

## 第5編

# 総まとめのコーナー



**沸点上昇度 と 凝固点降下**

$$\Delta t = Km$$

質量モル濃度 [mol/Kg]

体積関係ない量。 温度でぼうちようするから。  
また gをKgにするの忘れない！

溶質の質量 (g)

$$= K \times \frac{w}{M} \times \frac{1}{W} \times 1000$$

溶質の分子量

溶媒の質量 (g)

※ 電離している時のmolに気をつけろ！

**中和滴定**

<b>a</b>	<b>c</b>	<b>v</b>	<b>=</b>	<b>a'</b>	<b>c'</b>	<b>v'</b>
価数	モル濃度	体積		価数をわすれずに		

酸がもっていたH<sup>+</sup> と 塩基がうけとるH<sup>+</sup> がつり合うところ

PH低に中和点

メチルオレンジ

中性に

黄

赤

PH高に中和点

フェノールフタレイン

近い方

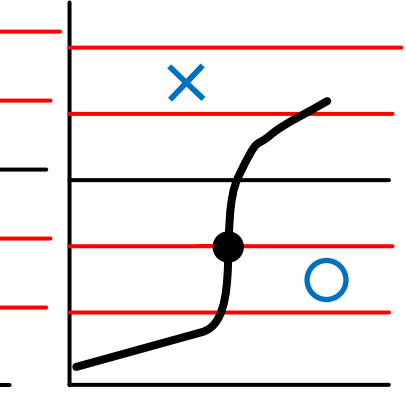
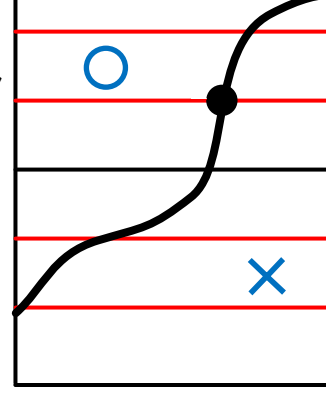
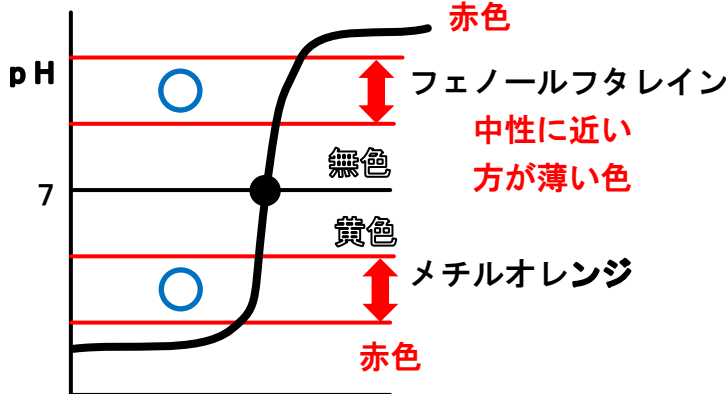
無

赤

**強酸+強塩基**

**弱酸+強塩基**

**強酸+弱塩基**



両方使える！

フェノールフタレインは使える  
メチルオレンジは使えない

メチルオレンジは使える  
フェノールフタレインは使えない

酸化還元反応でも中和滴定はできる。  
電子のやりとりが、合えばよい！

## 反応熱

出し方 係数に気をつける！

その1 熱化学方程式を連立方程式のように解く

その2 反応熱 = (生成物の生成熱の和) - (反応物の生成熱の和)  
ただし 単体の生成熱 = 0

熱化学方程式の作り方

◎完全燃焼するときの燃焼熱の式

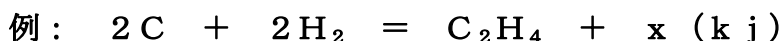
+O<sub>2</sub>で、すべてCO<sub>2</sub>かH<sub>2</sub>Oになればよい。

