

第2章

酸と塩基

化学の定番デスネ！

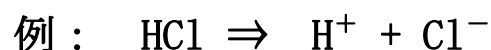
① 酸と塩基の定義 2種類

まちがえないように！

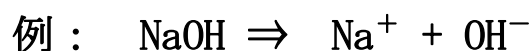
アレニウスの定義

アレ、タンジュン！

酸とは = 水溶液中で H^+ を出すもの



塩基とは = 水溶液中で OH^- を出すもの

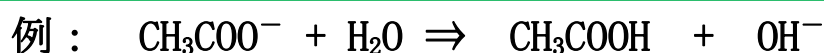


ブレンステッドの定義

ブレブレ

酸とは = 他に H^+ を 与えるもの

塩基とは = 他から H^+ を うけとるもの



|| ||

H^+ を H^+ を

うけとるから 与えるから

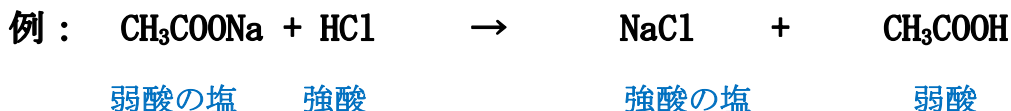
塩基 酸

アレニウスの定義では、塩基でも酸でもない。

② 酸の強弱関係

化学の世界は弱肉強食！

塩に含まれる酸よりもっと強酸を加えれば、
弱い方の酸が出てくる！
負けて追い出される



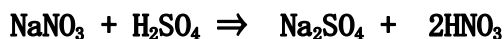
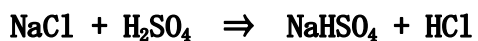
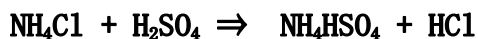
有名なおぼえかた：スカタンフェノール
ス = SO_4

注： H_2SO_4 と同じ強酸だが、

揮発性 なので、

H_2SO_4 には負けて出てくる。

例：



例：



※忘れがちですが、硫化水素 H_2S と 亜硫酸 H_2SO_3 は **弱酸**！
フッ化水素 HF も！

③ ハロゲン化水素とハロゲン(単体)のちがい

よく出る!

ハロゲン化水素は、**HF** だけ弱酸。あとは強酸。

HF << HCl HBr HI

フッ化水素

塩化水素 (塩酸)

臭化水素

ヨウ化水素

こっちほど弱い。



⑨ でも、

HFは、弱酸だけど **ガラス (SiO₂)** は溶かす!

イメージとちがうのでまちがえやすい!



逆!

よく出る!

ハロゲン(単体)の反応性は、ハロゲン化水素 と逆!

混同するな!

F₂

Cl₂

Br₂

I₂

フッ素

塩素

臭素

ヨウ素

反応性

こっちほど大きい。



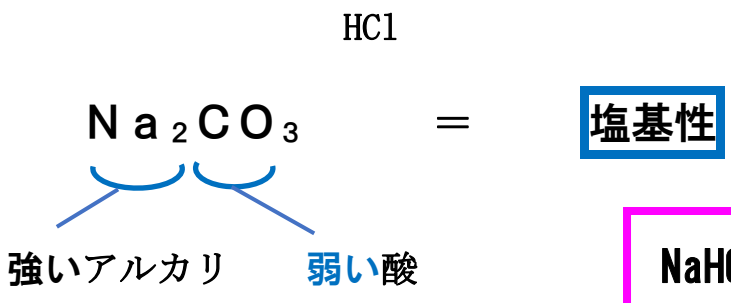
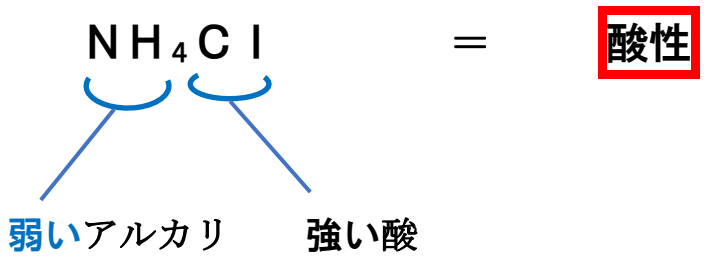
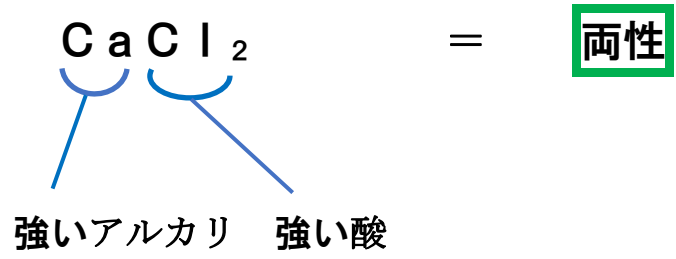
反応性の小さい方が出てくる! **ここでも弱肉強食**

FとClはHと激しく反応してHFとHClになるが、BrやIは一部だけ。Fは、水でも激しく反応してHFになる。

4 塩の性質

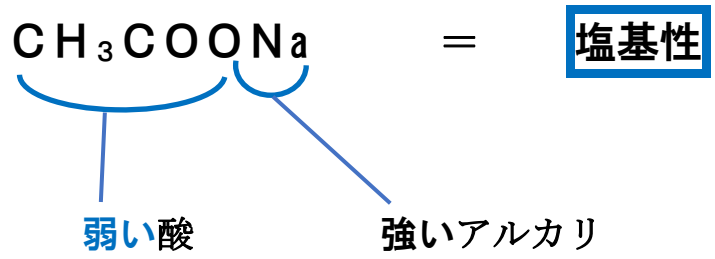
塩の性質は、強い 方がでる。

弱肉強食



NaHCO_3 も、塩基性だが、
 よけいなHがあるだけ弱い。
弱塩基性 よく出る

酢酸ナトリウム



第3章

酸化剤 と 還元剤

あれ、これ酸化剤だっけ還元剤だっけ??

どっちにもなるやつもあるし・・・と、けっこうイライラします。

まぎらわしいけども、おぼえよう！

酸化剤 =

他人を
酸化させる
酸化力をもつ

自分は **還元** されやすいもの。

つまり、

・ +から-になりやすい。

⊖をもらいやすい。 **電子ほしがり屋さん**

・ Oを出しやすい。

(H⁺とH₂Oにするから)

還元剤 =

他人を
還元させる
還元力をもつ

自分は **酸化** されやすいもの。

つまり、

・ -から+になりやすい。

⊖を出しやすい。

・ Hを出しやすい。

(H⁺とe⁻を出す)

主な 酸化剤

熱濃硫酸	H_2SO_4
希硝酸	HNO_3
濃硝酸	HNO_3
オゾン	O_3
酸素	O_2
過マンガン酸カリウム	$KMnO_4$
二クロム酸カリウム	$K_2Cr_2O_7$
ハロゲン	Cl_2 F_2 I_2
さらし粉	$CaCl(ClO)H_2O$

主な 還元剤

硫化水素	H_2S		
シュウ酸	$(COOH)_2$	塩酸	HCl
ヨウ化カリウム	KI		
水素	H_2		
硫酸鉄 (II)	$FeSO_4$		
塩化スズ (II)	$SnCl_2$		

どっちにもなる

二酸化硫黄	SO_2
過酸化水素	H_2O_2

どれが 酸化剤 だけ、どれが 還元剤 だけ、

どっちにもなるやつどれだけ、

頭がごちゃごちゃしますよね！



ここは、**進路指導の先生** になったつもりで、

「きみは、将来何になりたいのかね!？」と、聞いてみると、

この人たちがどっちになりたいのか見えてきます。



次ページへGo!

