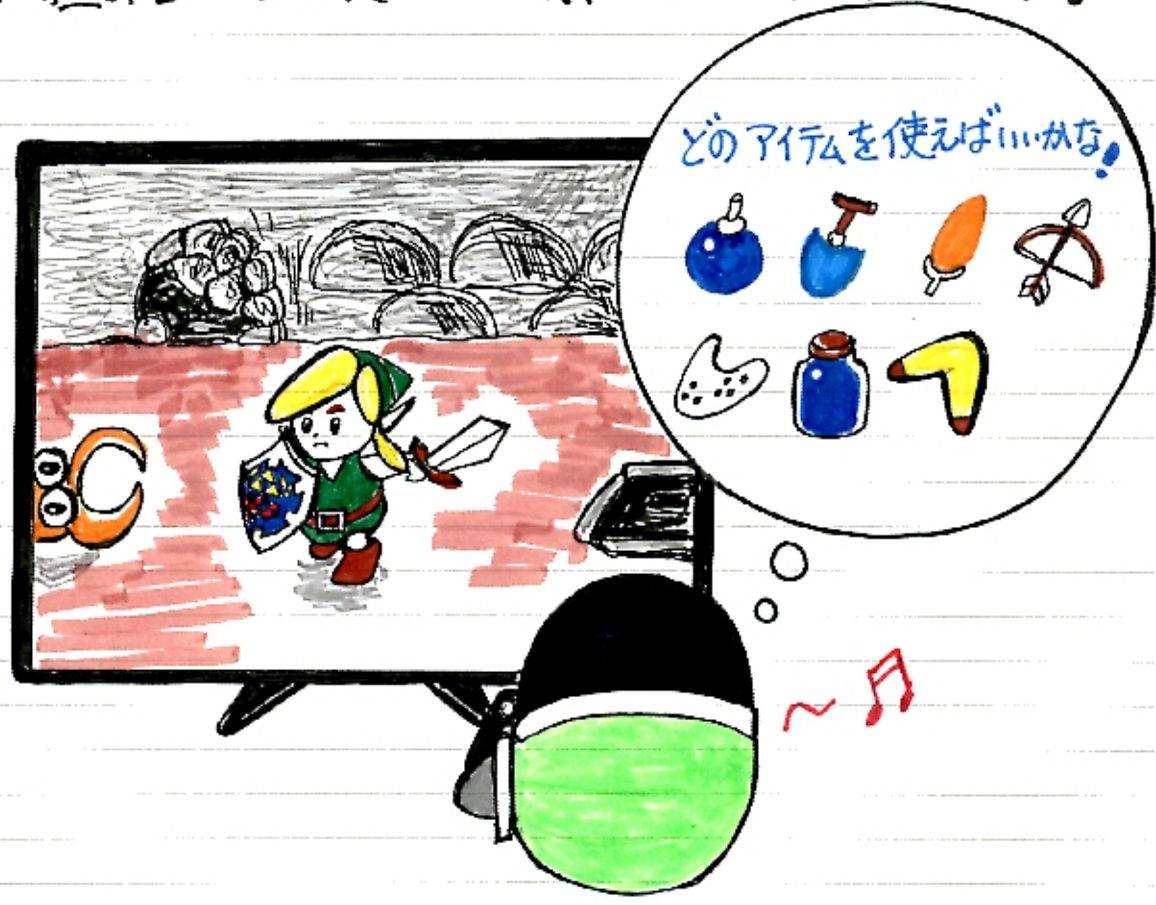


2次試験 (たぶん共通テストも?) は、

複数の要素がからんだ問題がでます。  
関係ありそうな公式など、いろいろ思い出して、  
どう組み合わせたら解けるのか、考えよう!



前の問で出した答えも、アイテムとして使う事が  
多いから、注意ネ!

## 濃度がからむ問題

濃度が関係する式、今までいっしょに出てきましたね！

2次ではこれらをミックスし、総合的に考えて、

求めたいものを求める必要があります！

例えば、

- 求めたい濃度や物質量を  $x$  と置いてみる。
- よけいなものは消去できないか考える。

など、**数学**と同じように考えてみよう！

**基本**

濃度から、体積  $V$  で割るのを忘れずに！

1

反応式を書いてみて、  
平衡定数をあらわしてみよう!

例えば  $2C \xrightleftharpoons[v_2]{v_1} D + E$  なら

$$K = \frac{[D][E]}{[C]^2}$$

温度一定なら  
Kは変化しない。  
忘れずに!

反応速度  $v_1 = k_1[C]^2$

$v_2 = k_2[D][E]$

初速度の出方は → P375

2

他にも濃度が関係する式で、  
問題に関係ありそうなものを思い出そう!

例えば

○ **溶解度積**

NaCl なら  $[Na^+][Cl^-] = K_{sp}$

Fe(OH)<sub>3</sub> なら  $[Fe^{3+}][OH^-]^3 = K_{sp}$

これ以上になると沈殿する。

○

**ヘンリーの法則**

いかいと忘れがち

気体の溶解度は、分圧と比例する。

$$[A] = k_0 P$$

例:  $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$

のとき  $[H_2CO_3] = k_0 P_{CO_2}$

CO<sub>2</sub>の分圧

溶けたCO<sub>2</sub>のモル  
= H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>のモル



特に  $[H^+]$  がからむものは、pHを出す時など重要!

○ pH が  $\alpha$  ということは  $[H^+] = 1 \times 10^{-\alpha}$

○ 水のイオン積

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

ただし  $25^\circ\text{C}$  の値。純水なら少なくとも  $[H^+] = [OH^-]$

○ 酸・塩基の電離度を  $\alpha$  とすると

$$[H^+] = C \alpha$$

$\swarrow$  初濃度  
 $\nwarrow$  電離度

$$[OH^-] = C \alpha$$

1価の弱酸・弱塩基なら

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

○  $\text{CH}_3\text{COOH}$  と  $\text{CH}_3\text{COONa}$  の緩衝液

$$[H^+] = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COONa}]} K_a$$



# 反応の初速度を求めてみよう!

例1 ごく短い時間  $t$  の間に、(Vは一定)

ある物質が 0 から  $x$  mol できた。

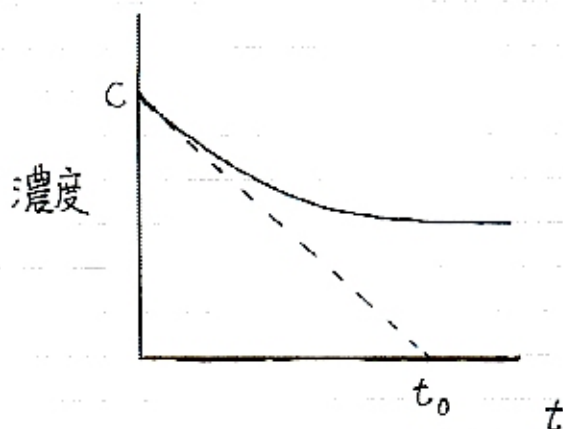
↓  
濃度は  $\frac{x}{V}$  になったので

$$v_0 = \frac{x}{V} \div t = \frac{x}{Vt}$$

初速度が出れば、 $k$  も出ます。

例えば  $v_1 = k_1 [A]^a [B]^b$  で、 $v_0$  と、AとBの初濃度を代入すれば出ます。

例2 濃度変化のグラフがあるなら、時間 0 での 接線の傾き を出す。



$$v_0 = \frac{C}{t_0}$$

数学じゃないから別に、  
方程式を解けとか  
じゃありませんか、  
☞ こういう図が出ます。

3

はじめ · 変化量 · 平衡時  
(反応後)

の表を書いてみる!

- 同じ体積中なら 物質質量比 = 濃度比
- 変化量は 反応式の係数に比例する。

↓

同じ濃度のものには気をつける。

同じ濃度ならば消去したり、1つにまとめたりできる! 数学と同じ。

例1



CとDの初濃度0ならば、  
反応量を  $x$  とすると

	A	B	C	D
はじめ	初濃度 C	C	0	0
変化量	-x	-x	+x	+x
反応後	C-x	C-x	x	x

CとDの初濃度=0  
CとDの係数=1 なので  $[C] = [D]$

濃度なので mol だったら V で割るのを忘れずに。

V がわからない時は、とりあえず mol を書きこもう。

あとでちゃんと V で割る!

例2

電離度  $\alpha$  ならば

	A	B	C
はじめ	$c$ <small>初濃度</small>	0	0
変化量	$-c\alpha$	$+c\alpha$	$+c\alpha$
平衡時	$c(1-\alpha)$	$c\alpha$	$c\alpha$

B, Cの初濃度0 係数と55も1 なのて

$$[B^+] = [C^-]$$

$$K = \frac{[B^+][C^-]}{[A]} = \frac{c\alpha \times c\alpha}{c(1-\alpha)} = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$$

弱酸なら  $1-\alpha \doteq 1$  なのて

$$K = c\alpha^2$$

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

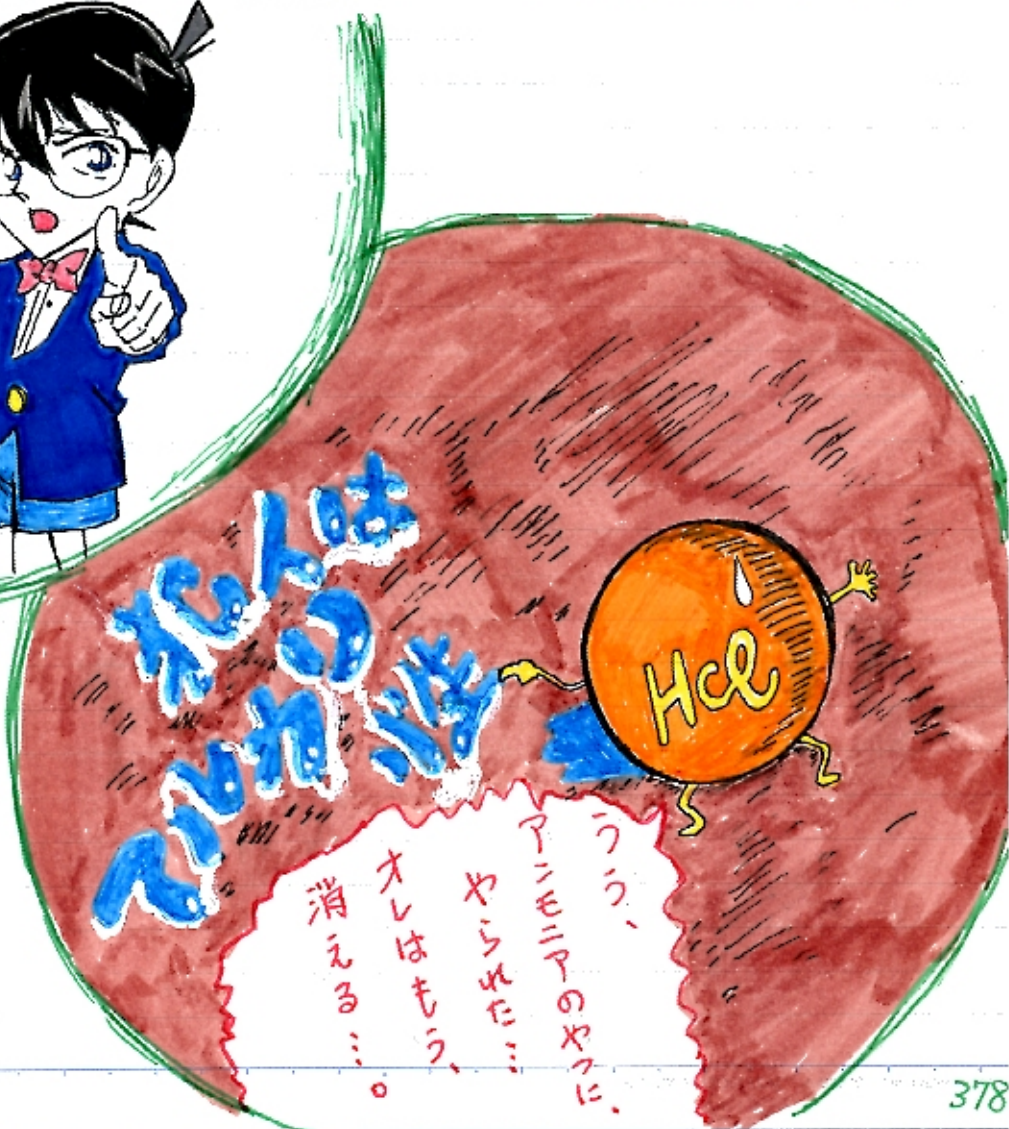


どちらかの物質が、反応して完全になくなる場合、  
 どちらの物質が残るのか？を考える。  
 (どちらもあり得る場合は、どちらも考える。)

