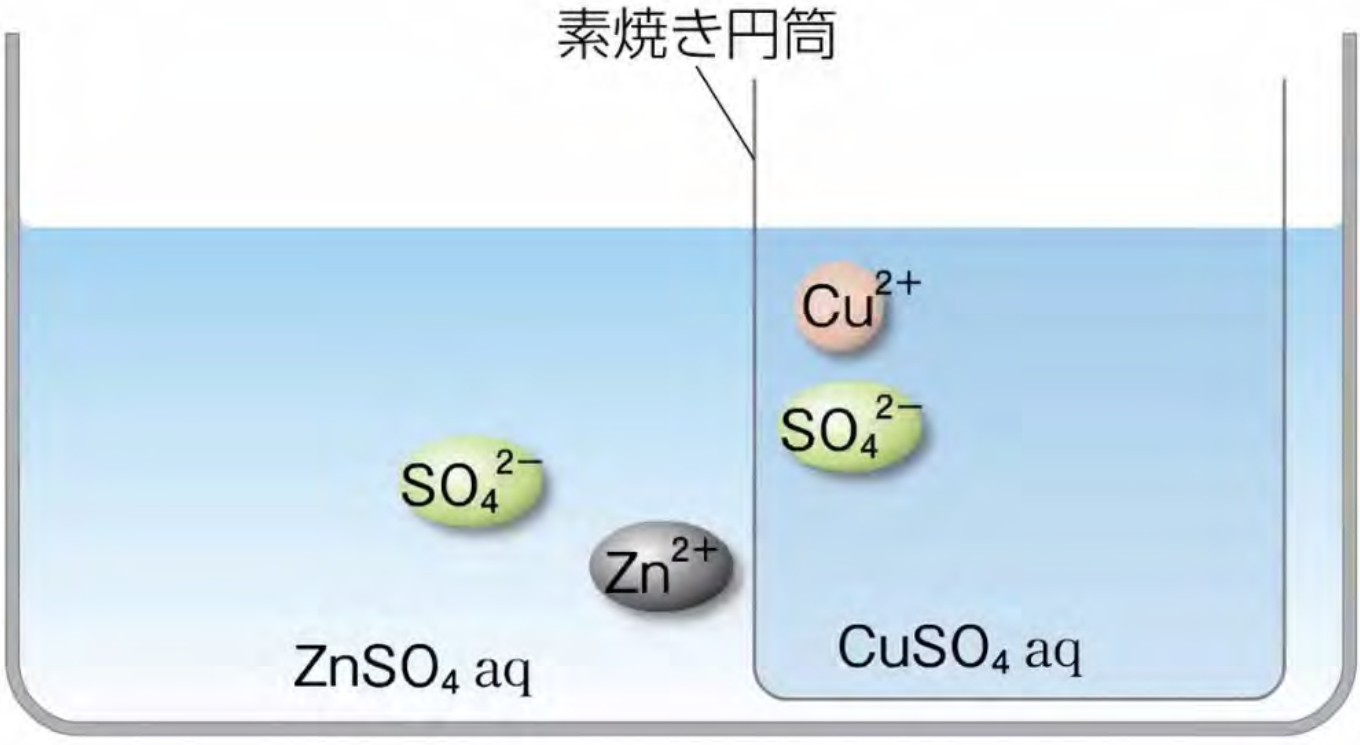
  - 反応する [(エ) Ag] → A
  - 反応しない [(オ) Pt] → E