酸化剤 になりたい人たち

○ (重荷?) をたくさんかかえてる人たち



酸化剤以外の何になれっていうんだ、な人たち



たくさんの資格を持つ秀才な人たち
(英検とか漢検とか?)

MnとCrは 複数のイオン価数を持つ。

代表的な酸化剤です!

過マンガン酸カリウム
 KMnO_4

僕は
+2, +4, +7と、
様々な資格を
持っています!

ニクロム酸カリウム
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

ちなみに、今 +7なので
+2にも +4にも
なれます!

僕も
27
持っています!

ちなみに MnO_2 も、
今 +4 だから +2 になれる
酸化剤

期待してよ
うむっ

還元剤 になりたい人たち

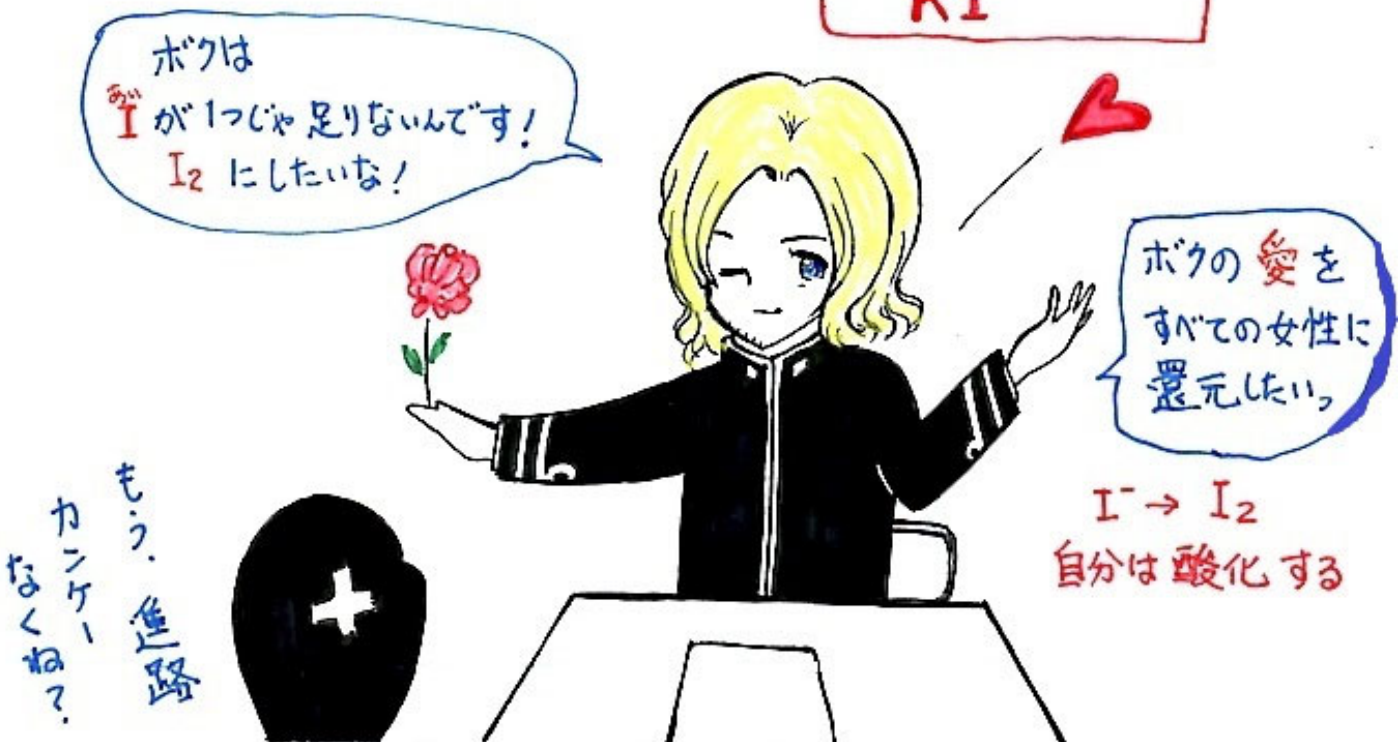
出家したい人たち

エッチは捨てます!



愛が1つじゃ足りない人

**ヨウ化カリウム
KI**



両方 なれる人たち

夢みる人

二酸化硫黄 SO_2

ホラほくって、 SO_4^{2-} にもSにもなれるじゃないですか!

無限の可能性があると思うんですよー! ほくって。

$SO_2 \rightarrow S$ 酸化剤
 $SO_2 \rightarrow SO_4^{2-}$ 還元剤

ウン、結局、何になりたいか決まてないんだね?

いじけてる人

過酸化水素 H_2O_2

だいたい、ぼくの名前からして過酸化水素ですからねー **過!**酸化水素っ!

どうせね、ぼくなんかには過ぎたOだって思われてみですよ、Oを1コなければ水なのに! って、みんな思ってんですよ!

$H_2O_2 \rightarrow H_2O$ 酸化剤

いっそのことH捨てて、 O_2 になってやるーか!

$H_2O_2 \rightarrow O_2$ 還元剤

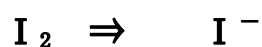
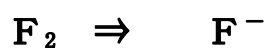
いや、君だてね、酸素の発生実験に使われたり、消毒に使われたり、いろいろ役立っよ?