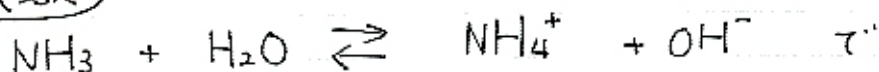
完全になくなる方を、  
 反応後の〇と置く。

- (ヒント例)
- Aを完全に燃焼させると → Aは残っていない。
  - Aが過不足なく反応した。 →
  - アルカリ性 → アルカリ性のものが残っている。

そうか、これは、  
 ダイニング・メッセージだっ



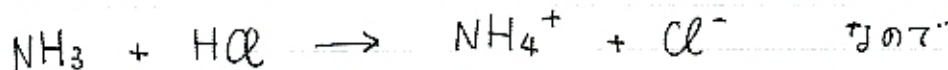
## 例題 2017 東北大



$$K = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = 1.7 \times 10^{-5} \quad \text{とする。}$$

0.20 mol/L の  $\text{NH}_3$  水 50 mL + 0.10 mol/L の  $\text{HCl}$  水  $x$  mL  
 で  $[\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-5}$  mol/L になるように調整した。  
 $x$  は？

$[\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-5}$  mol/L ということは、 $[\text{OH}^-][\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-14}$   
 だから、アルカリ性です。  
 ということは、 $\text{HCl}$  はすべて反応して、消えてしまったということです。  
 →  $\text{HCl}$  の反応後をも 0 とする。



$V$  が 50 +  $x$  なので、とりあえず "mol" であらわす。

	$\text{NH}_3$	$\text{HCl}$	$\text{NH}_4^+$	$\text{Cl}^-$	(mol)
反応前	$0.20 \times \frac{50}{1000} = \frac{10}{1000}$	$0.10 \times \frac{x}{1000}$	0	0	
変化量	$-0.10 \times \frac{x}{1000}$	$-0.10 \times \frac{x}{1000}$	$+0.10 \times \frac{x}{1000}$	$+0.10 \times \frac{x}{1000}$	
反応後	$\frac{10 - 0.10x}{1000}$	0	$0.10 \times \frac{x}{1000}$	$0.10 \times \frac{x}{1000}$	

↑  
0 とおきかえる。

$K$  は変化しない。

$[\text{NH}_4^+] : [\text{NH}_3]$  は同じ  $V$  だから mol 比に等しい。

$$K = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{0.10 \times \frac{x}{1000} \times 1.0 \times 10^{-5}}{\frac{10 - 0.10x}{1000}} = 1.7 \times 10^{-5} \quad x = 62.9 \text{ mL}$$

$\frac{V}{V}$  だから、 $V$  で割る必要なし!

答

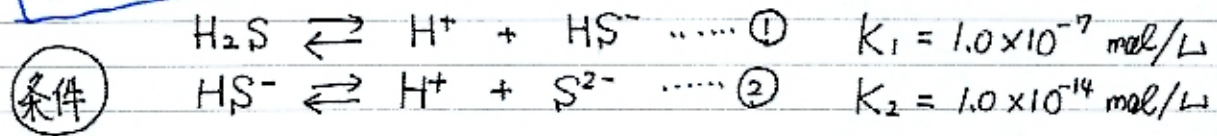


$2.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$  の カドミウムイオンを含む水溶液に  $\text{H}_2\text{S}$  ガスを吹きこんで  $\rightarrow \text{CdS}$  が析出した。  
(溶液中のカドミウムイオンが減った。)



溶液中のカドミウムイオン濃度が  $2.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$  になったとき、  
pH は 6 だった。

2段階をから複雑!



硫化カドミウムの溶解度積  $K_{sp} = 2.0 \times 10^{-20} (\text{mol/L})^2$

(1) ● このときの  $\text{S}^{2-}$  濃度 (mol/L) は?

$K_{sp} = [\text{Cd}^{2+}][\text{S}^{2-}]$  より、すぐでる。

$2.0 \times 10^{-20} = 2.0 \times 10^{-7} \times [\text{S}^{2-}]$

$[\text{S}^{2-}] = 1.0 \times 10^{-13} (\text{mol/L})$

答

●  $\text{H}_2\text{S}$  濃度 (mol/L) は?

$K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{HS}^-]}{[\text{H}_2\text{S}]} \dots\dots \textcircled{1}'$   
 $K_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{S}^{2-}]}{[\text{HS}^-]} \dots\dots \textcircled{2}'$

よけいなものは  
消去!

だから、 $\textcircled{1}' \times \textcircled{2}'$  で  $[\text{HS}^-]$  が消せる。

$\textcircled{1}' \times \textcircled{2}' = K_1 K_2 = 1.0 \times 10^{-7} \times 1.0 \times 10^{-14} = 1.0 \times 10^{-21} = \frac{[\text{H}^+]^2 [\text{S}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{S}]}$

pH より  $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-6}$  だから

$[\text{S}^{2-}]$  は、前問より  
 $1.0 \times 10^{-13}$

$1.0 \times 10^{-21} = \frac{(1.0 \times 10^{-6})^2 \times 1.0 \times 10^{-13}}{[\text{H}_2\text{S}]}$

代入できるものは  
代入!

$[\text{H}_2\text{S}] = 1.0 \times 10^{-4} (\text{mol/L})$

答



(2) 酸を加えて pH をいろいろ変化させながら、**同様に**  
 $\text{H}_2\text{S}$  ガスを吹きこむ実験をしてみたら、  
 ある pH を境に  $\text{CdS}$  の沈殿ができなくなった。  
 その pH は?

また、水に対する硫化水素の溶解度は  
 常に  $0.10 \text{ mol/L}$  とする。

(1) より  $K_1 K_2 = \frac{[\text{H}^+]^2 [\text{S}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{S}]}$  の  $[\text{H}^+]$  を出したい!

$[\text{H}_2\text{S}] =$  常に  $0.10 \text{ (mol/L)}$  なので

$$1.0 \times 10^{-21} = \frac{[\text{H}^+]^2 [\text{S}^{2-}]}{0.10}$$

**代入!**

$$[\text{S}^{2-}] = \frac{1.0 \times 10^{-22}}{[\text{H}^+]^2} \quad (\text{mol/L})$$

また、硫化カドミウムの溶解度積  $K_p = [\text{Cd}^{2+}][\text{S}^{2-}] = 2.0 \times 10^{-20} \text{ (mol/L)}^2$

より、**溶解度積より  $[\text{Cd}^{2+}][\text{S}^{2-}]$  が小さくなったら沈殿ができなくなる**

最初の条件  $[\text{Cd}^{2+}] = 2.0 \times 10^{-6} \text{ (mol/L)}$

**代入!**

$$\text{よ、} \quad 2.0 \times 10^{-6} \times \frac{1.0 \times 10^{-22}}{[\text{H}^+]^2} \leq 2.0 \times 10^{-20}$$

$$[\text{H}^+] \geq 1.0 \times 10^{-4} \text{ (mol/L)} \quad \text{答: pH } 4$$

4

## 気体の問題

は①~③までの要素に加えて、  
次の事に注意しましょう!

1molの体積  
= 22.4l は基本

$$PV = nRT$$

基本!

分圧でも  
成り立つ。

- 物質Aの液体が存在していて、  
気液平衡状態であるならば

$$\text{物質Aの分圧} = \text{物質Aの飽和蒸気圧}$$

凝縮はない。とか、すべて気体になったとあるなら、  
ふつうに気体だけとして扱ってよい。

$$\text{物質Aの分圧} = \text{気体中の物質Aの mol と比例する}$$

$$= \text{全圧} \times \frac{\text{物質Aの mol}}{\text{全体の mol}}$$

$$\text{全圧} = \text{全体の mol と比例する}$$

体積・温度が一定ならば

全体の mol が2倍になれば2倍になる。

○ **万能の式**  $PV = nRT$  から いろいろ

温度  $T$  と 体積  $V$   
が一定ならば

圧力比  $P$

=

物質質量 (mol) 比  $n$

=

濃度  $\frac{n}{V}$  比

温度  $T$  が一定  
ならば

圧力比  $P$

=

濃度  $\frac{n}{V}$  比

つまり、圧力を比べる、という問題も実は、mol を比べればよからう  
その逆もアリ。

聞き方を変えてくる事もあるので、気をつけよう!

この式さえいつも頭においておけば、  
どんな関係もすぐわかるね!

○ たとえ混合気体でもそれぞれの分圧で  $PV = nRT$  は成り立つ。

$$P_A V = n_A R T \quad P_B V = n_B R T$$

$V$  は共通なので  $n_B$  がわかるとき (気液混合など)  
 $A$  の分圧  $P_A$  と  $n_A$  をかけて  $V$  を出しても良い。

○  $n_A$  と  $n_B$  または  $n_A$  と  $n_B$  のモル比率 がわかれば、 ← 質量と分子量でも出せる。

$$\text{平均分子量 } \bar{M} = \frac{n_A}{n_A + n_B} M_A + \frac{n_B}{n_A + n_B} M_B$$

を使うと、全体の  $PV = nRT$  で使えて便利な事もあるヨ。



できるものが水など液体の場合

は、ちょっとややこしいです。

できたときに **気体(水蒸気)** なのか **液体** か、  
あるいは **両方混じった状態** なのかで  
違ってきます。

◎ **水の体積や水蒸気圧は無視できる**

と書いてあった時は、すべて液体と考える。

→ 水の濃度は無視。

◎ **凝縮はない。** とか、 **すべて気体になった。**

と書いてあった時は、ふつうに気体として考える。

◎ **凝縮があった。** (液体の水が存在している)

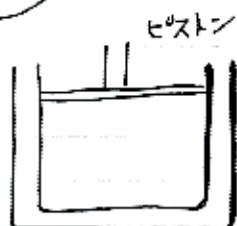
そして、**気液平衡** の状態ならば

**水蒸気分圧 = 飽和水蒸気圧**

- 平衡は気体だけで考える必要がある。
- 気体だけなら  $PV = nRT$  が成り立つ。
- A, B, C の混合気体なら  $C = \text{全体} - (A + B)$

例題

2012年 東北大



気体 C 1.0 mol

気体 D 2.0 mol

を容器に入れた。



体積  $V =$  一定      温度  $T = 300\text{K}$  で、  
平衡状態になった。

この状態で、気体 E は 1.0 mol になった。  
凝縮はない。

問 このときの  $K$  は？

	C	D	E
はじめ	1.0	2.0	0
変化量	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{2}{3}$	+1.0
平衡時	$\frac{2}{3}$	$\frac{4}{3}$	1.0 (mol)

変化量は係数と比例するので

1.0 mol とおく。

$$K = \frac{[E]^3}{[C][D]^2} = \frac{\left(\frac{1}{V}\right)^3}{\frac{\frac{2}{3}}{V} \times \left(\frac{\frac{4}{3}}{V}\right)^2} = \frac{27}{32}$$

答

$V$  で割るのを  
忘れずに。

ここまでは  
フツ

次に、温度  $T$  300K に保ちながら体積  $V$  を 10L まで減少させた。

このとき **E の一部が凝縮した。**

このときの容器内の圧力 =  $6.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  (C, D は凝縮しない。)

問) このときの容器内の **気体** の物質量は?

↑  
気体だから E の凝縮した分は関係から  
気体だけなら  $PV = nRT$  が成り立つ。

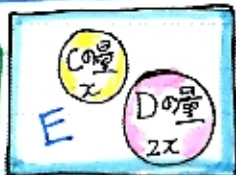
$$PV = nRT \text{ より}$$

$$P = 6.0 \times 10^5 \quad V = 10 \quad R = 8.31 \times 10^3 \quad T = 300 \quad n = 2.4 \text{ mol} \quad \text{答}$$

問) このときの **気体 E** の物質量は?

E は液体も混じっているのて、  
E 全体の物質量を出しても、  
気体 E の物質量を出す事ができない。

でも、  
気体全体から C と D を引けば  
気体 E が出る。



すっかり  
忘れてた!!

あ  
!!

そして、  
 $C + 2D \rightleftharpoons 3E$  で:

はじめの  $C = 1.0 \text{ mol}$   $D = 2.0 \text{ mol}$  なのて。

**$C : D = 1 : 2$**  だった事に気がつく!

反応式の係数を見ると、

C と D の変化量も 1 : 2 だから、

⇓

**C : D は、変化してもずっと 1 : 2 のまま!**





$$\Downarrow$$

$$\text{ここで、 } C = x \quad \text{とおくと} \quad D = 2x$$

$$\Downarrow$$

$$C + D = 3x$$

$$\Downarrow$$

$$E = \text{全体} - 3x \quad \text{と、あらわせる。}$$

$$\Downarrow$$

$$E = 2.4 - 3x \quad \text{前の問より}$$

この解き方  
次ノージ

温度一定なら  
Kは変化  
しないから

$$K = \frac{[E]^3}{[C][D]^2} = \frac{\left(\frac{2.4 - 3x}{10}\right)^3}{\frac{x}{10} \times \left(\frac{2x}{10}\right)^2} = \frac{27}{32}$$

忘れがちな!

$$x = \frac{8}{15} \quad \text{よって、Eの物質量} = 2.4 - 3x = 0.8 \text{ mol} \quad \text{答}$$

(気体)

問 Eの飽和蒸気圧は?