金属の元素記号

別紙78-3



別紙78-4

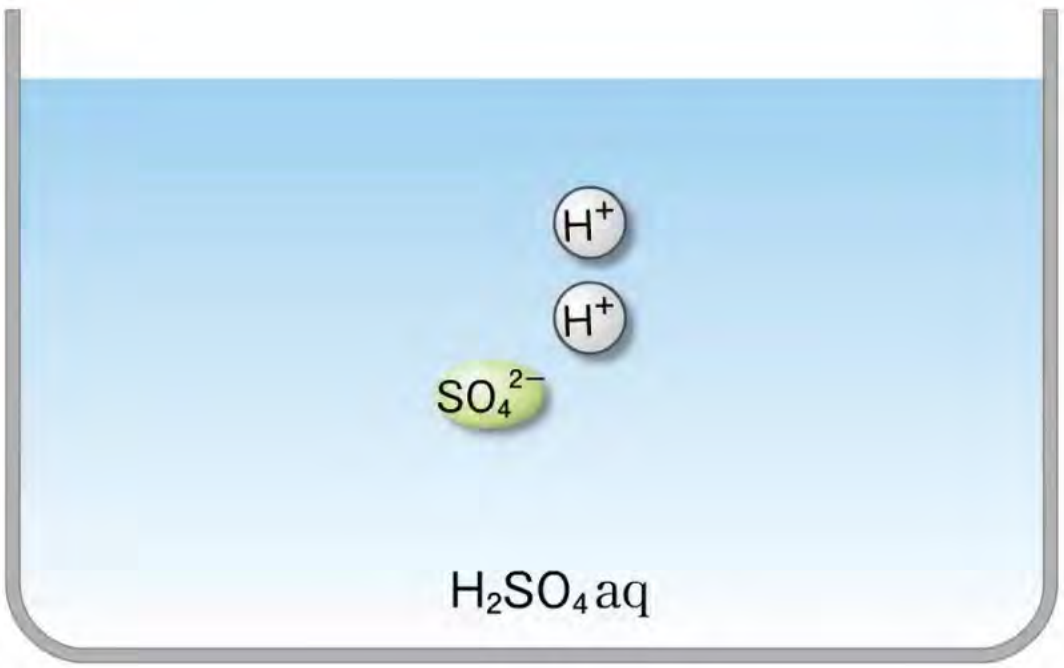


別紙79-1

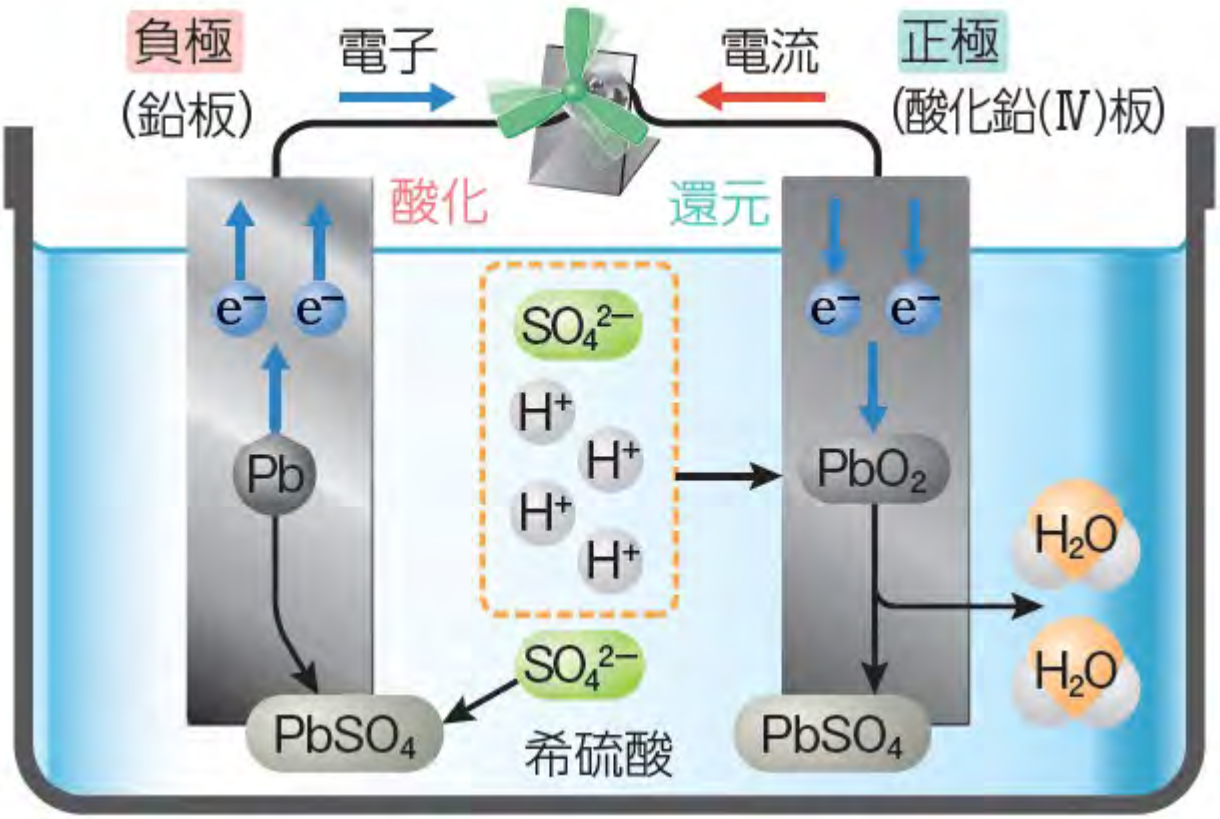
第2部　第3章　p.178 問8

問 8 ダニエル電池で起こる全体の反応を，イオン反応式で表せ。

別紙79-2



別紙79-3



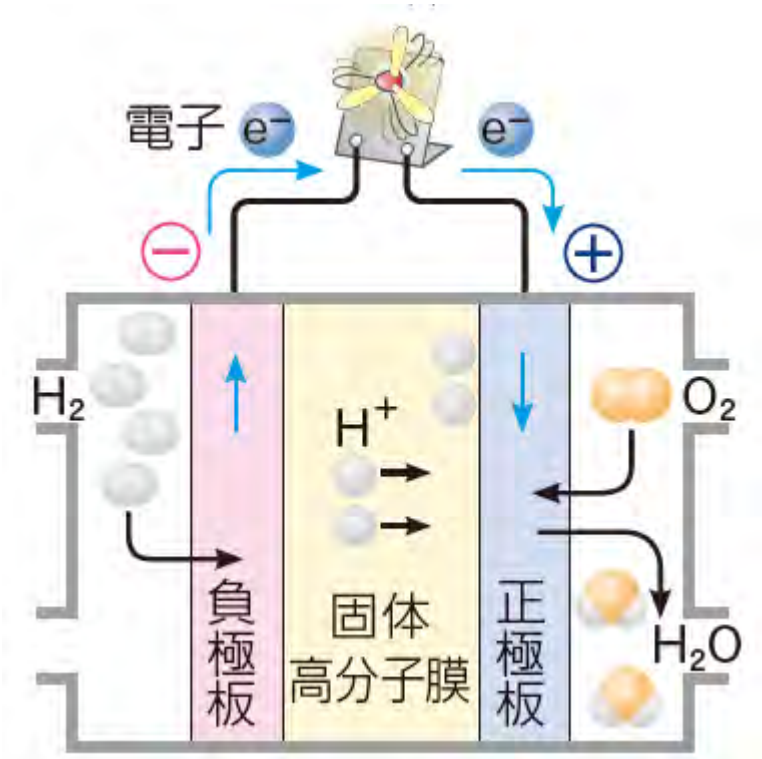