その他1

－が増えるか、＋が増えるかで判断しよう！

＋⇒－になるもの	=	自分が還元される	=	酸化剤
－⇒＋になるもの	=	自分が酸化される	=	還元剤

酸化剤 (－が増えるもの)



還元剤 (＋が増えるもの)



その他2

もう1つ、

さらし粉

も、

酸化剤



としておぼえておこう！

さらし粉は、**カルキ**とも呼ばれ、水の消毒とかに使います。

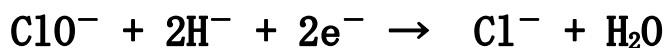
カルシウムのカル

水がカルキくさい！とかいう。

プールの塩素くさいのもこれです。

次亜塩素酸イオン (ClO⁻) を出しますが、

すぐにOを出して Cl⁻ になりそうですね！



他人を酸化させやすいのです。



て、ことは、菌の細胞を **酸化** してぶっこわしやすいので、

消毒 に使われるのです。

白い粉なので、扱いやすいです。

酸化剤は、消毒・殺菌に使われる事が多い！

半反応式

基本 は、

酸化剤 = H^+ をもらって O を出す $\Rightarrow H_2O$ にする

e^- をもらう。(自分は還元) **電子ほしがり屋さん**

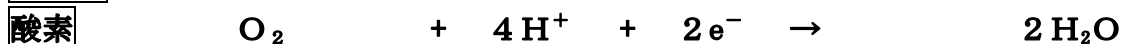
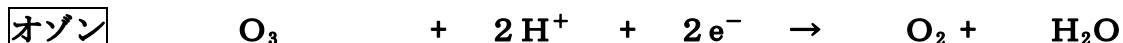
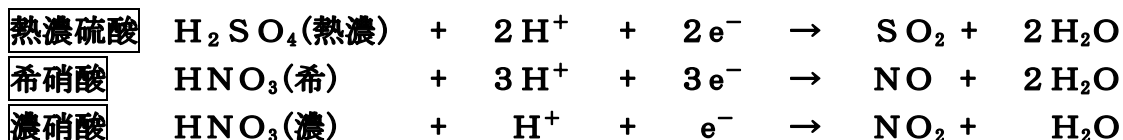
還元剤 = H^+ を出す。

e^- を出す。(自分は酸化)

※共通テストで書け、というものは出ないかもしれませんが、二次なら出るかも。
基本がわかれば書けます。

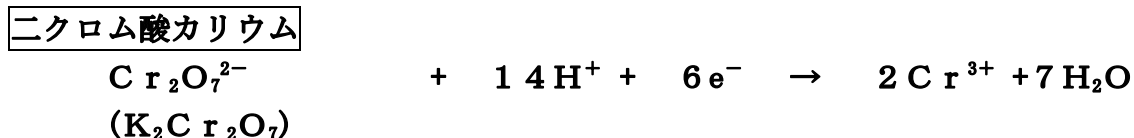
酸化剤

Cu Hg Ag を溶かす酸化反応



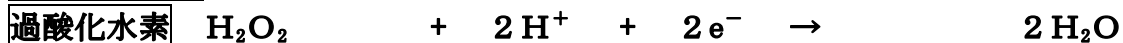
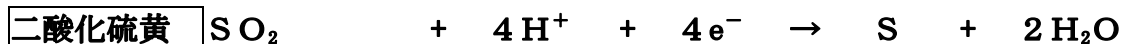
($KMnO_4$)

中性のとき



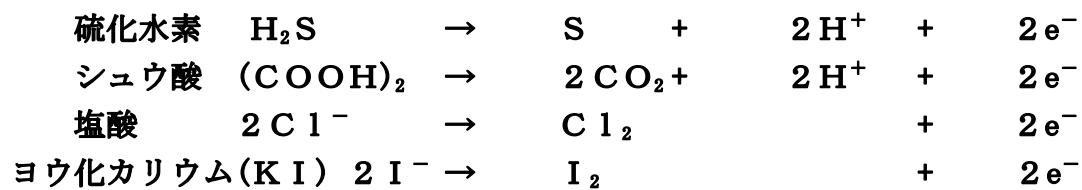
($K_2Cr_2O_7$)

還元剤にもなる

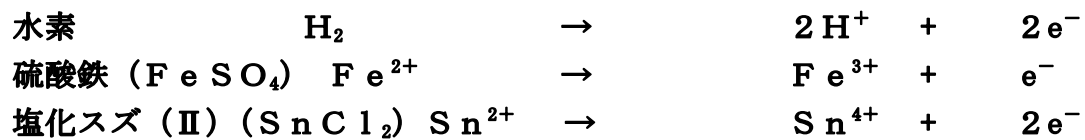
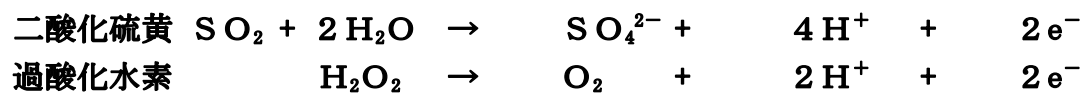