原子の数は、つじつまが合うように！



◎生成熱の式

単体から1mol生成するときに、発生または吸収する熱が生成熱



◎結合エネルギー=共有結合を切断するのに必要なエネルギー

反応熱は、生成熱の式と同じようにして求められる。

※固体の黒鉛Cは、結合エネルギーの合計=昇華熱 と表す。

いろいろな反応熱

+Q k j は 発熱

-Q k j は 吸熱

○状態変化

・融解熱

・蒸発熱

すべて吸熱 エネルギーが高い状態になる

・昇華熱

○燃焼熱 発熱 エネルギーを出して安定になる

○生成熱 吸熱 か 発熱

○溶解熱 吸熱 か 発熱

1molが反応する量

○中和熱 発熱 エネルギーを出して安定になる

注 水1molが  
できるときの熱量

分子と分子の結びつきが持っているエネルギー

○固体1molがもっているエネルギーの和

=昇華熱 = 融解熱+蒸発熱

○液体1molがもっているエネルギーの和

=蒸発熱

1 mol の分子と分子を結びつけているエネルギー。

水などは 水素結合エネルギー の 和

メタンなどは ファンデルワールス力 の 和

アルコールなどは 水素結合エネルギーの和 + ファンデルワールス力の和

氷がもつ水素結合のエネルギーの総和

$$= \text{融解熱} + \text{蒸発熱}$$

ファンデルワールス力は小さいので無視。

ほとんどファンデルワールス力だけの物質なら、ファンデルワールス力はこれで出せる。

比熱 = 1 g のものを 1 K 温度を上げるのに必要な熱量

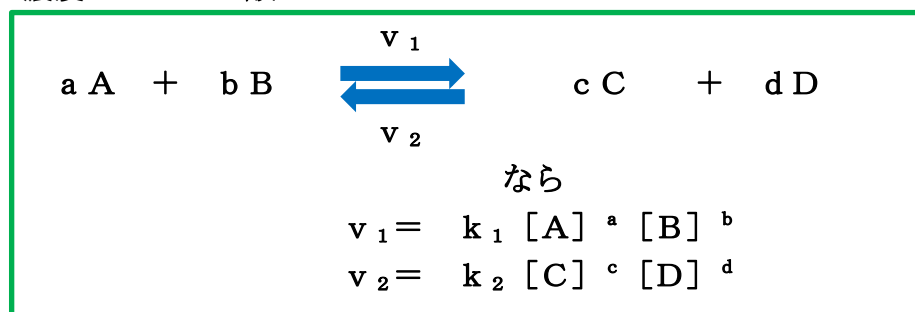
質量  $x$  g のものを 1 K 変えるためには

$c \times [J]$  の熱量が必要。  $c$  : 比熱

## 反応速度

反応速度を変える条件

1 濃度 一般に



2 温度 ・ 温度が高くなれば速度は増加する  $k$  が変わる  
分子が活性化エネルギーの山を越えやすくなるから。

3 触媒 活性化状態にするための 活性化エネルギーの山が低くなる。  
 $k$  が変わる。

その他 接触する表面積

光化学反応

ただし、 何段階もの反応に分かれる場合、  
律速段階 (りっそくだんかい) に支配される。

## 立方格子

単位格子中に含まれる原子数

体心立方格子 = 2 まん中にまるまる1コ 八方に $\frac{1}{8}$ ずつ計2コ  
六方最密構造 = 2 小さいから2コだけ  
面心立方格子 = 4

Na と K は 体心 アルカリ金属は体心  
Au, Ag, Cu ついでに Al は 面心

体心立方格子の原子半径  $r = \frac{\sqrt{3}}{4} a$  ← 単位格子1辺の長さ

体はよぶんな(活性)酸素 とる一と、 ええ女!  
体心立方格子 四分の3 の  $\sqrt{3}$  a

面心立方格子の原子半径  $r = \frac{\sqrt{2}}{4} a$  ← 単位格子1辺の長さ

面(かお)のよぶんなニキビ とる一と、 ええ女!  
面心立方格子 四分の2 の  $\sqrt{2}$  a

密度の出し方

$$\text{密度} = \frac{\text{原子1コの質量} \times (\text{単位格子中に含まれる原子数})}{\text{単位格子の体積}} = \frac{\frac{\text{原子量}}{6.0 \times 10^{23}} \times \square}{a^3}$$