液体が存在しているから

Eの分圧 = Eの飽和蒸気圧

で、

分圧 = 全圧 × モル分率 たぶん、

$$6.0 \times 10^5 \times \frac{0.8 \text{ Eのmol(気体)}}{2.4 \text{ 全体のmol}} = 2.0 \times 10^5 \text{ [Pa]}$$

↑  
前の前の問より

$$\frac{\left(\frac{2.4-3x}{10}\right)^3}{\frac{x}{10} \times \left(\frac{2x}{10}\right)^2} = \frac{27}{32}$$

の解き方って、数学の得意な人なら、まあ大丈夫だと思うのですが...

なんか、3乗だなあ...ん!? 27って、3の3乗を...  
ん!? 32の方は、4で割れば8になって、2<sup>3</sup>だ...  
と、気づけば、もうカンタンですね。



$$\frac{\left(\frac{2.4-3x}{10}\right)^3}{\left(\frac{x}{10}\right)^3 \times \frac{1}{4}} = \frac{27}{32}$$

$$\frac{(2.4-3x)^3}{x^3} = \frac{27 \times 4}{32} = \frac{27}{8}$$

$$\frac{2.4-3x}{x} = \frac{3}{2} \quad \Rightarrow \quad x = \frac{8}{15}$$

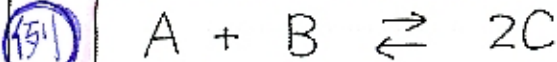
※でも、割り切れない割り算くらいは、  
平気で出てくるから、がんばろう!!

5

その他

いつも頭のどきかに  
入れといて!

○ 反応式の係数に注意してみよう!



という反応なら、

右と左で mol の合計が変わりません。

↓  
 ということは、

どう反応しても、トータルの mol は変わらない。

AとBが減った分、Cができますからネ!

• C が最初 0 なら、ある時点での A, B, C の mol トータルを出せば、最初に入れた A, B の mol 合計もわかる。

• A, B の mol 合計がわかれば、

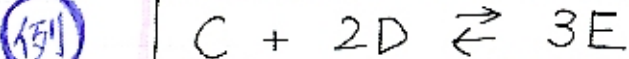
→ A の質量、A と B の分子量がわかれば、B の質量がわかる。

→ A と B の質量、A の分子量がわかれば、B の分子量がわかる。

など、いろいろな形で出そうデスネ。

$$\frac{W_A}{M_A} + \frac{W_B}{M_B} = \text{mol 合計}$$

前の例題で出たように、



という反応なら、C の係数 : D の係数 = 1 : 2 なので

最初に入れた C : D の mol が 1 : 2 なら、

C : D は、(どう反応しても) 1 : 2

できた E を  $x$  とすると、 $C = 1 - \frac{1}{3}x$ ,  $D = 2 - \frac{2}{3}x$  となるからです。

はじめ、変化量・反応後の表を書いてみたらすぐわかるヨ!



# ○ 質量保存の法則

かんたんすぎてイガイと忘れがち

反応前と反応後の質量の(合計)は変わらない。

つまり、反応前の質量を出せば、  
反応後の質量を出せば良かったんだったりします。

← 逆もあり。  
↓

材料なしで  
何かは作れない!

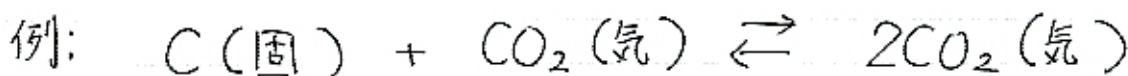


錬金術なら  
できますが!?  
なにか。

平衡とは、気体中の濃度がバランをとる事なので、  
溶液中も同じ。

○ 反応に固体が混じっている場合は、

平衡に関係ないので無視です。



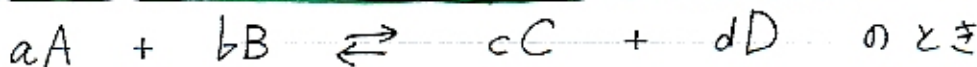
$$K = \frac{[CO]^2}{[CO_2]} \quad (mol/L)$$

○ 溶液中での平衡なら溶液濃度だけ  
気体中での平衡なら気体濃度だけ

を考えます。

○ 温度一定なら 気体の分圧  $P$  は 濃度  $\frac{n}{V}$  に比例するので、

各分圧で次も成り立ちます。



$$K_p = \frac{P_c^c \cdot P_d^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

$K = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$  も成り立つ。



## 出そうな反応式

2次は、この反応式を書きなさい!

というのが出ますね。

「いざ書け」と言われると、ど～だらけ... となります。  
でも、よく出るものはたいたい決まっているので、練習  
しよう! これ以外のものは、がんばれば「まっ」と書ける!

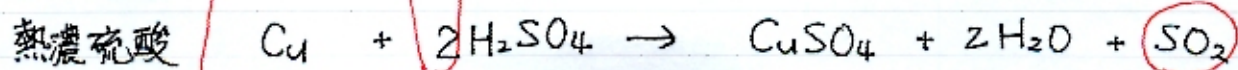
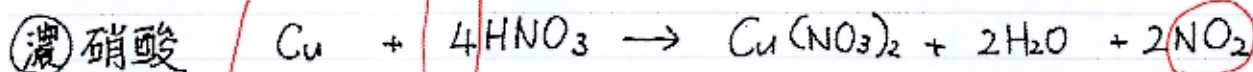
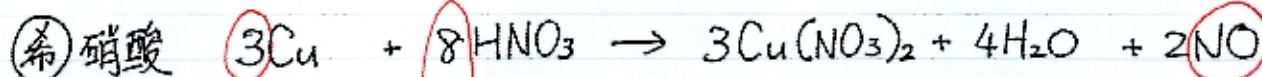
アドリブでも。

Cu · Ag と 希硝酸 · 濃硝酸 · 熱濃硫酸

第1編でも書きましたが、これはよく出ます!

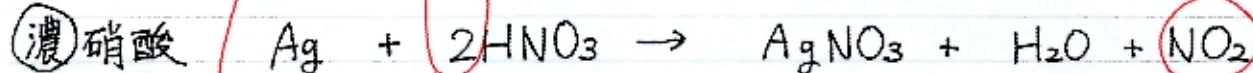
おぼえちゃった方が早いよ!

左辺の係数と、どの気体が出るかわかれば書ける!



これだけ

2で割っていく



これだけ

2で割っていく

熱濃硫酸でいきづまる。



めき出る!

Date

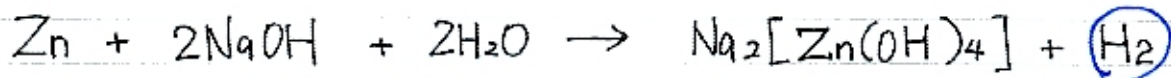
No.

## 錯体ができる反応

NaOHを過剰に加えてできるもの (両性金属)

- $Zn$  は比較的、おぼえやすいですね。

$H_2$ で2x3

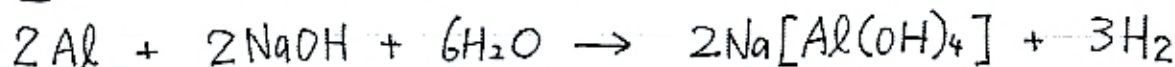


$Zn^{2+}$  で、 $OH^-$  が 4コつく、というのを思い出せば、  
 $+2 - 1 \times 4 = -2$  で、 $[Zn(OH)_4]^{2-}$  2価となるので、  
 $Na^+$  は 2コつきます。

だから、NaOH は 2コ、残りは  $H_2O$  で数を合わせます。

$Sn$  と  $Pb$  も同じ!

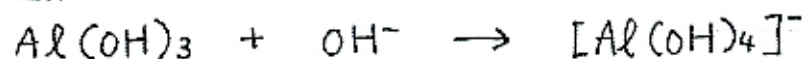
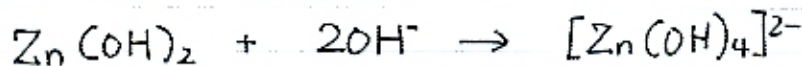
- $Al$  は 3価だから、ちょっと違います。やりかいです。



Alが出る  
 なんて、事件だ!  
 2.26 事件! などと言って おぼえましょう。

$[Al(OH)_4]^-$  だから、つくのは  $Na^+$  1コです。

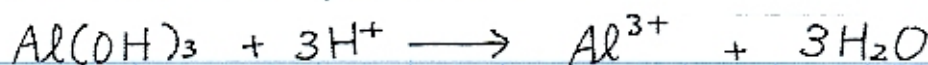
- 途中段階の、水酸化物から錯体イオンをつくる反応は、カンタン。



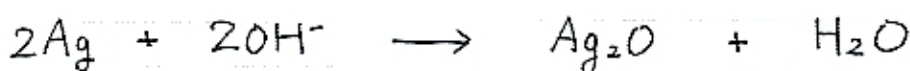
酸で中和させると、  
 再び沈殿する。



↓  
 もっと酸性にするとまた溶ける。



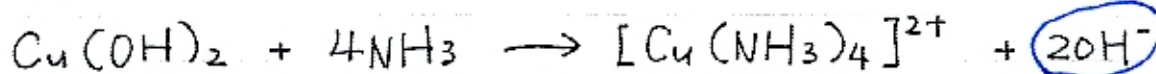
- $\text{OH}^-$  での沈殿 で、忘れがちなのは  $\text{Ag}$   
水酸化物でなく、 $\text{Ag}_2\text{O}$  が できます!!



$\text{NH}_3$  を 過剰に加えると できるもの

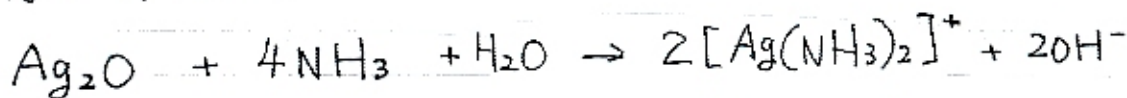
この場合は、まず水酸化物ができてから  
錯体ができるので、わかりやすいですね。

$\text{OH}^-$  と  
交換



$\text{Zn}$  も同じ。

$\text{Ag}$  は 特殊です。

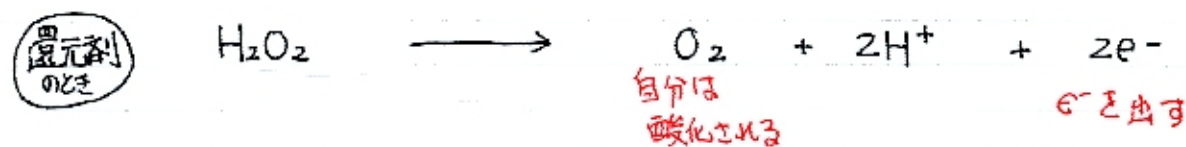
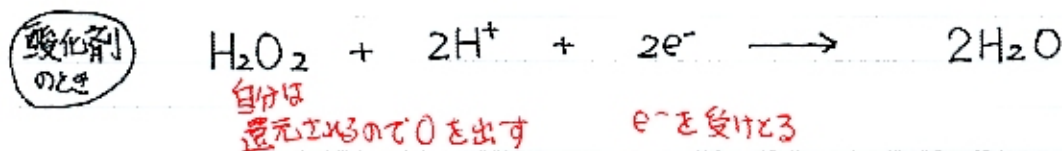
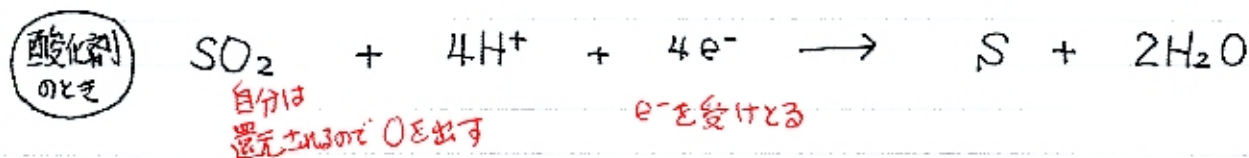


$\text{NH}_3$  は  $\text{Cu}$  や  $\text{Zn}$  と 同じく 4つ 使いますが、  
 $\text{Ag}^+$  で、 $\text{NH}_3$  は 2つしかつかないのので、  
 $\text{H}_2\text{O}$  で 数を合わせます!