$CaCl(ClO) \cdot H_2O$

還元剤



酸化剤にもなる



● H_2O_2 と SO_2 は、

相手が強い **酸化剤** なら **還元剤** に、

相手が強い **還元剤** なら **酸化剤** に

なります。

● H_2O_2 を水に溶かしたものを

過酸化水素水 (オキシドール) といって、消毒に使います。

すぐ分解して、水になるので、



出てくるシュワシュワは、酸素です。

O_2 の酸化力で、殺菌消毒します。



● それでは、

過酸化水素水 (オキシドール) H_2O_2 に、 SO_2 を吹き込んだら、

どっちが酸化剤で、どっちが還元剤になるのでしょうか？

↓

答え



どうせ、

Oがよけいだって

言いたいんでしょっ



H_2O_2

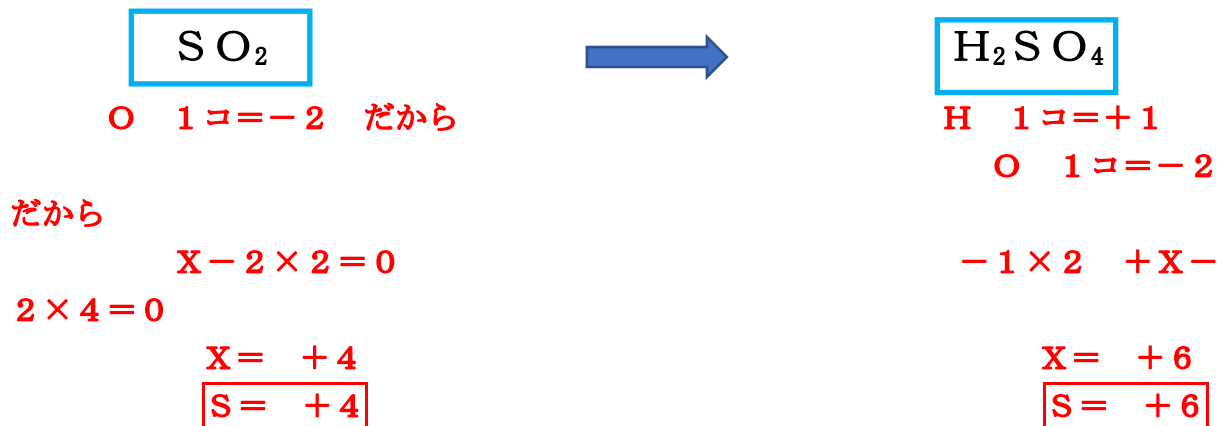
できるものは **硫酸** です。2つの半反応式をまとめると、



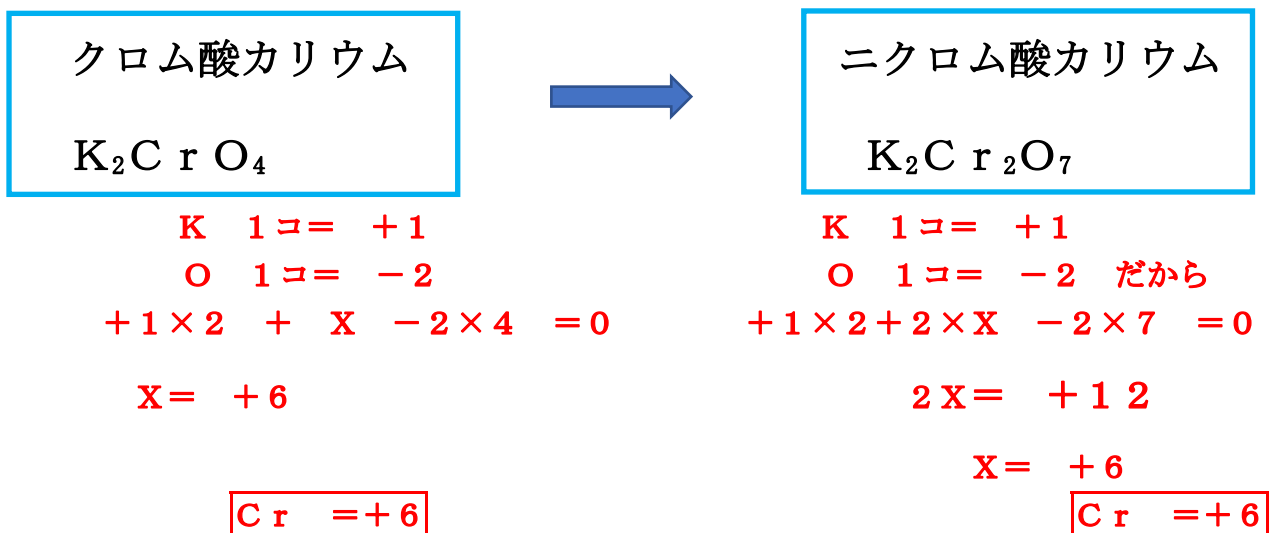
こーなるからです。

●その元素が酸化しているか還元しているかは、
計算すればわかります。

化学式は、電荷を持っていなければ合計0です。



Sは酸化している



どちらも

Crは 同じ +6

オマケ

乾燥剤 として使えるもの・使えないもの

濃硫酸 は、乾燥 や 脱水 によく使います。

なぜ? ⑧硫酸なので水分がほとんどなく、ほとんど電離してない。
でも強酸なので、 H^+ を出したくてしょうがない。
しかし水がない。どーしよー!
水ほしーい! というわけで うばいとるのです。

しかし! 濃硫酸 は、還元剤 [H_2S (COOH) $_2$ など]
の 乾燥には使えない。

なぜ? 濃硫酸 は、酸化剤 でもあるので、
酸化させてしまうから!

他にも、乾燥NGな 組み合わせ

塩基性酸化物 \Rightarrow 酸性 のものはダメ。 反応してしまうから。

CaO など

塩基性のもの

NaOH など

$CaCl_2 \rightleftharpoons NH_3$ はダメ。 NH_4Cl を作ってしまうから。

両性だけど

※NaOH $CaCl_2$ は潮解性 (水すって溶ける) があるので乾燥によく
使われる。 \Rightarrow 第2編

※CaO は塩基性酸化物なので 水と反応して発熱する 発熱剤として使
われる。 \Rightarrow 第2編

第4章

電池

と

電気分解

これもよく出ます。(金属とも関係あります)

まぎらわしいので、混同しないようにしよう！

原理さえ覚えれば **楽勝** のテーマです。

- まず、**電池**と**電気分解**では何が1番ちがうかというと、

電池 = それ自身が **電子** を流す。

電気分解 = 外部に **電池** を無理やりつなげて
無理やり **電子** を流す。

です。

- だから、極の呼び方もちがいます。

電池 は、ふつうの電池っぽく、

+ ⇒ **正極**

- ⇒ **負極**

電気分解 は、+ ⇒ **陽極** ・ ・ 電池の+とつながってる方

- ⇒ **陰極** ・ ・ 電池の-とつながってる方

1 電池

違う種類の電極を使う

⇒イオン化傾向の大きい方の電極が溶け、
電子 \ominus を放出する。

負極(-)となる。

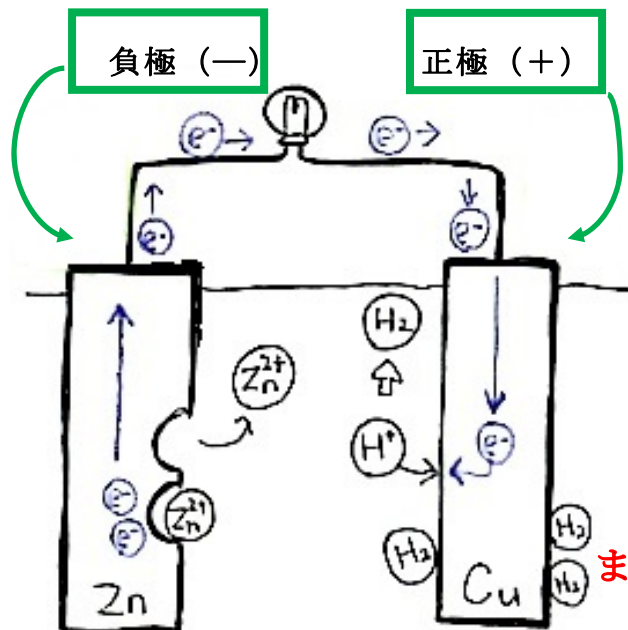
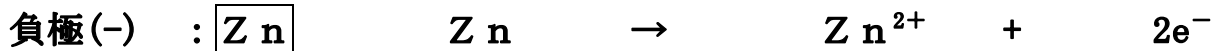
電子 \ominus を放出する方が負極(-)

溶ける方が負極! これが **電池** です。

電気分解とは逆ダヨ! 電気分解は(+の方が溶ける)

● **ボルタ電池** (電解質 H_2SO_4) (電極はZnとCu)