$6.0 \times 10^{23}$  = アボガドロ定数       $\square$  = 体心なら2 面心なら4

充填率(じゅうてんりつ) = 原子の体積がどれくらい占めているか

体心なら  $\frac{\text{原子1コの体積} \times 2}{\text{単位格子の体積}} = \frac{\frac{4\pi r^3}{3} \times 2}{a^3}$

$$= \frac{\frac{4\pi}{3} \times \left(\frac{\sqrt{3}}{4} a\right)^3 \times 2}{a^3} = \frac{\sqrt{3}}{8} \pi \approx 0.68 \quad 68\% \text{ スカスカ}$$

面心なら 2のかわりに 4      74%・・・六方最密構造も同じ。74%  
名前のおり最密。 原子数少ないわりに高い

配位数 体心立方格子=8 中心の原子からみて  
立方体の8方向にそれぞれあるから  
面心立方格子=12 1面だけなら4方向にあるが、  
x軸・y軸・z軸にあるから  
六方最密構造と同じ。

ちょっと発展

限界半径比 イオン結晶でぎりぎりまで入ることのできる  
陽イオンと陰イオンの半径比

CsCl (塩化セシウム) 型・・・体心立方格子と同じような形 配位数8

$$2R : 2(r+R) = 1 : \sqrt{3}$$

$$2R \times \sqrt{3} = 2(r+R)$$

$$r+R = \sqrt{3}R$$

体心立方格子と似てるから $\sqrt{3}$ が関係ある

$$\frac{r}{R} = \sqrt{3} - 1 = 0.73$$

NaCl 型・・・面心立方格子に似てるがちがう。

配位数6

サイコロの6面

$$(r+R) : 2R = 1 : \sqrt{2}$$

$$\sqrt{2}(r+R) = 2R$$

面心立方格子と似てるから $\sqrt{2}$ が関係ある

$$\frac{r}{R} = \sqrt{2} - 1 = 0.41$$

ZnS (閃亜鉛鉱) 型

配位数4 四面体上に4つの陰イオン

配位数	CsCl		NaCl		ZnS
	8		6		4

陽イオン半径

$$\frac{r}{R}$$

陰イオン半径

CsCl > NaCl > ZnS

こっちほど陰イオンの比が大 不安定なので配位数を減らす



**平衡**



平衡定数 
$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

平衡の移動 刺激を加えた影響を減らそう減らそうとする。

ルシャトリエの原理

その物質の濃度を上げる

その物質の濃度を下げる方向に  
反応が進む

圧力を上げる

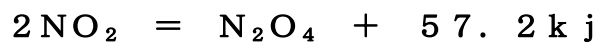
圧力を下げる

つまり、全体の物質量が減る。

加熱する

吸熱反応の方向へ (-Q k j の方)