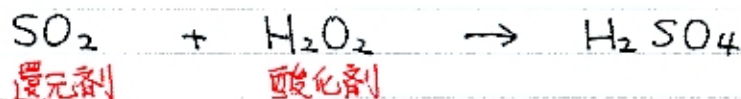




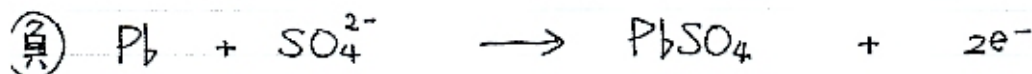
$\text{SO}_2$  と  $\text{H}_2\text{O}_2$  は 酸化剤にも還元剤にもなるので、  
わりと出ます。



合わせると 硫酸。



**鉛蓄電池** 第1編でも書きましたが、やっぱりたな- と思うと出ます。



負極は溶けるので  $\text{e}^-$  を出す。どっちも  $\text{PbSO}_4$  ができる。  
これがわかっていれば、なんとか書けるのでは。

## アルデヒドの検出反応

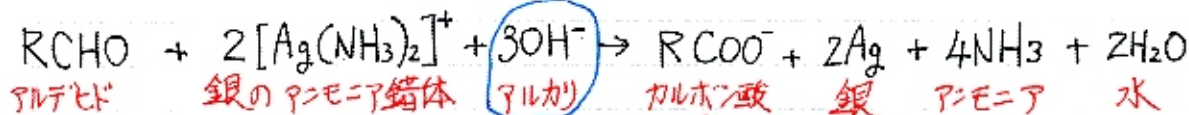
どちらも還元反応。アルデヒドは酸化して(カルボン酸イオン)になる

銀賞と銅賞に名前があるで！ フェー すごい！  
銀鏡反応 銅イオンの還元 アルデヒドの検出 フェーリング液の還元

### 銀鏡反応

アルデヒドを酸化させます。

銀は  $\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}$  と、還元されます。(鏡のようになる)

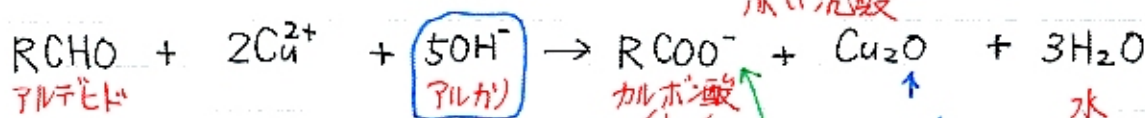


※ アモニア性硝酸銀水溶液 と、表現される事も多い。

### フェーリング液の還元

アルデヒドを酸化させます。

$\text{Cu}^{2+}$  が還元されて  $\text{Cu}_2\text{O}$  ( $\text{Cu}^+$ ) となります。

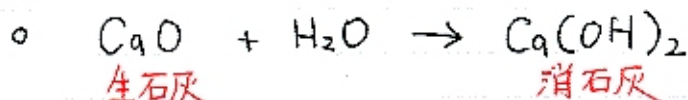


→ Hが123になるので  
H=67 → 水3つできる。

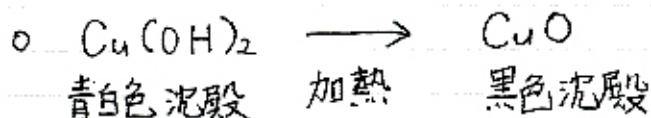
ここに  
Oがつく!

ここにあるので  
5と4じりが合うように!

## 意外と盲点の反応



水で発熱



③  $\text{Cu}_2\text{O}$  は赤色沈殿!

↑  
上のフェーリング液の還元  
で出てくる。

# ヨードホルム反応

まさかこんな出ないかと。と思ったら、出たことがあります。  
しかも、 $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}$  と  $\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{C}}-\text{R}$  では係数違うから  
やっかいです。もう、覚えた方が早い！

第3編では、

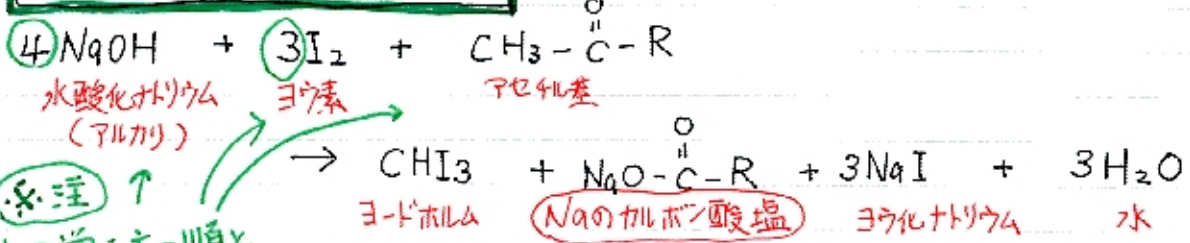
なおちゃんと愛し合って汗散ってアルコール飲んで  
 $\text{NaOH}$  (アルカリ) I ヨウ素 アセチル基 (アセト-、アセトプロパノ- など) エタノール、2-プロパノール など  
 酔うと-! 気が狂うまで。  
 ヨードホルム反応 黄色沈殿

と、おぼえましたね。

どうせなら、この返歌のような係数の覚え方を考えようと思ったら...  
 ...セクハラのようになりました! 〇

● アセチル基  $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}$  の場合

よ(4)さん(3)か! 汗(3) アセチル基



※注 ↑  
上の覚え方の順と対応してるヨ!

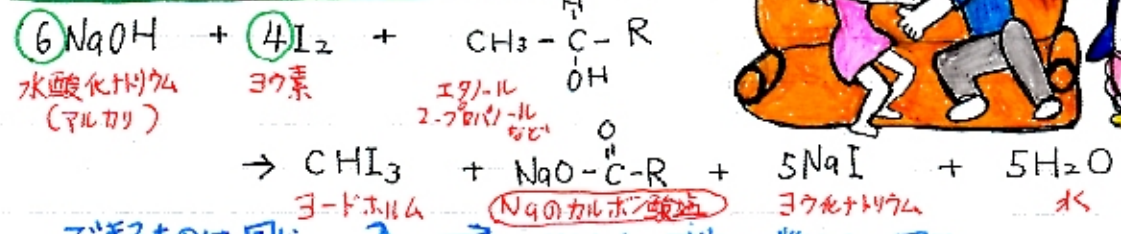
1こだけある。Iが3こあるのゆすれないで!

-CH<sub>3</sub>がとれて -ONaがついてカルボン酸塩になる。

NaIもできる

●  $\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{C}}-\text{R}$  の場合

6(6)し(4)して 避ける。 酒 → アルコール



できるものは同じ。これは1こずつ。数も上と同じ。

※左辺が"わかれは"、右辺はなんとかなるヨネ。



# 出そうな製法

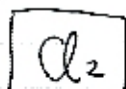
2次は、製法の反応式を書けとか出ますよ!  
出そうなものをピックアップしました。  
これ以外は、なんとかすればなんとかなります、きっと。

## さらし粉

$\text{Cl}_2$  を  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  に吸収させる。



$\text{ClO}^-$  ができる。  
次亜塩素酸イオン



基本

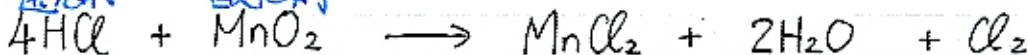
還元剤

+ 酸化剤

$\text{Cl}^-$  が酸化されて  $\text{Cl}$  になる。

還元剤

酸化剤



酸化マンガ

$\text{Mn}^{4+}$  が  $\text{Mn}^{2+}$   
になっている  
(還元された)

\* 高度さらし粉  $\text{Ca}(\text{ClO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  を酸化剤とする方法もあります。  
(上に書いたのとビミョーに違う)  $\text{ClO}^-$  なので  $\text{CaCl}_2$   
 $\text{Cl} = +1 \rightarrow -1$  へと還元される。

## アンモニア

○ 実験室

$\text{NH}_3$  は弱塩基なので強塩基で出てくる。

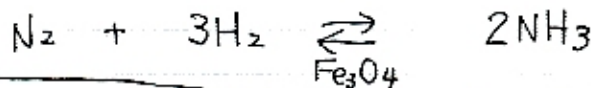


弱塩基の塩

ソーダ石灰 ( $\text{NaOH} + \text{CaO}$ ) で乾燥

○ 工業的

触媒と高圧で  $\text{I}^-$  とつくる



## 実験室

演歌 を あんちゃん も 歌って

塩化

アン

モニウム

水産の仕事をしていると、操縦室から

水酸化物  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  など

ソーダ石灰  $\text{NaOH} + \text{CaO}$

## 工業的

ハーバーが見えたぞ! と声かしたので

ハーバー・ボッシュ法

工業! と テリ も 参加した。

$\text{N}_2$  と  $\text{H}_2$  から工業的につくる 酸化鉄を触媒として

**CO**

安いものから 高いものをつくる

**実験室**

HCOOH から 濃硫酸で脱水  
ギ酸 甲酸をつくる酸



**工業的**

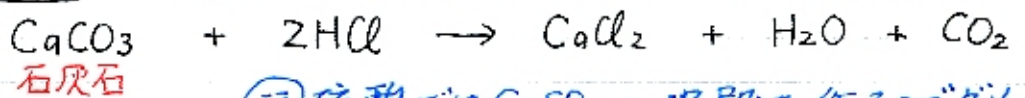
赤熱した C + 高温の水蒸気 H<sub>2</sub>O  
C + H<sub>2</sub>O → H<sub>2</sub> + CO

水性ガス Xタールの原料  
飲むと失明 目散るアルコール

**CO<sub>2</sub>**

**実験室**

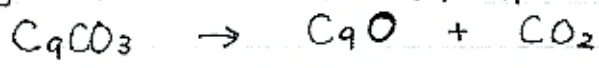
CO<sub>2</sub> は弱酸なので 強酸に負ける。



注 硫酸では CaSO<sub>4</sub> の沈殿を作るのでダメ

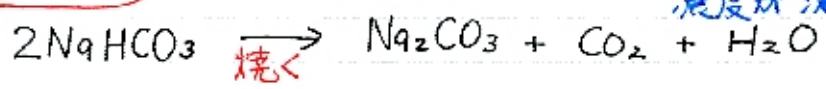
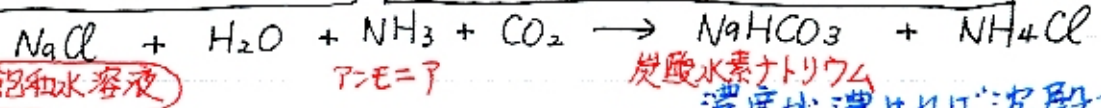
**工業的**

石灰石を 強熱して分解させる



**炭酸ナトリウム Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**

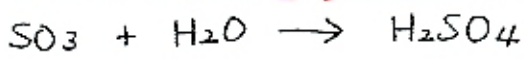
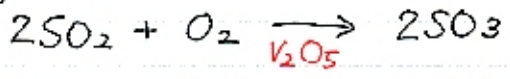
**アモニアソーダ法 (ソルベ-法)**



**硫酸**

**接触法**

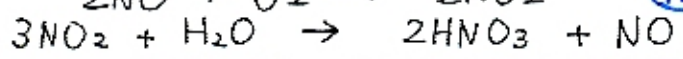
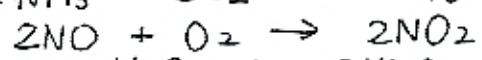
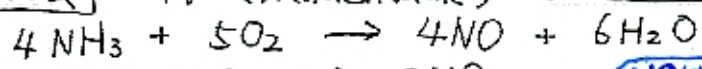
SO<sub>2</sub> を 何度も V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> と 接触させる。SO<sub>2</sub> から SO<sub>3</sub> を作る



**硝酸**

**オストワルト法**

白金 (水素化触媒) で NH<sub>3</sub> から NO をつくる



NO はすぐ NO<sub>2</sub> になる

触媒: 白金のネックス  
↑  
硝酸

電気  
↑  
硫酸

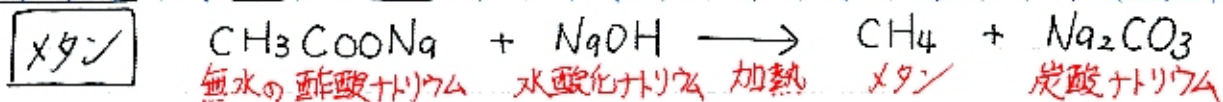
接触  
↑  
接触法

オ  
↑  
オストワルト法

ワ  
↑  
ワイルト

鼻血ブー (バナジウム)

メタン と アセトン 酢酸塩から炭酸塩をとります



※ 第2級アルコールの酸化  
 フメン法でフェニール作るときもできる。

乾留 と呼ばれる

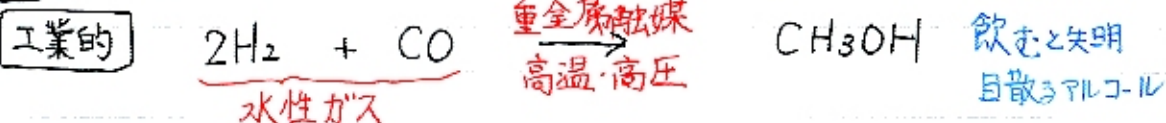
メタン (メタン) か (サフ) サク(ち) (スナ) ック と (炭酸ソーダ) で夜ふかし。  
 メタン 酢酸ナトリウム ②イソカチウム 炭酸ナトリウム ※ ソーダ = Na