イオン化傾向 $Zn > Cu$ なので **Znの方が溶ける!**



Znが溶ける

H⁺が引き寄せられる

まとめについて分極

電子 e^{-} が電線を通して送られてくるので、 H^{+} が引き寄せられる。
注: 電気分解とは逆!
+イオンが正極(+に引き寄せられる。

ボルタ電池は、これがCuのまわりとりまくので、すぐに電力が落ちる。
分極という。

● ダニエル電池

・ボルタ電池の欠点を改良したもの。

ダニエルさんが。 **電解質の**

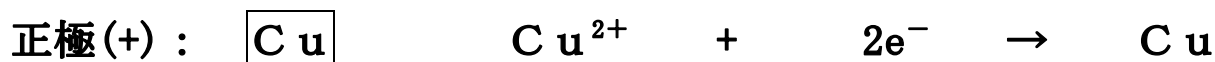
H_2SO_4 をやめて、 H_2 があまり出ないようにした。



$ZnSO_4$ $CuSO_4$ の水溶液にして、

2つがまじらないよう、素焼き板でしきる。

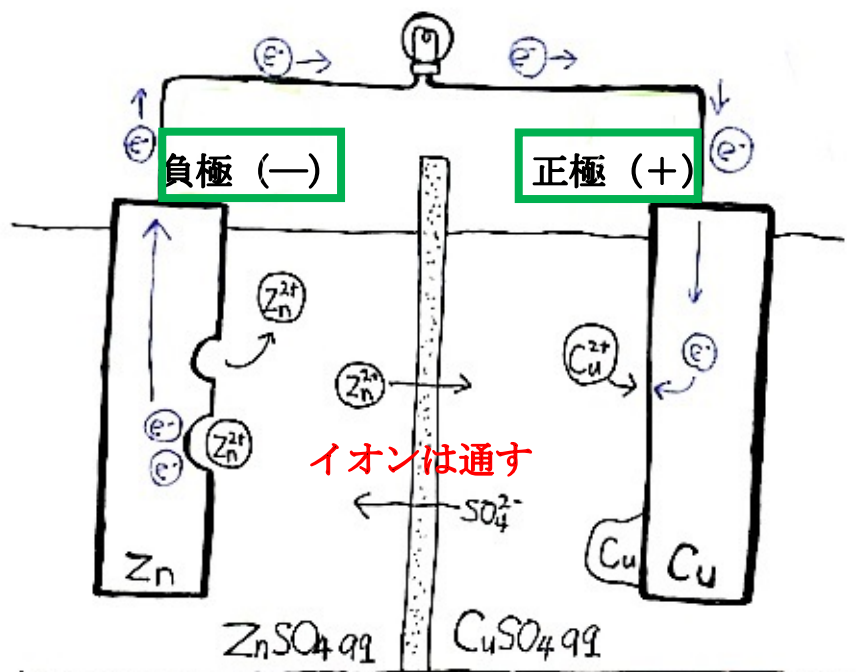
(イオンは通す。)



$CuSO_4$ 中の銅が析出して

銅極にくっつく。

同じ銅なので問題ない。(分極は起こらない。)



● 鉛蓄電池

代表的な 二次電池



逆に電流を流せば充電できる

電解質は H_2SO_4

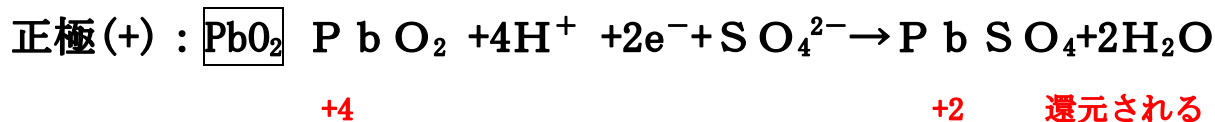
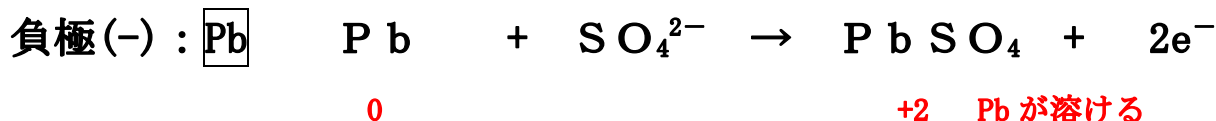
まちがえないこと!

負極 = Pb 価数 $0 \Rightarrow +2$ になる

← こっちの方が溶けそう!

正極 = PbO_2 価数 $+4 \Rightarrow +2$ になる

・ どちらも同じ PbSO_4 になる。



充電中は逆の反応になる。

この反応式を書かせる問題が、東北大2014年出ました。

基本 負極は溶けて e^- を放出する

正極は e^- を受け取る。 どちらも PbSO_4 ができる。

あとはテキトーに H^+ や H_2O をゴニョゴニョやればできるのではないでしょう。

全体の反応:



H_2SO_4 が消費されて薄まる。

マンガン乾電池

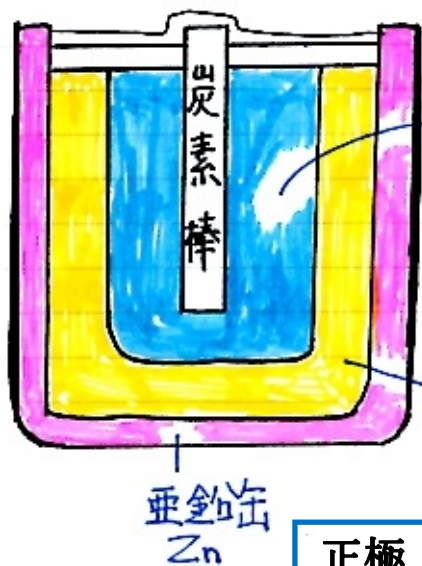
昔からある。溶液でちやぶちやぶしないから、持ち運べるようになった！
かわいているから「乾」電池



これは反応と関係なし



NH_4Cl と反応する
↓
 $\text{ZnCl}_2 + \text{NH}_4^+$ になる



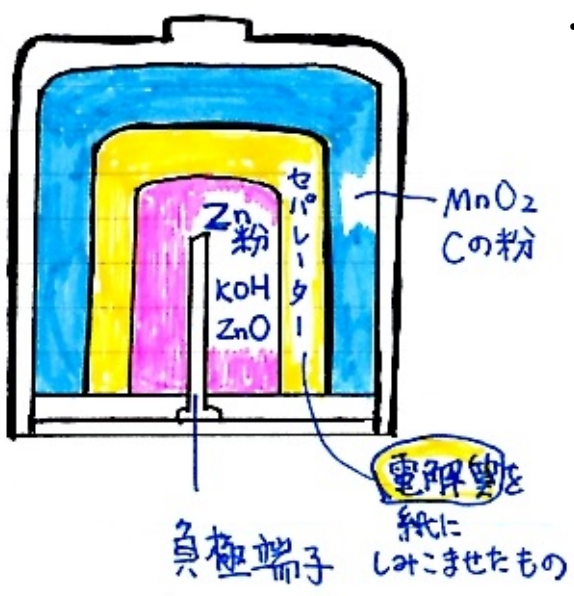
MnO_2
Cの粉
 ZnCl_2
 NH_4Cl (練り固めもの)
電解質 ZnCl_2 NH_4Cl
水溶液を
デンプンで練ってのり状にしたもの



MnO_2 は酸化剤だから！
Hを受け取る → H_2 が出るのをふせいでいる

アルカリマンガン乾電池

いわゆるアルカリ電池



- ・ **負極**の材料Znを内側につめる。
- ・ 電解質に**アルカリ**をつかう。
比較的電気抵抗が小さくなるので、マンガン電池より大きな電流が持続する。
- 時計とか、微小な電流しか必要ないものは、むしろマンガン電池がいいよ。
負荷が少ないから。