別紙79-4

第2部　第3章　p.179　発展例題a

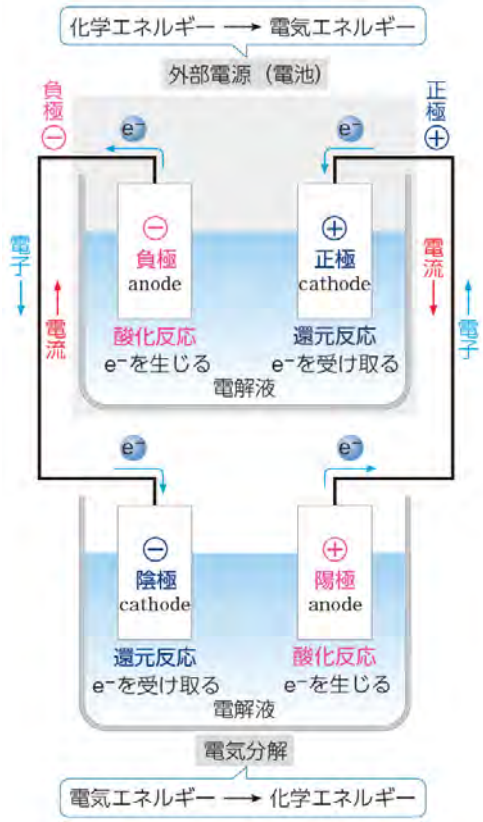
発展例題 a　鉛蓄電池の反応の量的関係

問　鉛蓄電池の放電で，電子が 2.0 mol 流れたとき，両極板の質量はそれぞれ何 g 増加したか。また，水は何 g 生じたか。
（分子量 $H_2O=18$，原子量 $Pb=207$，式量 $PbO_2=239$，$PbSO_4=303$）