アセトン 次の日ねぼうして、  
 (サク) っ と (軽) くトースト (焼) いて (炭酸) カルピス 持 (て) (あ) せて 出 (か) けた。  
 酢酸カルシウム 加熱 炭酸カルシウム アセトン

アセチレン  $\text{CaC}_2$  を アルミホイルにくるんで水にしずめる  
 炭化カルシウム (カーバイド)



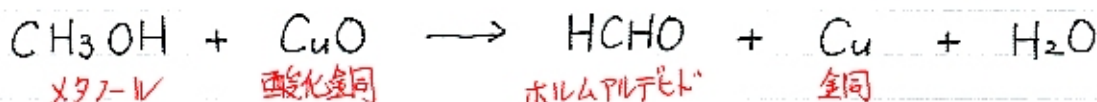
メタノール ヤバイものから ヤバイものをつくる



ホルムアルデヒド

(基本) は 第1級アルコールの酸化

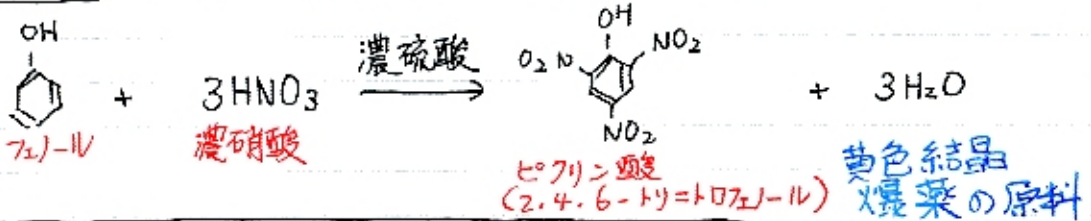
メタノールの蒸気に熱した銅線を近づける





# ピクリン酸

## フェノールの混酸によるニトロ化

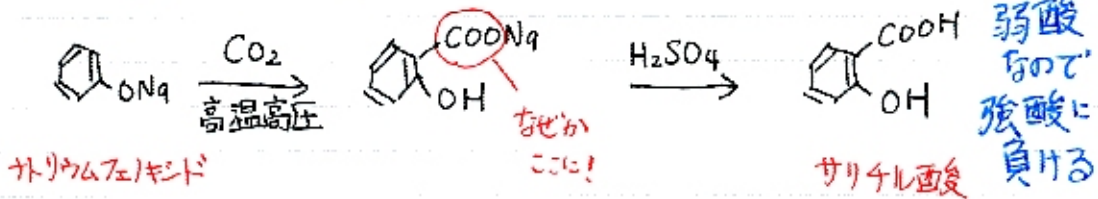


フェノール組の2党争いは 翔さんと竜さんの混戦で  
 フェノールのニトロ化 硝酸と硫酸の混酸で  
 爆弾まで持ち出して、ピクリン酸ともせず。  
 爆薬の原料 ピクリン酸がでる

# サリチル酸

まず Oc1ccccc1 から [Na]Oc1ccccc1 をつくり、  
 ナトリウムフェノキシド

CO<sub>2</sub> を 高温高压 で イイヤー！ とわりませる。

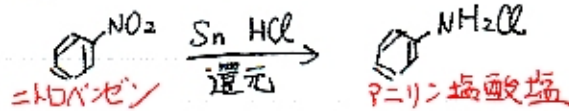


# アニリン

基本 [O-][N+](=O)c1ccccc1 ニトロベンゼンの還元。

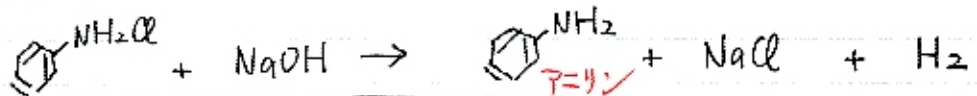
## 実験室

まず [O-][N+](=O)c1ccccc1 を スズと濃HClで還元 → Nc1ccccc1Cl をつくる。



スズは Sn → Sn<sup>4+</sup> となる還元剤

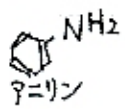
NaOHを加えると 弱塩基なので出てくる。



アニキ は 二等 の 当りくじを 涼しい顔で 円 に 換金 して  
 アニリン ニトロベンゼン スズと 塩酸 還元させて  
 なお も 買いつづけた。  
 NaOH 水溶液 に加える。

工業的には Ni(水素化触媒) でイッキに還元

**塩化ベンゼンジアゾニウム**



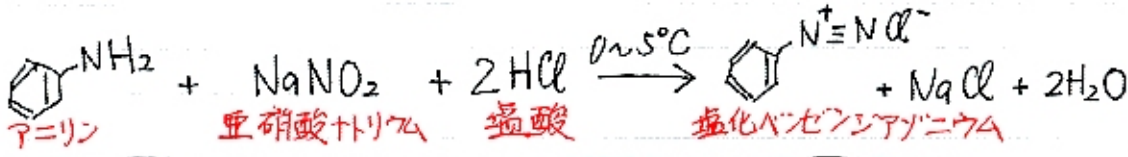
の HCl 希塩酸

← NaNO2 を不安定にする

NaNO2 も N≡NCl- に分解しやすいから

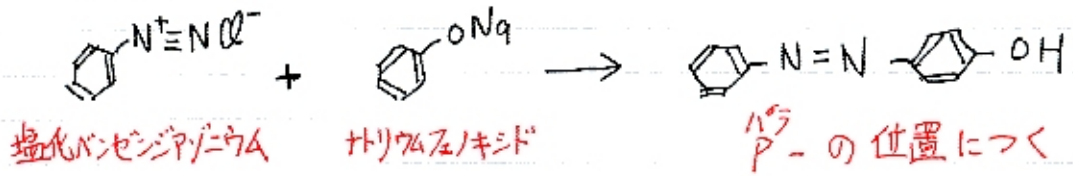
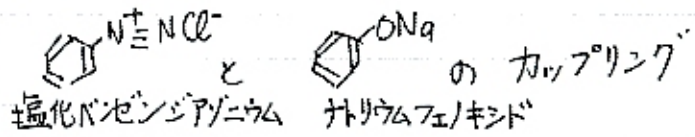
氷冷しながら

NaNO2 もともと不安定  
亜硝酸ナトリウム を加える



円なんか全然価値ないよ！ (じゃあぞ) する！  
塩化ベンゼンジアゾニウム  
と、アニンは (円) を (冷静) に見つめ。  
アニン                      塩酸                      氷冷しながら  
(和尙) さんに 寄付した。  
亜硝酸ナトリウム                      を加える。

**p-ヒドロキシアゾベンゼン**



p- の次に  
つきやすいのは オルト  
メにはつかない。

よくでるワード

展性・延性

金属の性質。

展性 = 圧縮で伸びる性質 例: 金箔

延性 = 引張りで伸びる性質 例: 針金

なぜ?

金属結合は、自由電子が自由に動きまわって金属原子を結びつけているので、金属原子の配置が多少ずれても、結びつきに影響がないから。

抽出

混合物からある物質を抜き出すこと。

エーテルをよく使います。

エーテルは極性が低いので、  
極性が低いものをよく溶かします。  
極性の高いものは水層に溶けます。  
(Na塩など、電離するもの。)

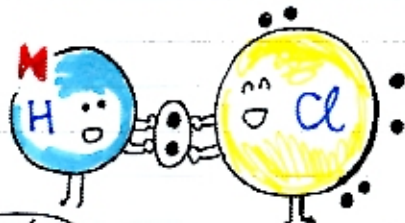
分液漏斗





# 配位結合

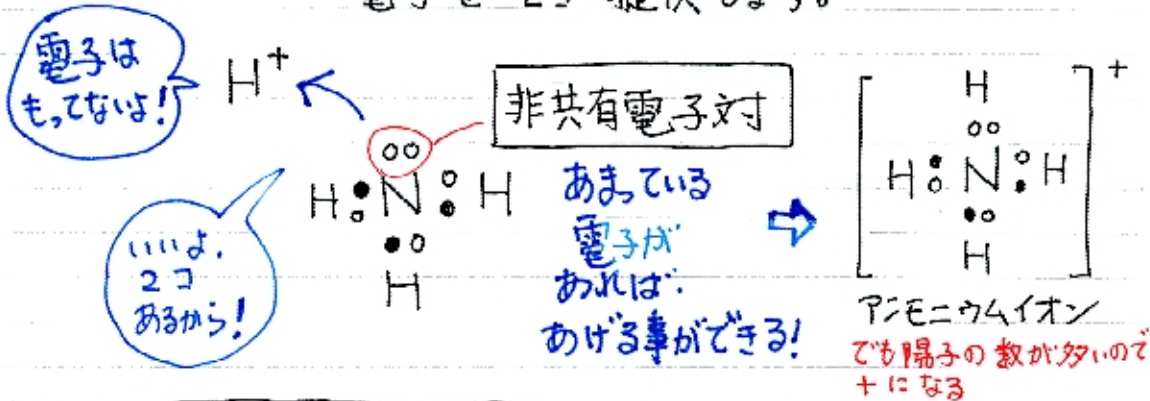
第1編で、**共有結合**とは、  
原子と原子が電子を1つずつ出し合って、  
仲よく共有すること、と書きましたね。



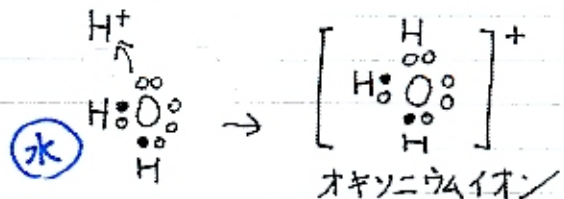
この場合、**不對電子**  
を出し合います。



でも、**配位結合**は、どちらかの原子が1方向的に、  
電子を2つ提供します。



今まで、**アズレ水素イオンちゃん**  $H^+$  と呼んでいたものは、  
実は、**水溶液中**では **オキソニウムイオン**  $H_3O^+$  という、  
水と**水和**したものでしたのです!



## オキソ酸

硫酸 硝酸 リン酸 炭酸 ケ酸 次亜塩素酸  
 $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ ,  $H_3PO_4$ ,  $H_2CO_3$ ,  $H_2SiO_3$ ,  $HClO$   
 などは、Oが配位結合したものです。

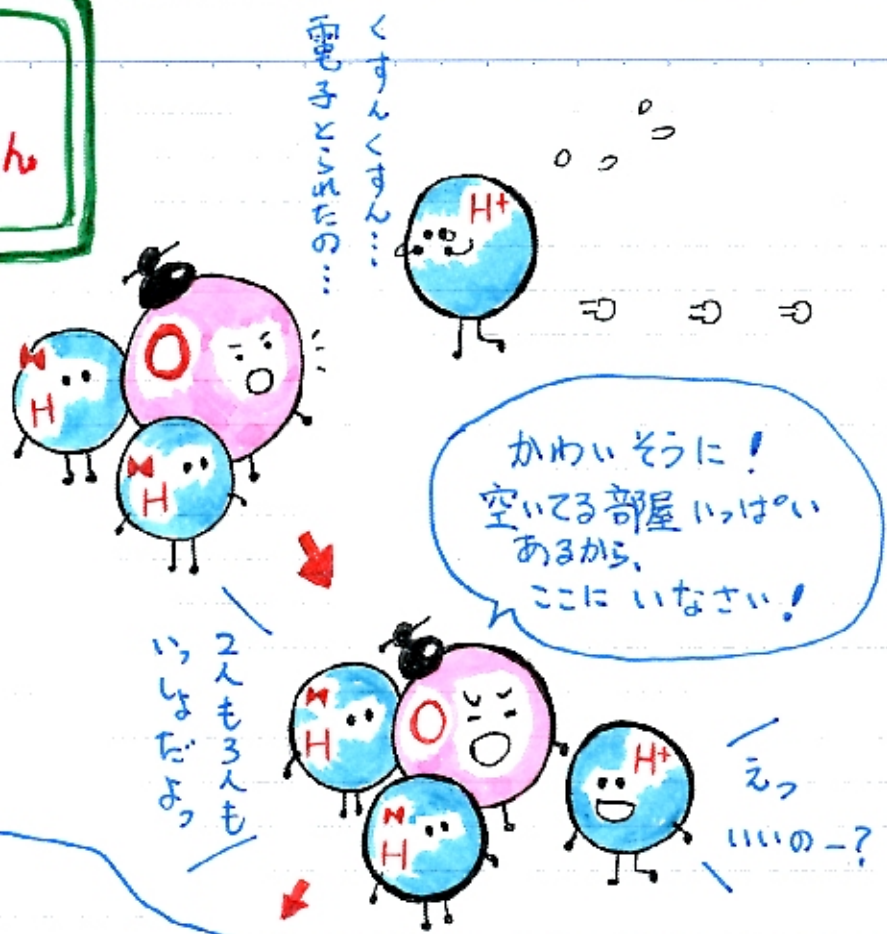
じゃあ、**金属錯体**は、なぜ  $OH^-$  や  $NH_3$  を **配位子** として、

**配位結合** するの? ⇨

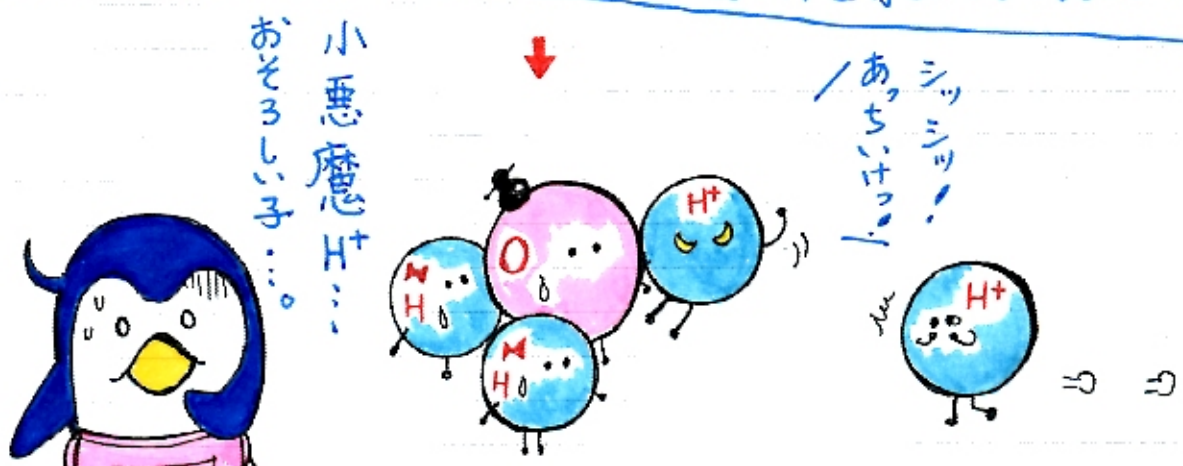
軌道エネルギーがふんだらかんたら~  
大学で学ぼう!!