よくでる

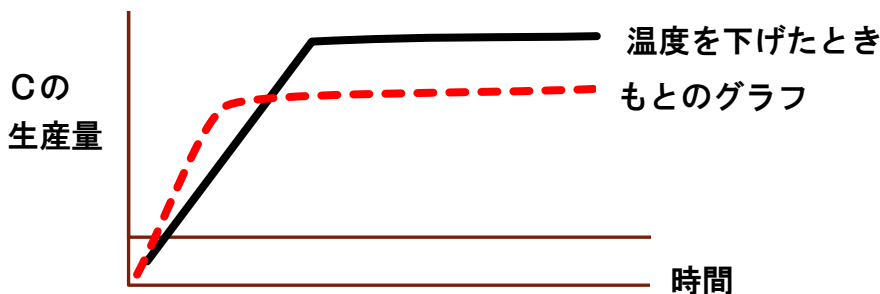


赤褐色

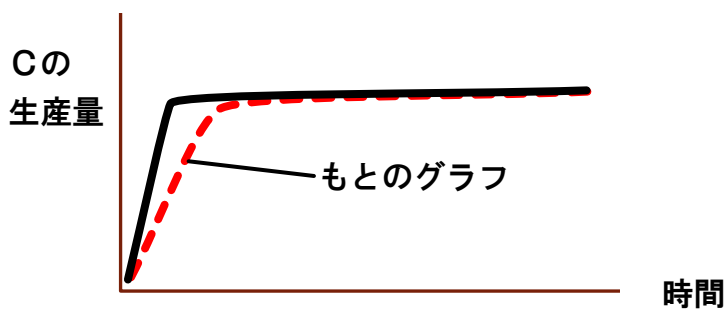
無色



温度を下げるほど反応が進むが、  
反応速度は減るので、



触媒は反応速度は増やすが最終的な生成量は同じ



ヒツカケ 体積一定で反応と関係ない気体を入れたとき  
 反応と関係する気体の分圧は変わらないので、  
 平衡は移動しない。  
 固体が含まれているとき=圧力と関係ないので無視！

### 平衡問題

- 反応式を書いてみる
- 平衡定数を表してみる。何を求めたいのか自覚する。
- はじめ・反応量・平衡時 の量を、  
 $x$ を使って表せ！  
 ※ $K$ にあてはめるときは、濃度だから、  
 体積に気をつけろ！

例

	A	+	B	$\rightleftharpoons$	C	+	D
濃度	はじめ 10		10		0		0
(mol/L)	反応量 -x		-x		+x		+x
	平衡時 10-x		10-x		x		x

$$K = \frac{[C][D]}{[A][B]} = \frac{x \times x}{(10-x)(10-x)}$$

$$\sqrt{K} = \frac{x}{10-x}$$

### 電離平衡

- 強酸・強塩基は ほぼ 電離している
- 弱酸・弱塩基は ほとんど 電離していない
- 弱酸・弱塩基は 電離していない量  $\div$  最初に加えた量
- 強酸・強塩基は 電離した量  $\div$  最初に加えた量

と、みなす。

平衡と同じように、

- 反応式を書いてみる。
- 電離定数を表してみる。何を求めたいか自覚する。  
 (必要なら) はじめ・反応量・電離平衡時  
 の表をつくってみる。  
 ※濃度は気をつけろ！  
 2つの水溶液を加えたら、体積が変わる。  
 (固体なら変わらない。)



強酸・強塩基は ほぼ電離する  
 弱酸・弱塩基は ほとんど電離しない 事に気をつける。

酸+塩基なら、まず、中和する反応を考える。

◎ 弱酸と弱塩基の電離度の公式

$$\alpha^2 = \frac{K}{c}$$

電離定数

初濃度 (mol/L)

$\alpha$  : 電離度  
 酸のときはKa 塩基のときはKb

弱っちゃうなー！

弱酸・弱塩基の電離度の公式

あるファンの事情は、私情がからむ。

$\alpha$  = アルファ 2乗 c上 のK  
 HFも1価だから使える。

$[H^+] = c \alpha$  だから

$[H^+] = c \alpha = c \sqrt{\frac{K}{c}} = \sqrt{cK}$  ただし  $K = K_a$   $K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$

$[OH^-] = c \alpha$  だから

$[OH^-] = c \alpha = c \sqrt{\frac{K}{c}} = \sqrt{cK}$  ただし  $K = K_b$   $K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$

◎水のイオン積

$K_w = [H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14} \text{ (mol/L)}^2$