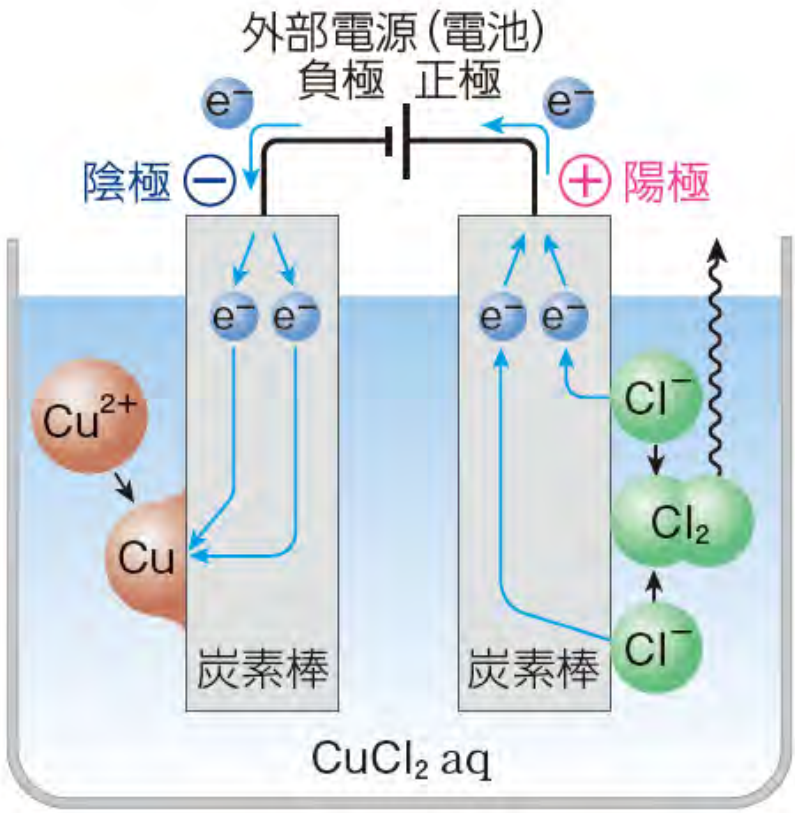
別紙80-1


電子
e⁻
e⁻
−
+
H₂
H⁺
O₂
負極板
固体高分子膜
正極板
H₂O

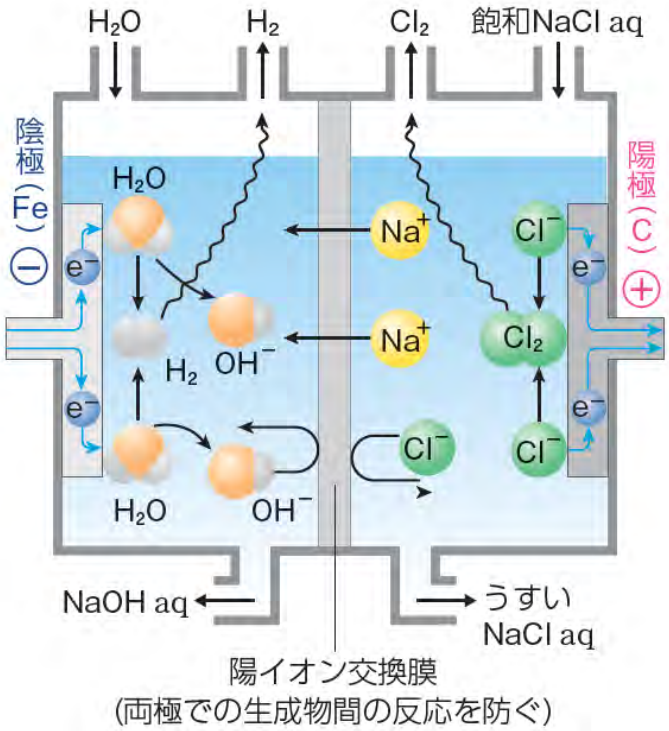
別紙80-2


化学エネルギー ⟶ 電気エネルギー
外部電源（電池）
負極 −
正極 +
e⁻
e⁻
負極
anode
正極
cathode
電子
電流
電流
電子
酸化反応
e⁻を生じる
還元反応
e⁻を受け取る
電解液
e⁻
e⁻
陰極
cathode
陽極
anode
還元反応
e⁻を受け取る
酸化反応
e⁻を生じる
電解液
電気分解
電気エネルギー ⟶ 化学エネルギー

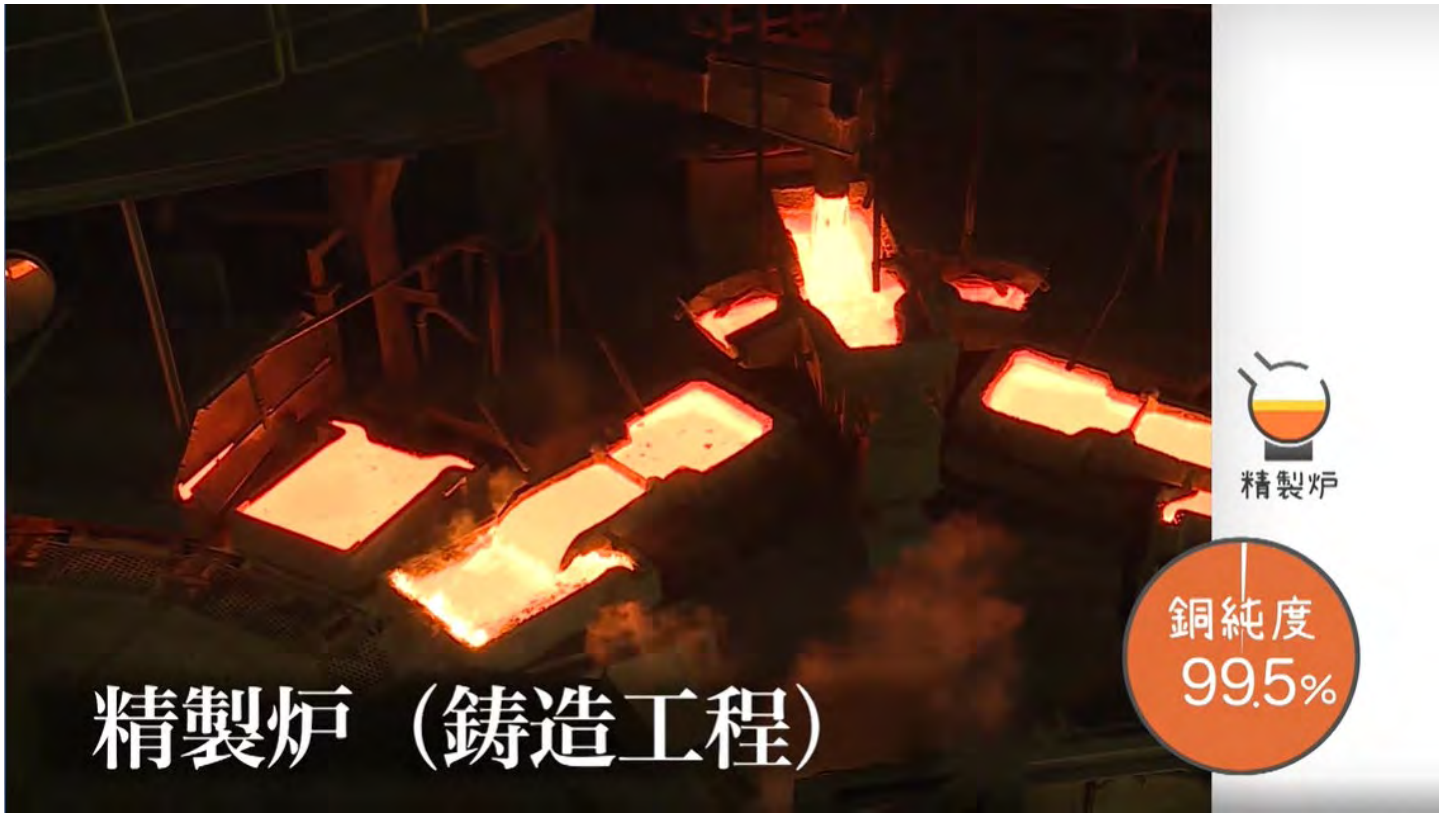
別紙80-3


外部電源(電池)
負極 正極
e⁻
e⁻
陰極 ⊖
⊕ 陽極
e⁻ e⁻
e⁻ e⁻
Cu²⁺
Cu
Cl⁻
Cl₂
Cl⁻
炭素棒
炭素棒
CuCl₂ aq

別紙80-4


H₂O
H₂
Cl₂
飽和NaCl aq
陰極(Fe)
⊖
陽極(C)
⊕
H₂O
e⁻
Na⁺
Cl⁻
Na⁺
Cl₂
H₂
OH⁻
Cl⁻
Cl⁻
H₂O
OH⁻
NaOH aq
うすい
NaCl aq
陽イオン交換膜
(両極での生成物間の反応を防ぐ)