電解質を紙にしみこませたもの

● リチウムイオン電池

旭化成さんがノーベル賞をとった
携帯でおなじみ！

二次電池

充電できるもんね！

ものすござっくり言うと

リチウムイオン (Li^+) がどっち方向にも動けるので、
放電も充電もできます。

注： リチウム電池 とはちがうヨ。

負極に Li を使う。長く使える。電解質は有機化合物なので
凍らない。 ゲームなど

● 燃料電池

これも二次電池

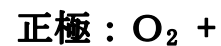
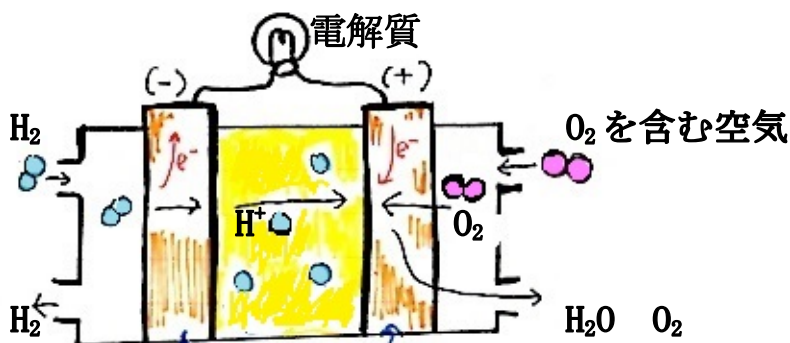
H_2 と O_2 でできるの水だから！
とてもクリーン！

⇒ P 6 9

Pt (白金) = 水素化触媒 なので、これを電極にすると
水の電気分解をさせたあと抵抗につなぐと、

水の電気分解の逆反応 がおこり、

逆方向に電流が流れる。



多孔質なので H_2 も O_2 も通す。Pt をつけてある。

2

電気分解

は、とても単純。

基本的には、

陰極 (-) に **+イオン** が引きつけられる。

陽極 (+) に **-イオン** が引きつけられる。

です。

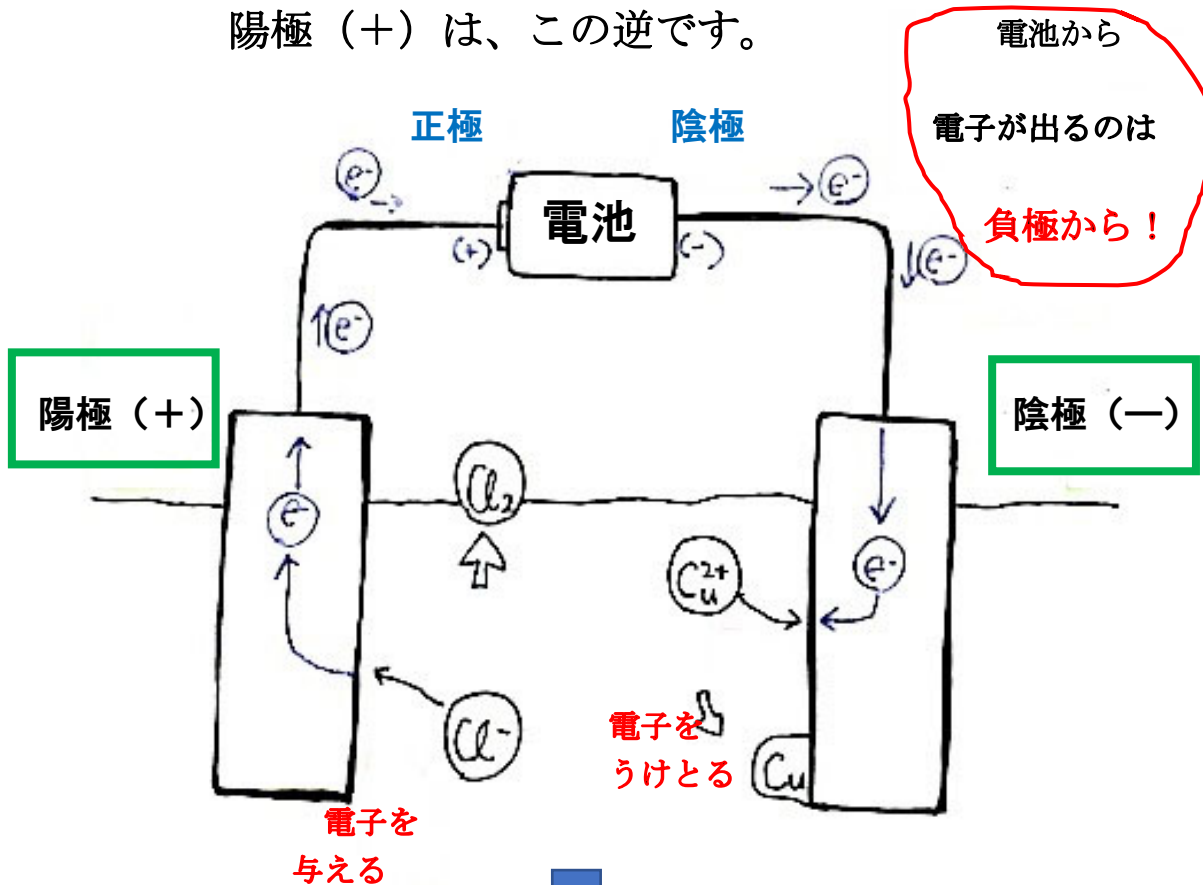
つまり、

電池の-につないだ方が陰極 (-) なので、

電池の-から電子 e^- が流れてくる。

⇒ **+イオン** がそれに引き寄せられる。

陽極 (+) は、この逆です。



次に、それぞれの**極**での反応をみていきましょう。

陰極 (-)

基本は+イオンが引きつけられますが、

電池の(-)から 電子⊖がくる

電解質中の金属イオン が

H₂より イオン化傾向が大きい小さいか

によって、ちがいます！

H₂よりイオン化傾向が大きい場合 NaOH NaCl など

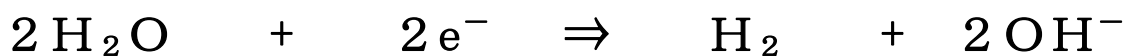
金属イオン (Na⁺など) は イオンのまま。

水中のH⁺の方が引きつけられ、H₂となって出てくる。

弱肉強食なので イオンになりにくい方が出てくる！



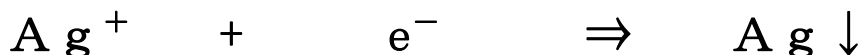
(酸性以外なら)



H⁺とOH⁻に分かれると考えると同じこと。

H₂よりイオン化傾向が小さい場合

その金属イオン自身が引きつけられて、析出する。



陽極 (+)

基本は **−イオン** が引きつけられますが、

こっちはもっと複雑です！

電極が

白金 Pt か 炭素 C

変化しにくい

それ以外

電極自身が
溶ける

⇒ \ominus を出して

\ominus を送り出す



電解質中に

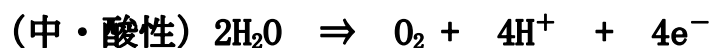
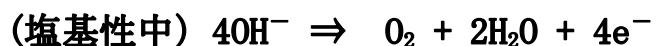
ハロゲン化物イオンがある
 Cl^- I^- など