$[H^+]$ ,  $[OH^-]$  どちらかがわかれば どちらかを出せる

◎pHの出し方

$pH = -\log_{10} [H^+]$

$[H^+] = b \times 10^{-a} \text{ (mol/L)}$  notoki

$pH = -\log_{10} [H^+]$   
 $= -\log_{10} [b \times 10^{-a}]$

$$= -(-a + \log_{10} b)$$

$$\log_{10} AB = \log_{10} A + \log_{10} B \text{ より}$$

$$= a - \log_{10} b$$

初濃度

酢酸の pH  $[H^+] = c \alpha = \sqrt{c K_a}$  より出せる

NH<sub>3</sub>の pH  $[OH^-] = c \alpha = \sqrt{c K_b}$

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{[OH^-]} \text{ より出せる}$$

強酸の pH  $[H^+]$  は最初の量そのまま  
 ただし、価数は気をつける！ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>なら2倍

### 緩衝液

弱酸とその塩

pHがあまり変わらない

または

・・・酸と塩基が共存できるような液

弱塩基とその塩

特殊な例

H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>が酸 で、 H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が塩基

これをおぼえよう！

CH<sub>3</sub>COOH と CH<sub>3</sub>COONa の 緩衝液の  $[H^+]$

$$[H^+] = \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]} K_a = \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COONa]} K_a$$

最初の濃度そのまま

最初の濃度そのまま

エッチしたいなあ・・・。 いい女の上で・・・。

$[H^+]$

イオンの上

と、ジャックさんは、かきながら 感傷的になった。

弱酸

K<sub>a</sub>

緩衝液

緩衝液の pHは、CH<sub>3</sub>COOH と CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>の濃度の割合で決まる。

HClを加えると？

$$[H^+] = \frac{\text{最初の}CH_3COOH\text{のモル} + \text{加えた}HCl\text{のモル}}{\text{最初の}CH_3COONa(CH_3COO^-)\text{のモル} + \text{加えた}HCl\text{のモル}} \times K_a$$

[H<sup>+</sup>]は多少は増えるものの、ゆるやか。

NaOHを加えると？

$$[H^+] = \frac{\text{最初の}CH_3COOH\text{のモル} - \text{加えた}NaOH\text{のモル}}{\text{最初の}CH_3COONa(CH_3COO^-)\text{のモル} + \text{加えた}NaOH\text{のモル}} \times K_a$$

[H<sup>+</sup>]は多少は減るものの、ゆるやか。

◎NH<sub>3</sub>も同じように考える事ができる。

最初の濃度そのまま

$$[OH^-] = \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} K_b \quad \text{または} \quad \frac{[NH_3]}{[NH_4Cl]} K_b$$

最初の濃度そのまま

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} \quad \text{より、pHも出せる。}$$

### 気体

とりあえずこれを覚えよう

$$PV = nRT$$

気体の状態方程式

ピーヴィーイコールエヌアールティーとくりかえして言う

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

ボイル・シャルルの法則

$$n = \frac{\omega}{M}$$

質量

分子量

$$PV = \frac{\omega}{M} RT$$

となつて、分子量も出せる。

$$\text{密度 } d = \frac{\omega}{V}$$

質量

体積

なので、変形もできる。

$$P = \frac{d}{M} RT$$

Tは絶対温度なので  $^{\circ}\text{C} + 273$   
 おぼえかた ツナサンド または 「つなみ」  
 273  
 基本 気体 1 mol の体積 = 22.4 l  
 ににんがし!

$$\text{分圧} = \frac{\text{その気体のモル}}{\text{全体のモル}} \times P$$

$$P_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} \times P \quad P_B = \frac{n_B}{n_A + n_B} \times P$$

混合気体では、

それぞれ  $P_A V = n_A R T$   $P_B V = n_B R T$  がなりたつ。

Vは共通なので、

Aの分圧  $P_A$  とモル  $n_A$  だけで計算しても、

Bの分圧  $P_B$  とモル  $n_B$  だけで計算しても、

Vは求まる。

混合気体は、見かけの分子量  $\bar{M}$  を出すとよい。 いろいろと便利

$$\begin{aligned} \text{見かけの分子量 } \bar{M} &= \frac{A \text{ のモル}}{\text{全体のモル}} M_A + \frac{B \text{ のモル}}{\text{全体のモル}} M_B \\ &= \frac{n_A}{n_A + n_B} M_A + \frac{n_B}{n_A + n_B} M_B \end{aligned}$$