別紙81-1



別紙81-2

第2部　第3章　p.183　発展問題1

発展問題 1　炭素棒を電極として，塩化銅(Ⅱ)$CuCl_2$ 水溶液を電気分解すると，銅 Cu が 6.35 g 生じた。このとき流れた電子は何 mol か。

別紙81-3

第2部　第3章　p.183　発展例題b

発展例題 b　ファラデーの法則

問　白金電極を用い，硫酸銅(Ⅱ)$CuSO_4$水溶液を5.00 Aの電流で16分5秒間電気分解した。析出した銅Cuの質量は何gか。また，生じた酸素O_2の体積は0℃，1.013×10^5 Paで何Lか。

別紙81-4

第2部　第3章　p.183　発展類題b

発展類題 b　白金電極を用い，水酸化ナトリウムNaOH水溶液を0.965 Aの電流で10分間電気分解した。陰極，陽極で生じる気体の名称とそれぞれの物質量を答えよ。

別紙82-1

リチウムイオン電池の研究開発者に聞きました　電池の未来を拓く

interview

p184,185では，リチウムイオン電池の仕組みや次世代の電池について記載しました。
また，p185では，リチウムイオン電池の研究開発に携わる研究開発者の仕事内容ややりがいについて記載しました。
ここでは，リチウムイオン電池の研究開発者，池内さんに聞いた詳しいお話を記載します。
リチウムイオン電池についてさらに理解を深めましょう。

どのような仕事をしていますか？

別紙82-2

	還元される
酸素O	Oを失う
水素H	Hと結びつく
電子e^-	e^-を受け取る
酸化数	減少する
酸化剤・還元剤	酸化剤：電子e^-を［受け取り］相手を［酸化］する物質で，自身は［還元されやすい］物質

第2部　第3章　p.187 章末問題1

1 酸化剤と還元剤　★☆☆　▶43

次の［　　］に適当な語句や数を記せ。

二酸化硫黄 SO_2 は，反応する相手によって酸化剤・還元剤のどちらとしても働き，硫酸酸性の過マンガン酸カリウム $KMnO_4$ 水溶液に対しては(ア)［　　］剤，硫化水素 H_2S に対しては(イ)［　　］剤として働く。H_2S との反応は次式で表される。

$$SO_2 + 2H_2S \longrightarrow 3S + 2H_2O$$

この反応で，SO_2 に含まれる硫黄原子の酸化数は(ウ)［　　］から(エ)［　　］に変化し，(イ)［　　］剤である SO_2 は(オ)［　　］されている。

第2部　第3章　p. 187 章末問題2

2 酸化・還元の反応式　★★☆　▶43, 44

p.161 の表 2 ～ 4 を参考に，次に示す酸化還元反応をそれぞれイオン反応式と化学反応式で表せ。また，酸化された原子，還元された原子とその酸化数の変化も示せ。

(1) 過マンガン酸カリウム $KMnO_4$ 水溶液と硫酸鉄(Ⅱ) $FeSO_4$ 水溶液(硫酸酸性)

(2) 銅 Cu と希硝酸 HNO_3

別紙83-1

第2部　第3章　p.187 章末問題3

3 酸化還元滴定　★★☆　▶ 45

濃度がわからない過酸化水素 H_2O_2 水 10 mL に，硫酸酸性で 0.10 mol/L 二クロム酸カリウム $K_2Cr_2O_7$ 水溶液を 16 mL 加えると，過不足なく反応した。二クロム酸カリウムと過酸化水素の半反応式はそれぞれ次式で表される。この過酸化水素水の濃度は何 mol/L か。

$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$　　$H_2O_2 \longrightarrow O_2 + 2H^+ + 2e^-$

別紙83-2

第2部　第3章　p.187 章末問題4

4 金属のイオン化傾向　★★★　▶ 46, 47

4 種類の金属A～Dについて，次の実験①～④を行った。

① A～Dの小片を冷水に加えると，Aのみが反応して気体が発生した。

② B～Dの小片を希塩酸に加えると，Bのみが反応して気体が発生した。

③ Cの硝酸塩の水溶液にDを加えると，Dの表面にCが析出した。

④ 表面をよく磨いたBとDの小片を濃硝酸に加えると，Dのみが反応して赤褐色の気体が発生した。

(1) A～Dをイオン化傾向の大きい順に並べよ。

(2) A～Dにあてはまる金属の例を 1 つずつ元素記号で答えよ。

第2部　第3章　p.187 章末問題5

5 酸化還元反応の進む向き　★★☆ 記述　▶ 44 B, 46

次の反応はどちらの向きに進むか，[　　]に矢印を入れて示し，理由を説明せよ。

(1) $2KI + Cl_2$ [　　] $2KCl + I_2$　　(2) $Cu + FeSO_4$ [　　] $Fe + CuSO_4$

第2部　第3章　p.187 章末問題6

6 酸化還元滴定の終点　★★☆ 記述　▶ 45

濃度がわかっているシュウ酸$(COOH)_2$水溶液を一定量コニカルビーカーに入れ，濃度がわからない過マンガン酸カリウム$KMnO_4$水溶液をビュレットから滴下して，硫酸酸性で酸化還元滴定を行った。反応の終点はどのように判断するか。60字程度で説明せよ。