ノンママ脚本

**人情劇場**  
**肝っ玉酸素があさん**



でも、なぜ  
 $[ \begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H}:\text{O}:\text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array} ]^{2+}$  ができないかというと、 $\text{H}^+$ が1つついてしまうと、 $[ \begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H}:\text{O}: \\ \vdots \\ \text{H} \end{array} ]^+$  のように+を帯びてしまい、他の $\text{H}^+$ を寄せつけなくなるからです!



※ 実際は全体が+を帯びています。



# 第5編

Date

No.

## 総まとめのコーナー



脳内  
浮気中

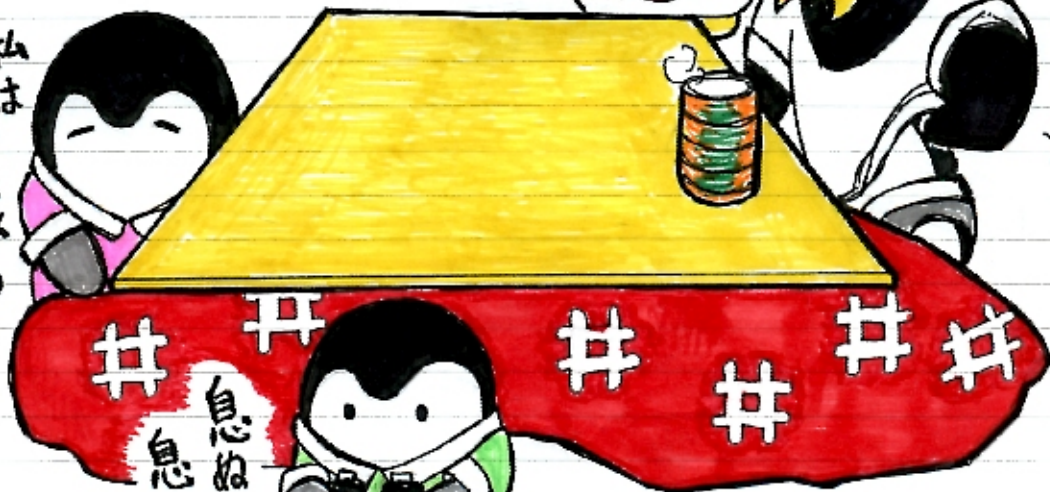


くあーっ

私は紅茶派



おほ



息ぬき  
息ぬき





# 第5編

NO.

DATE

## ◎ 沸点上昇度と凝固点降下

$$\Delta t = K m$$

↑ 体積関係な量。温度で与えられるから。 gをkgにするの忘れたい!

質量モル濃度 [mol/kg]

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

溶質の質量 (g)      溶質の分子量 (モル質量)      溶媒の質量 (g)

↑ mol

※ 電離している時の (mol) に気をつけろ!

## ◎ 中和滴定

$$a c v = a' c' v'$$

↑      ↑      ↑  
価数    モル濃度    体積  
合わせる!

酸がもっていた  $H^+$  と 塩基がうけると  $H^+$  がっり合うとさ

酸性はすっぱいオレンジ

pH 低に 中和点 → ×チルオレンジ      中性に近い方      黄 ↔ 赤

pH 高に 中和点 → フェノールフタレイン      無 ↔ 赤

# ① 反応熱

出し方

係数に気をつける!

① 熱化学方程式を連立方程式のように問く

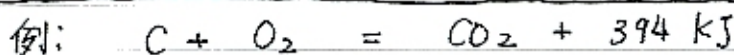
② 反応熱 = (生成物)の生成熱の和 - (反応物)の生成熱の和

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 になるはよい。  
原子の数は、つじつまが合うように!



○ 生成熱の式 **1 mol**

単体 から生成するとき、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 kJ は 発熱  
-Q kJ は 吸熱

○ 状態変化

- 融解熱
- 蒸発熱
- 昇華熱

すべて **吸熱**

エネルギーが高い状態になる

○ 燃焼熱 **発熱** → エネルギーを出して安定になる

○ 生成熱 **吸熱** が **発熱**

○ 溶解熱 **吸熱** が **発熱**

○ 中和熱 **発熱** → エネルギーを出して安定になる

注 **水 1 mol** が

できるときの熱量 40

1 mol が  
反応熱量

## 分子と分子の結びつきが持っているエネルギー

○ 固体 1 mol がもっているエネルギーの和

$$= \text{昇華熱} = \text{融解熱} + \text{蒸発熱}$$

○ 液体 1 mol がもっているエネルギーの和

$$= \text{蒸発熱}$$

↓

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カ** 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カ** の和



比熱 = (1g) のものを 1K 温度を上げるのに必要な熱量

質量  $xg$  のものを 1K 変えるためには

$Cx$  [J] の熱量が必要。  $C$ : 比熱

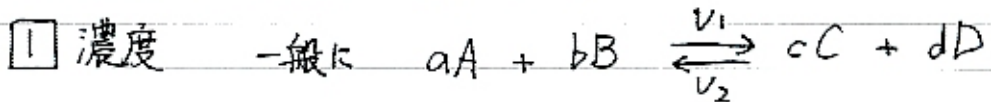
氷がもつ水素結合のエネルギーの総和

= 融解熱 + 蒸発熱

ファンデルワールスカ

は小さいので無視。ほとんどファンデルワールスカだけの物質なら、ファンデルワールスカはこれで出せる。

◎ 反応速度を変える条件



なら

$$v_1 = k_1 [A]^a [B]^b$$

$$v_2 = k_2 [C]^c [D]^d$$

② 温度 温度が高くなれば速度は増加する  $k$  が変わる。

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。

ただし、何段階もの反応に分かれる場合、

律速段階に支配される。

◎ その他 接触する表面積  
光化学反応

# ◎ 立方格子

## 単位格子中に含まれる原子数

体心立方格子 = 2 お中に1個、四方に1/8ずつ = 計2

六方最密構造 = 2 小さいから2コだけ

面心立方格子 = 4

ナトリウム Na と カリウム K は体心 金 Au, 銀 Ag, 銅 Cu に対して アルミニウム Al は面心  
アルカリ金属は体心

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

体は よびん な (活性) 酸素 と 3-と、ええ 女!  
体心立方格子 四分の 3 の r a

面心立方格子の原子半径  $r = \frac{\sqrt{2}}{4} a$

面(かお)は よびん な ニキビ と 3-と、ええ 女!  
面心立方格子 四分の 2 の r a

## 密度の出し方

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

アボガドロ定数 体心は2 面心は4

## 充填率

= 原子の体積がどれくらい占めているか

体心 なら  $\frac{\text{原子1コの体積} \times 2}{\text{単位格子の体積}} = \frac{\frac{4\pi r^3}{3} \times 2}{a^3} = \frac{\frac{4\pi}{3} \times \left(\frac{\sqrt{3}}{4} a\right)^3 \times 2}{a^3} = \frac{\sqrt{3}}{8} \pi \approx 0.68$   
68%

面心 なら 2のかわりに4 74% ... 六方最密構造も同じ。74%  
原子数少ないのに高い



## 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

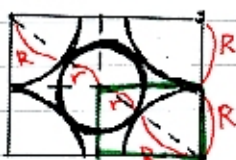
面心立方格子 = 12

1面をけむら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。ちよと  
発展

## 限界半径比

イオン結晶でギリギリまで入ることのできる  
陽イオンと陰イオンの半径比塩化セシウム  
CsCl型

... 体心立方格子と同じような形 配位数 8

これを  
はくと  
思いがかる

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

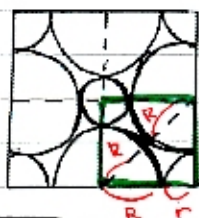
$$2R \times \sqrt{3} = 2(r+R)$$

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

体心立方格子と似てるから  
 $\sqrt{3}$ が関係ある

NaCl型

... 面心立方格子にしているがちがう。

配位数 6  
サイコロの6面

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

$$\sqrt{2}(r+R) = 2R \quad \frac{r}{R} = \sqrt{2} - 1 = 0.41$$

面心立方格子と似てるから  
 $\sqrt{2}$ が関係ある

ZnS (閃亜鉛鉱型)

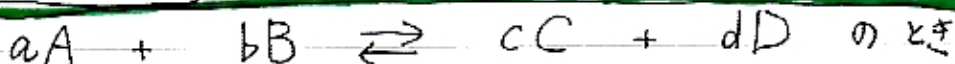
配位数 4

四面体上に4つの陰イオン

配位数 CsCl  $\rightarrow$  NaCl  $\rightarrow$  ZnS  
8 6 4
 $\frac{r}{R}$  陽イオン半径 >  $\frac{r}{R}$  陰イオン半径 CsCl > NaCl > ZnS  
 $\rightarrow$  ミニミで陰イオンの比が大  
不安定なので配位数を減らす



# ◎ 平衡



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

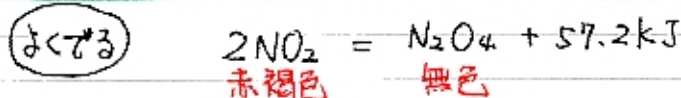
平衡の移動 刺激を加えた影響を減らそう減らそうとする。

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。

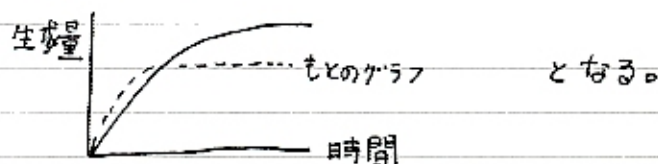
加熱する → 吸熱反応の方向へ ( $-Q$  kJの方)

ルシャトリエの原理

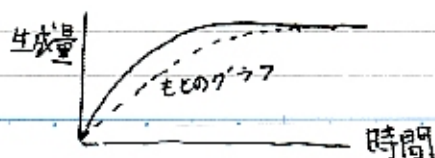


発熱反応

温度を下げるほど反応が進む **か**、  
反応速度は減るので、



触媒は、反応速度は増やすが生成量は増やさない



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。何を求めたいのが自覚する。
- (はじめ)・(反応量)・(平衡時)の量さ、  
 $x$ を使って表せ!

※  $K$  に あてはめるときは、濃度をねら、  
 体積に気をつけろ!

(例)

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

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

## ◎ 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

と、みやす。



弱酸・弱塩基は 電離(していない)量  $\equiv$  最初に加えた量

強酸・強塩基は 電離(した)量  $\equiv$  最初に加えた量

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

の表をつくらしてみる。

※ 濃度は気をつける!

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 ほとんど電離してい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  $K_a$       塩基のときは  $K_b$

弱、ちやうなー!