$n_A = n_B$  ならば、 $M_A$  と  $M_B$  の平均

### ◎蒸気圧

液体として安定に存在している間は、  
 飽和蒸気圧（蒸気圧）は一定。

蒸発の速度 = 凝縮の速度 のとき

蒸気圧 = 飽和蒸気圧 で、一定。

このとき、気液平衡の状態になっている。

水銀柱は、液体を注入して液体が残っている状態なら、

飽和蒸気圧の分だけ低くなる。

真空が大気圧 ( $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ) で 760 mm なので、

$$\text{蒸気圧} = 1.013 \times 10^5 \times \frac{x \text{ (mm)}}{760} \quad x = \text{低くなった長さ}$$

液体Aが存在するとき（気液平行状態にあるとき）

=凝縮しているとき

Aの分圧=Aの飽和蒸気圧

- ・混合気体が水と接する場合は、  
飽和水蒸気圧の分だけ混合気体の分圧が減る。

全部気体になったときと、凝縮したときを比べてみよう！

## 溶解度

### ヘンリーの法則

温度が一定なら一定量の溶媒に溶ける気体の質量（またはmol）は、その気体の圧力（混合気体なら分圧）に比例する。

溶解度曲線の溶解度=水100gに溶ける物質の質量g

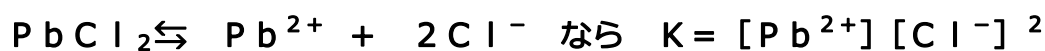
温度と関係がある。

※水100gに溶ける量なので注意！

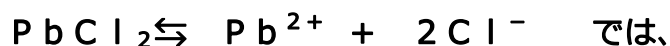
溶解度積や平衡に出てくる

モル濃度ではない。

溶解度積と溶解平衡



この値より濃度が高くなると沈殿する



$\text{PbCl}_2$ の溶解度をsとすると

$$K = s \times (2s)^2$$

## 浸透圧

$$\Pi V = n R T$$

気体の状態方程式とそっくり

$$\Pi = \frac{n}{V} R T$$

$$= c R T$$

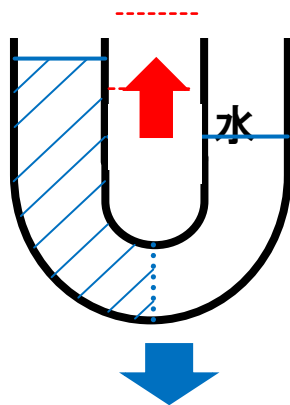
溶液のモル濃度

質量

$$= \frac{w}{M} R T$$

分子量

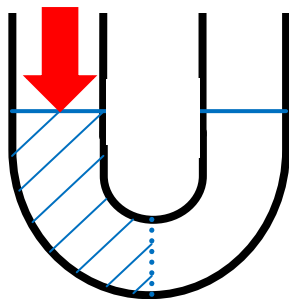
浸透圧とは



圧力差が生じて、  
溶液を押し上げる

液面を同じにしようとしたら、  
新たに浸透圧を加えなければ  
ならない。

注 大気圧がもともと  
かかっているので、



実際にかかっている圧力は  
大気圧 + 浸透圧

$$\Pi = \frac{n}{V} R T = c R T \quad \text{にあてはめるときは、}$$

電離している時は注意！

・酢酸の場合、全体の濃度は  $c(1 + \alpha)$  となる。

・強酸・強塩基・またはその塩は、ほぼ電離しているとみなすので

$\text{CaCl}_2$  は 3倍

$\text{H}_2\text{SO}_4$  は 3倍

$\text{HCl}$  は 2倍

ただし、 $\alpha \div 1$  とした場合。

$\alpha$  を厳密に出す場合は、弱酸・弱塩基と同様に考える。

## 電極反応

- 1 まず、電子 $\ominus$ が 何mol 流れたか計算する。
- 2 反応式を書いてみる。  
電子 $\ominus$  1 mol に対して、物質が何mol できるか考える。

$$\text{流れた電子}\ominus\text{のmolは} \frac{\text{電流} \times t \text{ (秒)}}{\text{ファラデー定数}} = \frac{\text{電流} \times t}{9.65 \times 10^4}$$