第2部　第3章　p.188 思考力を鍛える1

1　空気電池　★★★　▶48

マグネシウムと空気中の酸素を活物質とするマグネシウム空気電池は，災害などの非常時にも使用可能な小型電源として実用化されている。

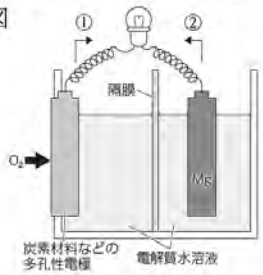
右の(a)，(b)を用いて，次の問いに答えよ。

(1) 電池全体の反応を化学反応式で表せ。

(2) 負極活物質・正極活物質は，それぞれ酸素とマグネシウムのどちらか。

(3) 電流の流れる向きは，図の①，②のどちらか。

(a) モデル図



(b) 各極で起こる変化

$O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$

$Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e^-$

第2部　第3章　p.188 思考力を鍛える2

2　酸化還元反応　★★★　▶43，44

過マンガン酸カリウム $KMnO_4$ と過酸化水素 H_2O_2 の酸化還元反応では，希硫酸を加えて酸性条件で反応させる。

(1) 溶液を酸性にするのに，塩酸や硝酸が用いられない理由を30字程度で説明せよ。

(2) 中性・塩基性でも過マンガン酸カリウムは酸化剤として働く。次の半反応式をもとに，中性・塩基性での過マンガン酸カリウムと過酸化水素の化学反応式をつくれ。

$MnO_4^- + 2H_2O + 3e^- \longrightarrow MnO_2 + 4OH^-$　　$H_2O_2 \longrightarrow O_2 + 2H^+ + 2e^-$

第2部　第3章　p.188 思考力を鍛える3

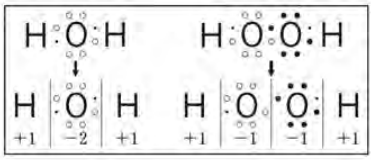
3 分子中の原子の酸化数　★★☆　42

共有結合している原子の酸化数は，次の2つの規則に従って考える。

①異なる原子間では，共有電子対は電気陰性度の大きい原子のほうへ移ったと考える。

②同じ原子間では，共有電子対を各原子に均等に割り当てる。

例えば，水分子 H_2O では，電気陰性度が O>H なので O-H 間の共有電子対は O 原子のほうへ移ったと考える。このとき，O 原子は電子2個を受け取っており酸化数は −2，H 原子は電子1個を失っており酸化数は +1 となる。

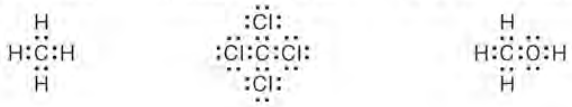


また，過酸化水素分子 H_2O_2 では，電気陰性度が O>H なので O-H 間の共有電子対は O 原子のほうへ移ったと考え，H 原子の酸化数は +1 となる。同じ原子である O-O 間の共有電子対は均等に割り当てるので，O は電子1個を受け取っており酸化数は −1 となる。

次の(1)~(3)の電子式をもとに，それぞれに含まれる炭素原子の酸化数を答えよ。

(電気陰性度　H：2.2，C：2.6，O：3.4，Cl：3.2)

(1) メタン CH_4　(2) 四塩化炭素 CCl_4　(3) メタノール CH_3OH



第2部　第3章　p.189 巻末問題1

1 混合物の分離と純物質の性質　★★☆

アルカリ金属の塩と金属の酸化物とヨウ素の混合物がある。この混合物から，それぞれの物質を分離するために，次の実験①~③を行った。下の問いに答えよ。

① 混合物を純水の中に入れて，よく撹拌して，ろ過をした。

② ①のろ液に硝酸銀水溶液を加えると，白い沈殿が見られた。

③ ①のろ紙上に残ったものを自然乾燥させ，右図の装置で試験管(大)の下から加熱すると，紫色の気体が発生し，試験管(小)の外側に固体が析出した。試験管(大)の底には黒い粉末が残っていた。

(1) ①で水に溶けた物質が何であるかを確定するには，どのような実験を行えばよいか。30字以内で答えよ。

(2) ③で析出した物質は，気体の色からヨウ素と考えられる。ヨウ素は水に溶けにくく，加熱すると気体になりやすい。理由を述べた次の文章の(ア)~(エ)に適語を入れて完成させよ。

ヨウ素は(ア)＿＿性のない(イ)＿＿結晶なので水に溶けにくい。また，(ウ)＿＿力が弱く，(エ)＿＿性をもつので，加熱すると液体を経ずに気体となる。

(3) ③で残った粉末に炭素の粉末を混ぜて加熱すると，赤色の物質が生じた。この赤色の物質は，濃硝酸を加えると二酸化窒素を発生して溶けた。③で残った粉末は何の酸化物か。次の(a)~(e)から適当なものを1つ選び記号で答えよ。