(弱)酸・(弱)塩基の電離度の公式

あるフンの事情は、私情がからむ。  
 $\alpha$ =アルファ      2乗      C上のK

$$[H^+] = c\alpha$$

をから

HFも価数から使える

$$[H^+] = c\alpha = c\sqrt{\frac{K}{c}} = \sqrt{cK}$$

たとえば  $K = K_a$

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

$$[OH^-] = c\alpha$$

だから

$$[OH^-] = c\alpha = c\sqrt{\frac{K}{c}} = \sqrt{cK}$$

たとえば  $K = K_b$

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

## ◎ 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、どちらかを求める

## ① pHの出し方

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

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

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

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

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

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

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

酢酸のpH

$$[\text{H}^+] = C\alpha = \sqrt{CK_a} \quad \text{より出せる}$$

$\text{NH}_3$ のpH

$$[\text{OH}^-] = C\alpha = \sqrt{CK_b}$$

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

強酸のpH

$[\text{H}^+]$ は最初の量そのま

ただし、価数は気を付ける!

$\text{H}_2\text{SO}_4$ 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  
弱塩基とその塩

特殊  $H_2PO_4^-$  酸  $H_2PO_4^{2-}$  塩基

これをおぼえよう!

$CH_3COOH$  と  $CH_3COONa$  の  
緩衝液の

$$[H^+] = \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]} K_a = \frac{\overset{\text{最初の濃度そのまま}}{\downarrow} [CH_3COOH]}{\underset{\text{最初の濃度そのまま}}{\uparrow} [CH_3COONa]} K_a$$

イッぢしたいなあ...。 いい女の上で...。

と、ジャックせんは、かきながら感傷的になった。

緩衝液の pH は、 $CH_3COOH$  と  $CH_3COO^-$  の濃度の割合で決まる。

HCl を  
加えると?

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

$[H^+]$  は 多少は 増えるものの。ゆるやか。

NaOH を  
加えると?

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

$[H^+]$  は 多少は 減るものの。ゆるやか。

◎  $NH_3$  も 同じように 考える事ができる。

$$[OH^-] = \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} K_b = \frac{\overset{\text{最初の濃度そのまま}}{\downarrow} [NH_3]}{\underset{\text{最初の濃度そのまま}}{\uparrow} [NH_4Cl]} K_b$$

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]}$$

最初の濃度そのまま

より、pH も 出せる。



# ◎ 気体

◎ 基本 気体 1 mol の体積 = 22.4 l

にんがし!

とりあえずこれを覚えよう

$$PV = nRT$$

気体の状態方程式

ボイル・イコールエヌアールティ

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  
分子質量

なので:

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

$$1 \text{ mol の体積} = 22.4 \text{ l}$$

$$\frac{d}{\text{密度}} = \frac{\omega}{V} \rightarrow P = \frac{d}{M} RT$$

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

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

混合気体は、見かけの分子量  $\bar{M}$  を出すとよい。

い3い3と便利

$$\bar{M} = \frac{A \text{ のモル}}{\text{全体のモル}} M_A + \frac{B \text{ のモル}}{\text{全体のモル}} M_B$$

$$= \frac{n_A}{n_A + n_B} M_A + \frac{n_B}{n_A + n_B} M_B$$

$n_A = n_B$   
なら

$M_A$  と  $M_B$   
の平均

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  $n_A$  をけて  
計算してもよい!

Tは 絶対温度 なので

$$^{\circ}\text{C} + 273$$

おぼえかた

$$\overset{273}{\text{ケルビン}}$$

または 「ケルビン」

## 蒸気圧

液体として存在している間は、  
飽和蒸気圧（蒸気圧）は一定。

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 で 760mm なので、  
( $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$ )

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

### 一般に

液体 A が 存在するとき（気液平衡状態にあるとき）  
= 凝結しているとき

$$A \text{ の分圧} = A \text{ の飽和蒸気圧}$$

- 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。

$$\text{物質 B の分圧} = \text{全圧} \times \text{その物質 B のモル分率}$$

### 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。

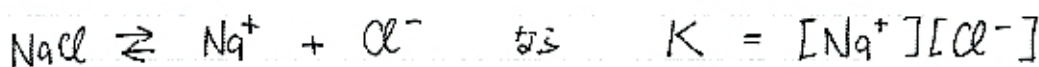
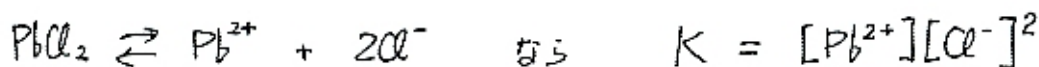


溶解度曲線の溶解度 = 水100g に溶ける物質の質量g

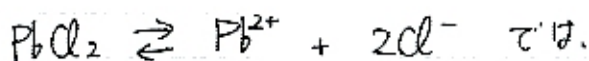
温度と関係がある。

※ (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

$$\Pi V = nRT$$

気体の状態方程式とそっくり

↓

$$\Pi = \frac{n}{V} RT = CRT$$

溶液のモル濃度

$$= \frac{w}{M} RT$$

質量  
分子量

※ただし、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

CaCl<sub>2</sub> は 3倍  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> は 3倍  
HCl は 2倍

ただし、 $\alpha \approx 1$  とした場合。  
 $\alpha$  を厳密に出す場合は、  
弱酸・弱塩基と同様に計算する。

$\alpha$  を厳密に考える場合

①価の 弱酸・弱塩基  
強酸・強塩基 またはその塩

酢酸と同様： 全体の濃度は  $C(1+\alpha)$

弱酸・弱塩基なら  $\alpha \approx 0$  で  $C$  初濃度のまま  
強酸・強塩基なら  $\alpha \approx 1$  で  $2C$  2倍の濃度

と、なるような式だとおぼえる!

(2価の) 強酸・強塩基 または その塩

1段階目はほぼ完全に電離する。 という条件がついていけば  
カンタン。

$$\text{全体の濃度} = C(2 + \alpha)$$

$\alpha \approx 1$  とおくと  $3C$  になるので、濃度が3倍になる。

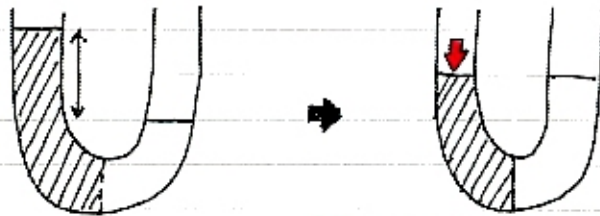
(2価の) 弱酸・弱塩基 または その塩

2段階の電離のうち、一方の平衡定数  $K$  が すごく小さい場合、  
こちらはほぼ起こらない、と考えることができる。

酢酸と同じ  
弱酸の式  $\alpha^2 = \frac{K}{C}$  も使える。

$$\text{全体の濃度} = C(1 + \alpha)$$

浸透圧とは



液面を同じに  
しようとしたら  
新たに  
浸透圧を  
加えなければならぬ

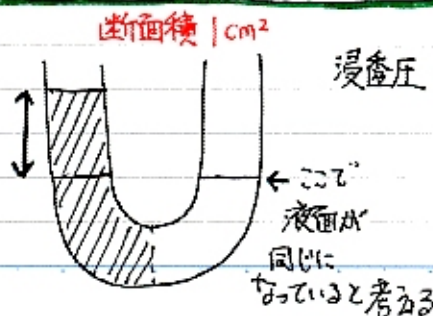
実際にかかっている圧力は  
浸透圧 + 大気圧

ちよと  
発見

単位面積あたりにかかる 圧力と、質量は 比例する。

この部分の  
重さ  
の圧力が、  
浸透圧と考える。

7つと考える



浸透圧: この部分の重さ =  $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$  : 760 × 13.5g/cm<sup>3</sup>  
大気圧 | 水銀柱の大気圧のときの高さ | 水銀の密度 425



## ① 電気分解

① まず、電子 $e^-$ が何mol流れたかを計算する。

② 反応式を書いてみる。

電子 $e^-$  1mol に対して、物質が何molできるか考える。

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

(電子 1mol の電流量)

## ② 電気分解

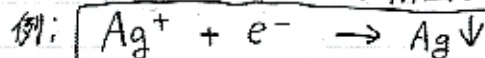
の基本

陰極(-) に +イオンがくる  
陽極(+) に -イオンがくる

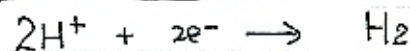
陰極

(-)

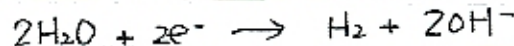
。H<sub>2</sub>よりイオン化傾向の小さい金属イオンがあれば析出。



。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・塩基中ならば)



(水が還元される)

陽極

(+)

① 電極が Pt, C 以外なら電極が溶けて $e^-$ を出す

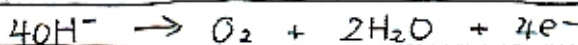
② 電極が Pt か C なら

。ハロゲンイオンがあれば



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

(塩基性ならば)



(中・酸性ならば)



(水が酸化される)

☐ は特によく出る!

## ① 電池の基本

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。

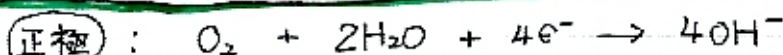
電解質が食塩水やアルカリ水溶液などで、  
 $NaCl$   $NaOH$ ,  $KOH$

$H^+$  があまりなくて

金属イオンのイオン化傾向大 のとき

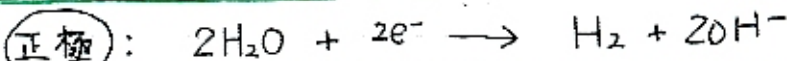
- 大気中と接していて、 $O_2$  が豊富に供給される場合

$O_2$  が還元される。



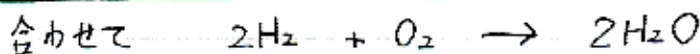
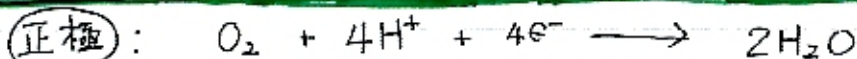
- 密閉されて  $O_2$  が入っていない場合

水を還元させる。



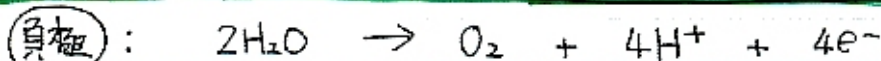
## 燃料電池

$O_2$  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

# ◎ $C_x H_y O_z$ (組成式) の決定

→ 試料と酸化銅(II)

完全燃焼

⇒

塩化カルシウム  
 $CaCl_2$

潮解性  
水をとる

⇒

ソーダ石灰  
 $CaO + NaOH$

$CO_2$ をとる  
↑

酸性だから  
塩基性のものと反応

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

わかるな!

$$H \text{ の質量} = H_2O \text{ の質量} \times \frac{2 \times (H \text{ の原子量})}{H_2O \text{ の分子量}} = H_2O \text{ の質量} \times \frac{2.0}{18}$$

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



## 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？

酸化銅で燃焼させる  
 災天下を軽く走ったら倒れそーた... せーかくたけど。  
 塩化 カルシウム ソーク 石灰 を通す

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。

水も吸収するけどここではCO<sub>2</sub>を吸収

石灰 = カルシウム化合物 石の灰と書く

NaOH = アルカリ

CaO = 塩基性酸化物

だから、酸性のCO<sub>2</sub>と反応する。

## 成分元素の確認方法

炭素

完全燃焼 → CO<sub>2</sub> がでる。  
 させると石灰水 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

完全燃焼 → H<sub>2</sub>O がでる。  
 させると無水硫酸銅(白) → 水和物(青)  
 CuSO<sub>4</sub> CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O

意外と出る!

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ります。  
 塩化コバルトが入ってます。

窒素

NaOHを加えて加熱 → NH<sub>3</sub> がでる。

(赤) リトマス紙 → (青)

NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ができて  
 NH<sub>3</sub> が臭いで出てくる  
 カンジ グリンガラス棒にNH<sub>3</sub>  
 + HClの蒸気NH<sub>4</sub>Cl ができる。

濃塩酸と接触させると白煙。

塩素

焼いた銅線につけて加熱 → 塩化銅  
 CuCl<sub>2</sub> がでる。

炎色反応 青緑色

Cuの炎色反応

Cuだけは気化しにくいから、  
 ハロゲン化銅から気化する。(Br, Iでもできる)

硫黄

Naを加えて加熱融解 → 硫化ナトリウム  
 Na<sub>2</sub>S がでる。

酢酸鉛(II)水溶液で黒色沈殿

PbSが沈殿する。

## ◎ 反応のできる量

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？

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

基本

どちらかが余らないか見てつける。

反応式を考えよう！

◎ 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。

◎ |対|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。



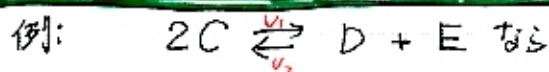
## 濃度がからむ問題

- 求めたい濃度や物質量を  $x$  と置いてみる。
- よけいなものは消去できないか考える。

数学と同じように

基本 濃度から、体積  $V$  で割るのを忘れずに!