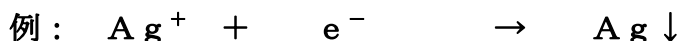
(電子1 mol のもつ電気量)

### ◎電気分解

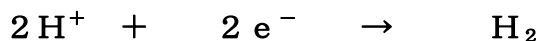
基本 陰極 (-) に +イオンがくる  
陽極 (+) に -イオンがくる

#### 陰極 (-)

・H<sub>2</sub>よりイオン化傾向」の小さい金属イオンがあれば、析出。



・そういう金属イオンがなくてH<sup>+</sup>があれば (酸性中ならば)



(中性・塩基性ならば)



水が還元される

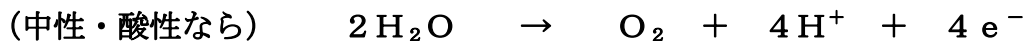
#### 陽極 (+)

○電極がPt・C以外なら電極が溶けて e<sup>-</sup>を出す

○電極がPtかCなら



・SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, OH<sup>-</sup>なら



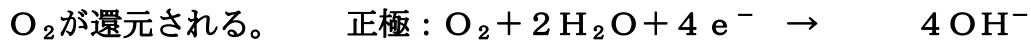
水が酸化される

## ◎電池

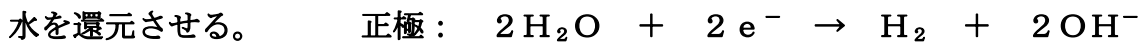
基本 負極＝イオン化傾向の大きい方が溶ける  $e^-$ を出す  
正極＝ $e^-$ が負極からきて、+イオンが寄ってくる。

2次試験はエコな電池がよく出る。  $H_2O$ ,  $O_2$ ,  $H_2$  を使う。  
電解質が食塩水 ( $NaCl$ ) やアルカリ水溶液 ( $NaOH$ ,  $KOH$ ) などで、  
 $H^+$ があまりなくて 金属イオンのイオン化傾向大 のとき

- ・大気中と接していて、 $O_2$ が豊富に供給される場合

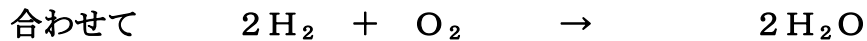
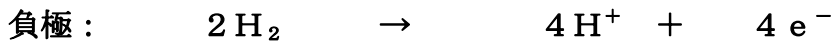
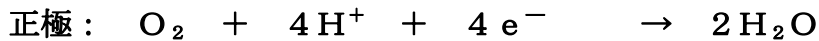


- ・密閉されて $O_2$ が入ってこない場合



## 燃料電池

$O_2$ も $H_2$ もどんどん供給されて 正極に $H^+$ と $O_2$ がたくさんある。



## 太陽電池

負極に 酸化チタンを使って紫外線を当てる。(光触媒)



溶けない電極でクリーン

化学がエロいのです。

私  
が  
エロ  
い  
ん  
じ  
ゃ  
な  
く  
て、



い  
っ  
と  
く  
け  
ど、



**成分分析**

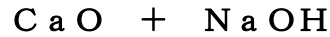
$C_xH_yO_z$  (組成式) の決定

試料と酸化銅 (II)

塩化カルシウム



ソーダ石灰



H<sub>2</sub>Oを吸収

CO<sub>2</sub>を吸収

試料と酸化銅 (II)

塩化カルシウム

ソーダ石灰

$$C \text{ の質量} = CO_2 \text{ の質量} \times \frac{C \text{ の原子量}}{CO_2 \text{ の分子量}} = CO_2 \text{ の質量} \times \frac{12}{44}$$

わすれるな!

$$H \text{ の質量} = H_2O \text{ の質量} \times \frac{2 \times (H \text{ の原子量})}{H_2O \text{ の分子量}} = H_2O \text{ の質量} \times \frac{2 \cdot 0}{18}$$

$$O \text{ の質量} = \text{試料の質量} - (C \text{ の質量} + H \text{ の質量})$$

有機化合物の組成式の決定

おぼえかた

大会への **参加** **どう**する?