(a) 鉄　(b) 銅　(c) 銀　(d) 亜鉛　(e) アルミニウム

別紙85-1

第2部　第3章　p.189 巻末問題2

2 気体発生反応と中和反応の量的関係　★★★

塩酸の濃度を調べる次の実験①と②を行った。下の問いに答えよ。(式量 $CaCO_3=100$)

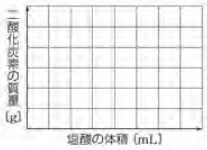
① 純粋な炭酸カルシウム $CaCO_3$ を正確に 0.250 g はかり取りビーカーに入れ，そこに塩酸を 10.0 mL ずつ加え反応させた。反応前後の質量変化から発生した二酸化炭素の質量を求め，結果を 表 にまとめた。

▼ 表　加えた塩酸の体積と発生した二酸化炭素の質量

塩酸の体積〔mL〕	10	20	30	40
二酸化炭素の質量〔g〕	0.044	0.088	0.110	0.110

② 試薬瓶(しやくびん)に 0.200 mol/L と書かれた水酸化ナトリウム水溶液を使って，フェノールフタレインを指示薬とし，①と同じ塩酸 10.0 mL で中和滴定を行った。水酸化ナトリウム水溶液を 12.5 mL 加えると中和点に達した。

(1) 表 の結果を右のグラフに表し，そのグラフを使って塩酸の濃度を求めよ。



(2) ②の結果から，塩酸の濃度を求めよ。

(3) ①と②の実験より求めた塩酸の濃度が一致しない原因として考えられることを，次の(a)～(c)から 1 つ選び記号で答えよ。

(a) 指示薬にフェノールフタレインを使用したから。

(b) 水酸化ナトリウム水溶液の濃度が試薬瓶の表記より小さかったから。

(c) 中和滴定に用いたコニカルビーカーを，塩酸によって共洗いしなかったから。

別紙85-2

第2部　第3章　p.190 巻末問題3

3 白色粉末の識別　★★★

白色粉末 A～F があり，塩化ナトリウム，炭酸水素ナトリウム，炭酸カリウム，硝酸ナトリウム，塩化アンモニウム，酢酸ナトリウムのいずれかであることがわかっている。これらを識別するための実験を行い，次のような結果を得た。

Ⅰ いずれの白色粉末も水によく溶けた。

Ⅱ それぞれの白色粉末を水に溶かし水溶液とした。それぞれの水溶液に硝酸銀水溶液を 1 滴加えると，A，B では白色沈殿が生じた。

Ⅲ それぞれの白色粉末を水に溶かし水溶液とした。それぞれの水溶液に BTB 溶液を 1 滴加えると，A では黄色になった。また，C，E，F では青色になった。

Ⅳ 少量の白色粉末を試験管に取り，それぞれに 1 mol/L 希塩酸を加えると，E，F では石灰水を白濁させる気体が発生した。

(1) A～D の化学式として適切なものはどれか。次の①～⑥からそれぞれ 1 つずつ選べ。

① NaCl　② $NaHCO_3$　③ K_2CO_3　④ $NaNO_3$　⑤ NH_4Cl　⑥ CH_3COONa

(2) E と F を識別するための実験として，誤りを含むものはどれか。次の①～③のうちから 1 つ選べ。

① 炎色反応を確認する。

② 水溶液が電気を通すかどうかを確認する。

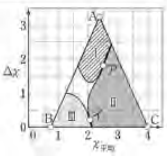
③ 粉末を強熱して，硫酸銅(Ⅱ)無水物を青くする液体が生じるかどうかを確認する。

別紙85-3

第2部　第3章　p.190 巻末問題4

4　電気陰性度と化学結合　★★★

貴ガスを除く単体や異なる2原子からなる化合物について，原子間の結合の種類は，2原子の電気陰性度の平均 $\chi_{平均}$ と電気陰性度の差 $\Delta\chi$ から予想することができ，右図のように結合の種類ごとに区分けして整理されている。ただし，Na と Cl と H の電気陰性度はそれぞれ，0.9，3.2，2.2 とする。また，C の座標は (4，0) とする。



(1) 下線部について，次の物質 a～c の $\chi_{平均}$ の大小関係を正しく表しているのはどれか。次の①～⑥のうちから1つ選べ。

a　アルミニウム　　b　硫黄　　c　酸素

① a>b>c　② a>c>b　③ b>a>c　④ b>c>a　⑤ c>a>b　⑥ c>b>a

(2) イオン結合は，図中のどこに位置するか塩化ナトリウムの $\chi_{平均}$，$\Delta\chi$ の値を求め，それをもとに最も適切なものを次の①～③のうちから1つ選べ。

① 領域Ⅰ　② 領域Ⅱ　③ 領域Ⅲ

(3) フッ素 F_2，フッ化水素 HF の記述について，正しいものはどれか。次の①～④のうちから1つ選べ。

① F_2 は三角形の頂点Cに位置し，HF は境界線アよりも境界線イに近い場所に位置する。
② F_2 は三角形の頂点Cに位置し，HF は境界線イよりも境界線アに近い場所に位置する。
③ HF は三角形の頂点Cに位置し，F_2 は境界線アよりも境界線イに近い場所に位置する。
④ HF は三角形の頂点Cに位置し，F_2 は境界線イよりも境界線アに近い場所に位置する。