① 反応式を書いてみて、平衡定数をあらわしてみる。

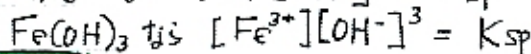
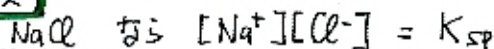


$$K = \frac{[D][E]}{[C]^2} \quad \text{温度一定なら } K \text{ は変化しない。}$$

$$\begin{aligned} \text{反応速度 } v_1 &= k_1 [C]^2 \\ v_2 &= k_2 [D][E] \end{aligned}$$

② 濃度に関する式で、問題に関係ありそうなものを思い出す。

○ 溶解度積



これ以上になると沈殿する

○ アンリ-の法則

気体の溶解度は、分圧と比例する。

$$[A] = k_0 P$$

$[\text{H}^+]$  がからむもの

○ pH が  $x$  といふことは  $[\text{H}^+] = 1 \times 10^{-x}$

○ 水のイオン積

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

ただし 25°C の値。純水なら  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$

○ 酸・塩基の電離度を  $\alpha$  とすると

$$[\text{H}^+] = C\alpha$$

$$[\text{OH}^-] = C\alpha$$

$C$ : 初濃度

1価の弱酸・弱塩基なら  $\alpha^2 = \frac{K}{C}$

○  $\text{CH}_3\text{COOH}$  と  $\text{CH}_3\text{COONa}$  の緩衝液

$$[\text{H}^+] = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COONa}]} K_a$$



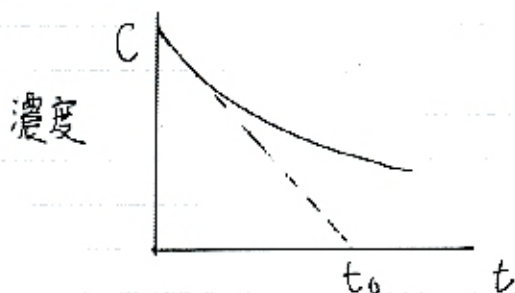
## 反応の初速度

例1) ごく短い時間  $t$  の間に、(Vは一定)、ある物質が 0 から  $x$  mol まで

$$v_0 = \frac{x}{t} \approx \frac{x}{Vt}$$

$v_1 = k_1[A]^a[B]^b$  に  $v_0$  を代入すれば  $k_1$  も出る

例2) 濃度変化グラフの接線の傾き



$$v_0 = \frac{C}{t_0}$$

③

はじめ・変化量・平衡時  
(反応後)

の表を書いてみる

○ 同じ体積中なら 物質質量比 = 濃度比

○ 変化量は反応式の係数に比例する。

↓  
同じ濃度のものには気をつける。

同じ濃度ならば消去し、1つにまとめられる! 数学と同じ。

例:  $A + B \rightleftharpoons C + D$  でCとDの初濃度 0 ならば、  
反応量を  $x$  とすると

	A	B	C	D
はじめ	C初濃度	c	0	0
変化量	-x	-x	+x	+x
反応後	C-x	C-x	x	x

CとDの初濃度 = 0 CとDの係数 = 1  
なので  $[C] = [D]$ 濃度なので mol をたら  $V$  で割るの忘れずに。  
 $V$  がわからない時は、とりあえず mol を書きこもう。あとでヤルと  $V$  で割る!○ どちらかの物質が、反応して完全になくなる場合。  
どちらの物質が残るのか? を考える。  
(どちらもあり得る場合は、どちらも考える。)↓  
完全になくなる方を、反応後 0 と置く。

- Aを完全に燃焼させた  $\rightarrow$  Aは残っていない。
- Aが過不足なく反応した  $\rightarrow$  Aは残っていない。
- アルカリ性  $\rightarrow$  アルカリ性のものが残っている。

# 気体の問題

1 mol の体積 = 22.4 l は基本

○  $PV = nRT$

○ 物質 A の **液体** が存在していて、**気液平衡状態** であるならば  
**物質 A の分圧** = **物質 A の飽和蒸気圧**

凝縮はない。とか、すぐ気体になった。とあるなら、  
ふつうに気体として扱ってよい。

○ **物質 A の分圧** = **気体中の物質 A の mol と比例する**  
=  $\text{全圧} \times \frac{\text{物質 A の mol}}{\text{全体の mol}}$

○ **全圧** = **全体の mol と比例する**  
体積・温度が一定ならば全体の mol が 2 倍になれば 2 倍。

○  $PV = nRT$  から いること

温度  $T$  と 体積  $V$  が一定ならば

圧力  $P$  比

= 物質量 (mol) 比

= 濃度  $\frac{n}{V}$  比

温度  $T$  が一定ならば

圧力  $P$  比

= 濃度  $\frac{n}{V}$  比

聞き方を変えてくる事もあるので、気をつける。

○ 混合気体でもそれぞれの分圧で  $PV = nRT$  は成り立つ。

$P_A V = n_A R T$      $P_B V = n_B R T$

$V$  は共通なので  $n_B$  がわかるとき (気液混合など)  
A の分圧  $P_A$  と  $n_A$  をかけて  $V$  を出しても良い。

○  $n_A$  と  $n_B$  または  $n_A$  と  $n_B$  のモル分率がわかれば ← 質量と分子量でも出せる

平均分子量  $\bar{M} = \frac{n_A}{n_A + n_B} M_A + \frac{n_B}{n_A + n_B} M_B$

を使うと、全体の  $PV = nRT$  で使えて 便利な事もある。



できるものが水など液体の場合

できたときに 気体(水蒸気)なのか液体か、両方混じった状態かで違ってくる。

② 水の体積や水蒸気圧は無視できる

と書いてあった時は、すべて液体だと考える。→水の濃度は無視。

③ 凝縮はない。とか、すべて気体になった。

と書いてあった時は、ふつうに気体として考える。

④ 凝縮があった。(液体の水が存在している)そして、**気液平衡** なら

$$\text{水蒸気の分圧} = \text{飽和水蒸気圧}$$

• 平衡は気体だけを考える必要がある。

• 気体だけをなら  $PV = nRT$  が成り立つ。

• A, B, C の混合気体なら  $C = \text{全体} - (A + B)$

5 その他

○ 反応式の係数に注意してみる。

例えば  $A + B \rightleftharpoons 2C$  なら、どう反応してもトタルの mol は変わらない。

$C + 2D \rightleftharpoons 3E$  で最初の C:D が 1:2 なら、

どう反応しても C:D = 1:2

はじめ、変化量、反応後の表を書いてみたらすぐわかる。

○ 質量保存の法則

反応前と反応後の質量の(合計)は変わらない。

○ 反応に固体が混じっている場合は、平衡に関係ないので無視。

例:  $C(\text{固}) + CO_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2CO_2(\text{気})$   $K = \frac{[CO]_2}{[CO_2]}$

○ 溶液中での平衡なら溶液濃度だけ  
気体中での平衡なら気体濃度だけを考える。

○ 温度一定なら

気体の分圧 P は濃度  $\frac{n}{V}$

に比例するので

$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$  のとき

$$K_p = \frac{P_c^c \cdot P_d^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

センターから共通テストへの変換、そしてコロナ…。

いろいろと混乱しているよね、お察しします。🐼

ただでさえ、自分の実力を測るのは難しいのに、過去問がないのでは…。実戦問題集や、模試などで判断するしかないと思いますが、

それがそのまま、自分の実力を反映するかどうかはあやしい…と、ポンこママは思います。

もちろん、まわりの意見をよく聞く事は大切ですが、自分でもよく考えたり、調べたりして、判断しよう！

今は、受験方法も、多種多様ですもんね。

自分で決めたなら、どんな結果になろうとも、納得できるはず。そして、どんな結果になったとしても、

**それで終わるわけではありません！**

社会に出るとわかりますが、まわりで“言われるほど”、

有名大学に行きさえすれば人生バラ色なわけではありません。

有名大学でなくとも、  
いい仕事・研究をする人は  
たくさんいるし、  
有名大学に行っても、  
それで満足して  
しまったり、  
それまでです。  
どこへ行っても、  
自分次第ですヨ。



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  
もんでさア

「お前に言われたかねーよ、と言われるかもしれませんが…」



「C62の反乱」  
時間を食べるテスト

Date

No.

待つしかない状況で  
パニックにならない  
テキな  
話



挫折だって、無駄にはなりません。

娘のポンポンは浪人しましたが、

頼りなかった性格が、たくましくなりましたヨ。

そりゃ、合格して欲しかったですケドネ！

こんな時を乗り越えたと、誇りに思える時が  
きっと来ます。



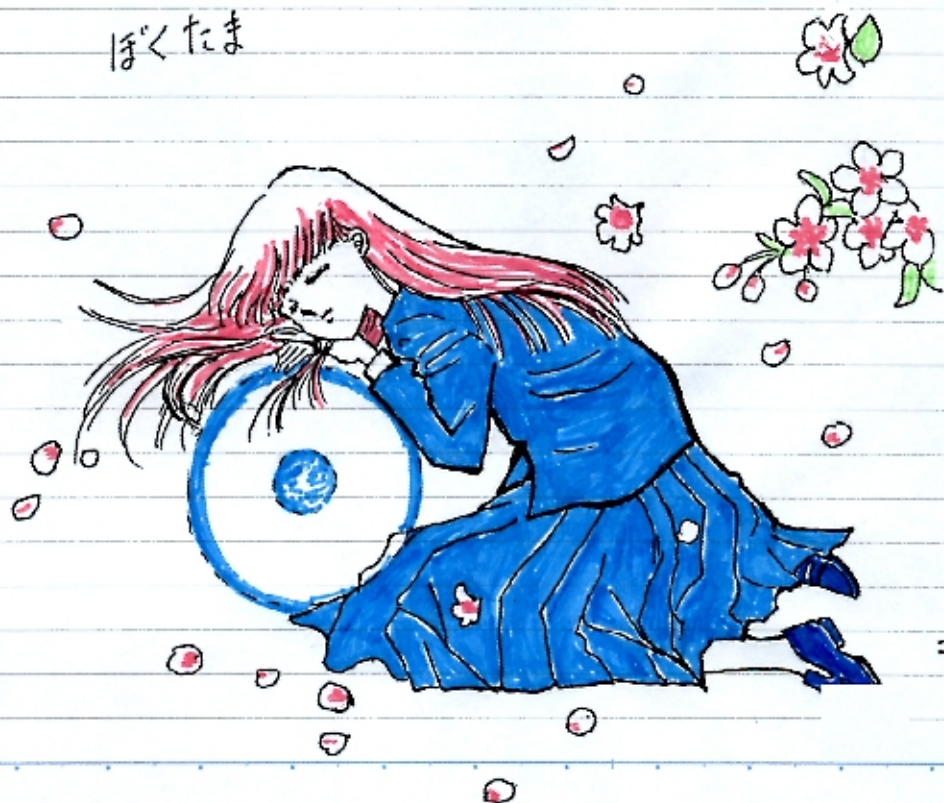
そして！ パンこママが1番言いたい事は、

どこへ行こうか、化学はおもしろい！！

漫画とお笑いもおもしろい。

化学は地球のために役立てくださいねへ

ほくたま



好きな漫画  
描きたい  
たいだろ

テハロー-



でも気が向いたら、  
東北大学も候補に入れてみてネ〜。

真面目な大学です。

全然アヒールしないけど。

なにげに「THE 世界大学ランキング 日本版 2020」  
で1位です。(THE=タイムズ・ハイヤー・エデュケーション)

地元では、  
東大・京大に行けても  
東北大に行く子が  
多いヨ！

組織の中で生きる人間こそ  
信念が必要だ。  
なんてな



室井 慎次  
東北大卒 (映画の中で。)



仙台は、年々洗練された街になっています。  
地下鉄が縦横に走って、東北大もアクセス便利。  
夜景もキレイ。景色うまく描けん。

でも、  
慶応も  
結束力固くて  
良い大学タヨ〜。  
って、やっぱり  
宣伝するんか〜!!



# パンママの化学ノート、どうでした？

(ちょっとは役に立ったかな？)

あとは、センター**赤**本とか、●本とか●本とか●本とか

共通テスト<sup>↑</sup>になっちゃうからなあ、○本とか、<sup>イロイロあるけど</sup>

過去問や実戦問題集を使って実戦練習してみると  
年が経いたけど ※過去問は、イミあるかどうかわかりません！  
 良いですよ。

でも、

問題集は

にねくれた問題が

多くて難しめだし、

(問題集によっても)

違う。

過去問も

年によって波があるし、

自分との相性もあるし、**一喜一憂しないこと！**



**ただし!** まちがったところは反省し、

**2度とまちがえない!**

**自分の弱点が見いたら、  
強化しよう!**

ただ  
やるだけじゃ  
ダメ。



というわけで、

化学のおもしろさ、ちょっとはつためたかな？

誰か1人にでも伝えてくれたら、うれしいです。

やっ  
てこ  
ーい  
っ



せい  
いっ  
ぱい

化学が得意な人も、  
苦手な人も！

がんばったことは、決してむだにならないよ！

直前は落ちて体調管理に、外出はマスク。  
帰ったら手洗いもネ。

い  
と  
く  
け  
ど、



私  
が  
エ  
ロ  
い  
ん  
じ  
ゃ  
な  
く  
て、

化  
学  
が  
エ  
ロ  
い  
の  
で  
す。