ハロゲン化物イオンはなくて、
 SO_4^{2-} NO_3^- OH^-
などがある

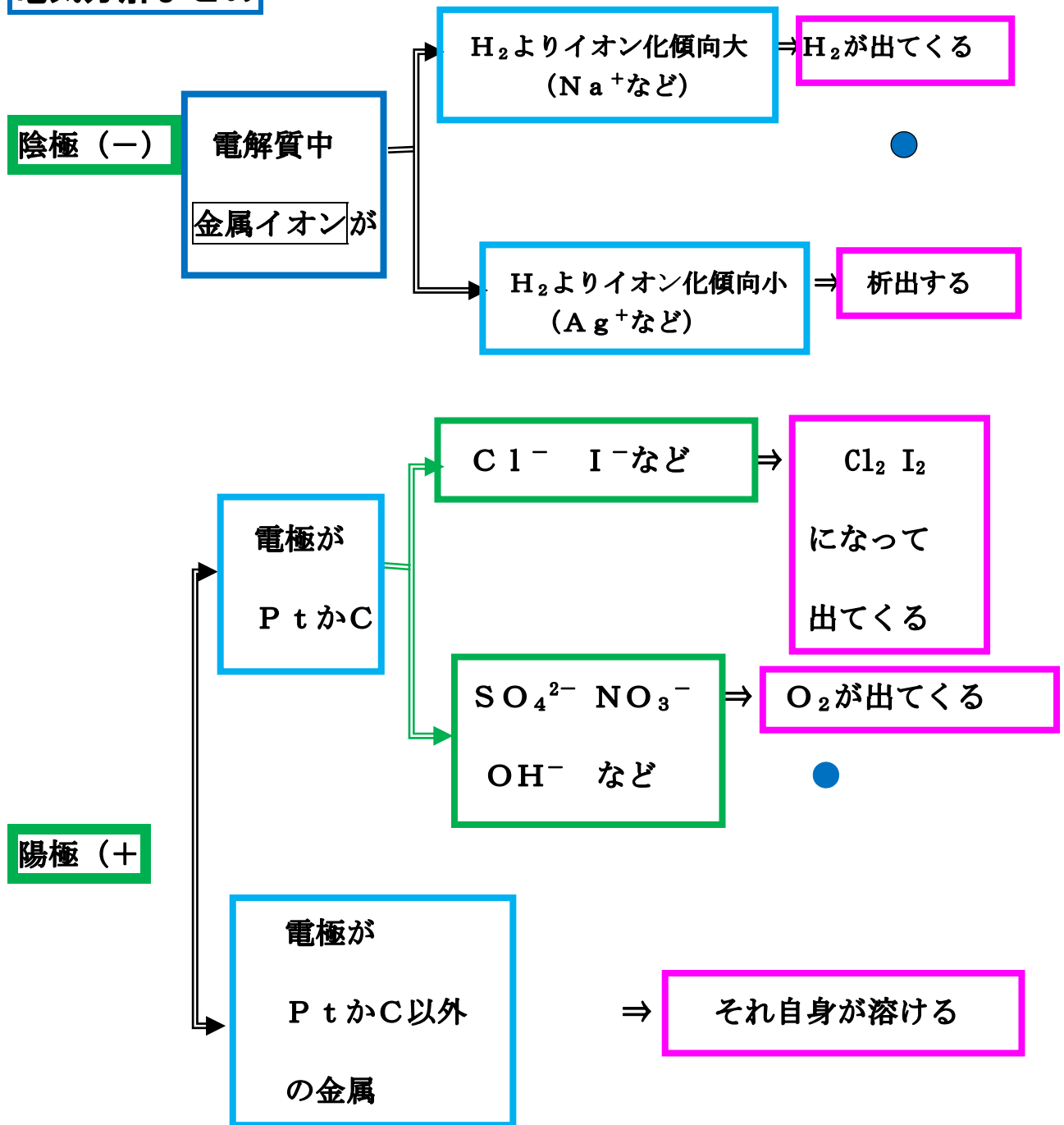
引きつけられて、
すぐに酸化して
 Cl_2 I_2 になって
出てくる。



SO_4^{2-} NO_3^- は酸化しにくいので
 OH^- がかわりに O_2 となって
出てくる。



電気分解まとめ



Pt (白金) は水素化触媒 (あとででてくる) なので、

●の時に電池から抵抗に切り替えると、逆反応が起こって、逆に電流が流れます。 **水の電気分解の逆!**

これを利用したのが **燃料電池** O₂とH₂からH₂Oができるのでクリーン!

電気分解 よく出る 計算問題

● どの極にどの物質がどのくらいできるか？

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。

(反応式を正確に書けなくとも、これがわかればOK)



次ページ

例題

例題

硫酸銅(II)水溶液を

2.0Aの電流で 32分10秒間 電気分解を行った。

電極=Pt(白金) Cu=63.5 とする。

ファラデー定数
 =電子 1 mol のもつ電気量
 = 9.65×10^4 C/mol

おぼえかた

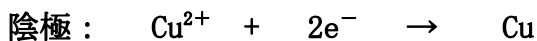
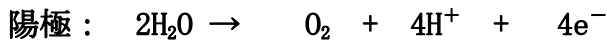
黒子 (くろこ)	vs	天使
965		10 4

C(クーロン)=1Aの電流を1秒間
 流したときの電気量

1 何 mol の電子 e^- が流れたか？

$$\frac{\text{電流} \times t \text{ (秒)}}{9.65 \times 10^4} \quad (\text{mol})$$

$$= \frac{2.0 \times (32 \times 60 + 10)}{9.65 \times 10^4} = 4.0 \times 10^{-2} \quad (\text{mol})$$

2 反応式**陽極では**電子 4 mol 分で O_2 が 1 mol 発生するので、

↓

電子 1 mol 分 では O_2 が $1/4$ mol $1/4 \times 4.0 \times 10^{-2} \text{ mol} = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ の O_2 が発生する。**体積で表すと**

気体 1 mol = 22.4 L (標準状態) だから、

 $1.0 \times 10^{-2} \times 22.4 = 0.224 \text{ L}$ の O_2 が発生する。

陰極では

電子 2 mol 分で Cu が 1 mol 析出するので、

↓

電子 1 mol 分 では Cu が 1/2 mol

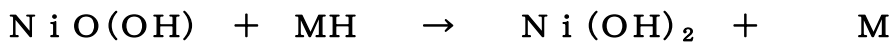
$$1/2 \times 4.0 \times 10^{-2} \text{ mol} = 2.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \text{ の Cu が析出する。}$$

g で表すと

$$63.5 \times 2.0 \times 10^{-2} \text{ g} = 1.27 \text{ g} \text{ の Cu が析出する。}$$

センター 2020 第3問問5

ニッケルの水素電池の全反応は



ニッケルの酸化数は +3 から +2 に変化する。ここで、M は水素吸蔵合金である。

6.7 kg の Ni(OH)₂ を用いたニッケル水素電池が、

1 回の充電で蓄えることのできる最大の電気量は何 A・h か。

ただし Ni(OH)₂ の式量は 93、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 。

逆に電気量を求める問題だったので、

X = 電気量と置いて、逆に求める問題でした。

ただし、何 A・h か。なので、h = 時間 なので

60×60 で割ると、

割り切れない! ? ので、とまどったのではないのでしょうか。

イジワルですよ。

そういうときは、

$$X = \frac{6.7 \times 1000}{93} \times 9.65 \times 10^4 \times \frac{1}{60 \times 60}$$

これとこれが近い!