別紙85-4

第2部　第3章　p.191 巻末問題5

5　混合物の化学反応の量的関係　★★★

炭酸水素ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合物は入浴剤や洗剤として用いられる。Aさんは，身のまわりの製品の炭酸水素ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合比を調べる実験を計画するためにBさんと相談した。計画の一部についての二人の会話を読んで，次の問いに答えよ。(原子量 H=1.0　C=12　O=16　Na=23　Cl=35.5)

Aさん　炭酸水素ナトリウムと炭酸ナトリウムは，どちらも塩酸と反応し，二酸化炭素を発生するから，化学反応式はそれぞれ次のようになるね。

$NaHCO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O + CO_2$

$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$

これらの反応をうまく使えないかな。

Bさん　まずは炭酸水素ナトリウムと炭酸ナトリウムだけでできた混合物について考えて，計画を整理してみよう。決まった量の混合物を使って，実験をすれば，炭酸水素ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合比を求められそうだね。何gの混合物をはかり取って実験したらいいかな。

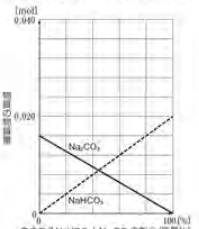
Aさん　炭酸水素ナトリウムのモル質量は，84 g/mol だから，1.68 g はかり取ってみたらどうだろう。

Bさん　なるほど。すべて炭酸水素ナトリウムなら 2.0×10^{-2} mol の炭酸水素ナトリウムが含まれることになるね。では，1.68 g すべてが炭酸ナトリウムだったら，何 mol 含まれるかな。

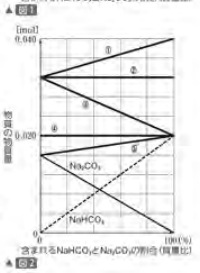
Aさん　計算すると，［ア］mol だね。

Bさん　<u>これって，グラフにすると便利になりそうだね。</u>

Aさん　そうだね，かいてみよう。



▲図1



▲図2

(1) ［ア］にあてはまる数値として正しいものはどれか。次の①～⑤のうちから1つ選べ。

① 6.3×10^{-3}　② 8.0×10^{-3}　③ 1.0×10^{-2}
④ 1.6×10^{-2}　⑤ 2.0×10^{-2}

(2) 炭酸水素ナトリウム x[mol] と炭酸ナトリウム y[mol] を含む混合物について，次の a，b の量は x，y を用いてどのように表すことができるか。最も適切な式を次の①～⑤のうちからそれぞれ1つ選べ。

a　混合物と過不足なく反応する HCl の物質量
b　aの反応で得られる二酸化炭素の物質量

① $x+y$　② $2x+y$　③ $x+2y$　④ $0.5x+y$　⑤ $0.5x+y$

(3) 下線部について，1.68 g の混合物に含まれる炭酸水素ナトリウムの割合と，それに含まれるそれぞれの物質の物質量の関係を示すと図1のようになる。図1に 1.68 g の混合物と過不足なく反応する HCl の物質量を表す直線をかき加えるとどのようになるか。図2の①～⑤のうちから1つ選べ。

別紙86-1

物質図鑑

教科書に掲載している「有機化合物」の性質や反応などを知り，それらの日常生活や社会との関係についても理解を深めよう。

1 融点，沸点　2 色，におい，常温での状態など　3 性質，反応など　4 利用例　5 本文掲載ページ

利用 スポーツウェア

ナイロン

1 ——
2 固体，高分子化合物
3 ナイロン 6 やナイロン 66 などがある。ナイロン 66 は絹に似た風合いがあり，摩耗や薬品に強い。
4 衣類，自動車の部品
5 ➡ p.78

利用 消しゴム

ポリ塩化ビニル PVC

1 ——
2 固体，高分子化合物
3 軟質と硬質がある。難燃性，耐薬品性に優れる。
4 シート，ホース，玩具，パイプ，消しゴム，容器
5 ➡ p.78

別紙86-2

1部1章			
節	疑問文	Check	解答例
1	P.16 ○純物質と混合物では，どのような性質の違いがあるのだろうか？ ○沸点や融点，密度の違いを理解しよう。	P.17 食塩水は純水と比べて，沸点や密度がどのように違うのかを調べて比較してみよう。	海水の方が沸点は高く，凝固点は低い。密度は大きい
2	P.18 ○混合物からその成分物質を取り出すには，どのような方法があるのだろうか？ ○混合物の分離の方法を理解しよう。	P.21 紅茶のティーバッグにお湯を注いで，カップから取り出すまでに利用される分離操作について説明してみよう。	お茶の葉の入ったきゅうすにお湯を注ぐと，お茶の成分が抽出される。そのまま湯のみに注ぐときにろ過によってお茶の葉がこしとられる。

ジェルボール型洗濯洗剤の開発チームに聞きました　洗剤の未来を拓く

interview

終章では，私たちの性を豊かなものにしている物質について記載しました。
また，p223では，ジェルボール型洗剤の開発チームにジェルボール型洗剤の特徴や開発に苦労したことなどを記載しました。
ここでは，ジェルボール型洗剤の開発チームに聞いた詳しいお話を記載します。
ジェルボール型洗剤についてさらに理解を深めましょう。

どのような仕事をしていますか？