**酸化 銅**

**炎天下**を **軽く** 走ったら **倒れ** **そーだ** . . . **せっかく** **だけ**ど。

**塩化** **カルシウム** **ソーダ** **石灰** **を通す**



水も吸収するけどここではCO<sub>2</sub> を吸収

**途中で水分とらないと。**

**まん中の塩化カルシウムで水をとる。**

成分元素の確認方法

炭素 C	完全燃焼 させると	CO <sub>2</sub> ができる。	石灰水 Ca(OH) <sub>2</sub> に通じると白濁する。 CaCO <sub>3</sub> の沈殿ができるから！
---------	--------------	--------------------------	---

水素 H	完全燃焼 させると	H <sub>2</sub> O ができる。	無水硫酸銅白 → 水和物青 CuSO <sub>4</sub> CuSO <sub>4</sub> ・5H <sub>2</sub> O 塩化コバルト紙青 → 淡赤
---------	--------------	---------------------------	--

シリカゲルの水吸って青から赤に変わるやつ、  
塩化コバルトが入ってます。

窒素 N	NaOHを加えて 加熱	NH <sub>3</sub> ができる。	赤リトマス紙 → 青 濃塩酸と接触させると白煙。 NH <sub>4</sub> Clができる。 ガラス棒にNH <sub>3</sub> + HClの蒸気
---------	----------------	--------------------------	---

NH<sub>4</sub><sup>+</sup>ができて  
NH<sub>3</sub>が負けて出てくる

塩素 Cl	焼いた銅線に つけて加熱	塩化銅 CuCl <sub>2</sub> ができる。	炎色反応 青緑色Cuの炎色反応 Cuだけは気化しにくい ハロゲン化銅なら気化する。 (Br, Iでもできる。)
----------	-----------------	-----------------------------------	--

硫黄 S	Naを加えて 加熱融解	硫化ナトリウム Na <sub>2</sub> S ができる。	酢酸鉛(II)水溶液で黒色沈殿 PbSが沈殿する。
---------	----------------	---------------------------------------	------------------------------

## 化学反応でできる量

どんな反応なのか？ を考える。  
どの原子が減って、どの原子が増えるか考える。

ベンゼン環は

Hが省略されているのに注意！

何molの物質で何molの物質ができるのか？  
何molの物質と何molの物質が反応するのか？  
どっちかが余らないか気をつける。  
反応式を考えよう！

$$\text{基本} \quad \text{mol} = \frac{\text{質量}}{\text{分子量}}$$

- ◎ Aが過不足なく反応した  
= Aがすべて反応して0になった。
- ◎ 1対1で反応する場合は、  
少ない方の物質をすべて使い、  
多い方が余る。
- ◎ 反応前後で分子量・原子数の合計は変わらない。
- ◎ わからないものはxとしてみる！



夢を掴んだ奴より  
夢を追ってる奴の方が  
時に力を発揮する  
もんでさーア

というわけで、

「ペンママの化学ノート」、ちょっとは役にたったかな？

あくまでも趣味でやってるので、他の参考書や問題集もみてくださいね。

あとは、なるべく平常心で、  
全力で向かうだけ！

難しい問題は、  
みんなも難しいんだ！



でも、どんな結果になっても、それで終わったわけではないよ。

世の中は、前ほど学歴を重視しなくなってきてます。

逆転もある！

そして、どこに行っても、科学はおもしろい！

（お笑いもおもしろい！）

これから、未知の扉を開けよう！

健闘を祈ってます。

やっほー



せいっほい

化学が得意な人も、  
苦手な人も！