これとこれが近い!

みたいにして、だいたいの値を予測すると良いです。

第5章

気体

気体の問題もよく出るのでまとめました！

① 気体でよく出る豆知識

ヒッカケでよく出るのは NO と NO_2 の比較です。

NO_2 は、濃硝酸で Cu Hg Ag を溶かしたとき出る、

NO は、希硝酸で Cu Hg Ag を溶かしたとき出る、

でしたよね！

色もよく出ます。

水への溶け方も。

NO_2 = 赤褐色

溶ける

NO = 無色

溶けない

とにかくOが多い NO_2 は、

濃い方で出そうだし、色も濃そう！水にも溶ける。

と、おぼえよう。



でも、さらにまぎらわしいのは、

N_2O_4 = 無色

平衡移動の問題でよく出ます。

あとでくわしく



NO (無色) はすぐ酸化されて NO_2 になって赤くなるけど、

容器にとじこめると N_2O_4 になって色がうすくなる・・・。

ペンこママのおぼえ方 $\overset{\text{オー}}{\text{O}}$ が 2 は 赤い ⇒ 赤オニ！ NO_2 O が 2

2

気体の状態方程式

$$PV = nRT$$

気体はとにかく、これさえおぼえりゃなんとかなります！

ピーヴ ィー イコール エヌアールティー

これを、呪文のようにくり返し、自然と出てくるようにしよう！



$n = \text{mol}$

$R = \text{定数}$

なので、

モルが一定なら

$$\frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'} = nR = \text{一定}$$

となり、**ボイル・シャルルの法則** となります。

気体を、
ピストンに閉じ込めたところを
イメージしよう！



$P = \text{圧力}$

$V = \text{体積}$

$T = \text{温度}$

- ピストンを押す $\Rightarrow V$ が減る \Rightarrow 圧力 P がかかる
 $\Rightarrow V$ と P は反比例
- 温度 T を上げる \Rightarrow 分子の運動が活発になる
 $\Rightarrow V$ がふくらむ $\Rightarrow V$ と T は比例
- V が一定のまま T を上げる \Rightarrow 圧力 P がかかる
 $\Rightarrow T$ と P は比例

また、

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

気体の質量

モル質量(つまり分子量)

なので、

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

とも書けます。

また、

密度 $d = \frac{\omega}{V}$ ω : 重さ V : 体積 なので、

$$PV = \frac{\omega}{M}RT \quad \text{より、}$$

$$d = \frac{\omega}{V} = \frac{PM}{RT}$$

と、変形できます。

混合気体の場合は、**みかけの分子量** を計算すると便利です。

⇒ くわしくは 第5編 計算問題で。

同じ分子数 (モル数) の混合気体なら、足して2で割るだけです。

$$\text{例 : H}_2 \text{ と N}_2 \text{ なら } M = \frac{2 + 28}{2} = 15$$

また、標準状態 ($P = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ $T = 273 \text{ K}$)

では、どんな気体でも、

$$1 \text{ mol の体積} = \mathbf{22.4 \text{ L}}$$

にんがし!

と、決まっています。

※たとえ混合気体だろうと、合計 1 mol なら同じ!

$PV = nRT$ が成り立つのだから、当然です。

mol が 2 倍になれば、圧力も 2 倍になります。

(体積が一定なら。)

それだけ分子が混雑するのだから当然!

第6章

その他の基礎知識

① 分離

① **金属イオン**の分離といえば、

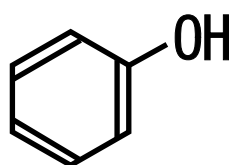
まず**沈殿**を思い出せ！

② **芳香族**の分離といえば、

まず **酸** か **塩基** か **中性** か。

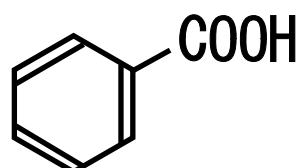
※後ほどくわしく。 ⇒ 第3編 有機物質で。

酸：



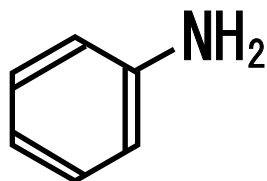
フェノール

<

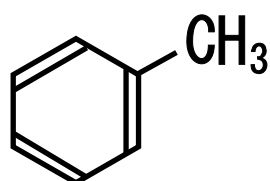


酸の強さ

塩基：



中性：



2

同素体

同素体 は スコップ でさがせ

有名なおぼえかたです。



S



斜方硫黄

単斜硫黄

ゴム状硫黄

C



ダイヤモンド

黒鉛

フラーレン

基本はC₆₀

サッカーボールのような形



O



O₂

O₃(オゾン)

淡青色で

特異臭がする。

P



赤リン

黄リン

※後で詳しく

強い酸化剤なので、

細菌の細胞膜を

酸化させ、殺菌します。

1985年発見 まだ未知の世界 気体だから空気清浄機など。

カーボンナノチューブもこの一種

昔ウチにあったけどニオイがした。

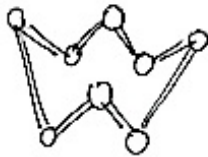
Sの同素体

斜方硫黄



常温で存在

S₈



CS₂ 二硫化炭素 (溶剤の一種) に

溶ける

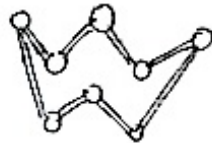
ここまでは、似てる仲間

単斜硫黄



95℃以上で結晶化

S₈



溶ける

ここまでは、似てる仲間

ゴム状硫黄

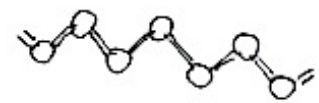


最近、高純度なら実は黄色という事がわかった。

250℃近くの液体

を急冷させる

S_n



溶けない

こっちは仲間はずれ

よくでる

ほっとくとどうなるか？

単斜硫黄 と ゴム状硫黄 ⇒ 斜方硫黄になる。

感覚的には、どろっと溶けてゴム状になりそうですが、高温で作るということは、それだけエネルギーが必要ということで・・・。ほっとけば、斜方硫黄 になるのです。

Pの同素体

黄リン

④いろ

↓

キケン

自然発火の危険がある。

有毒

P₄

正四面体

赤リン

④か

↓

アンゼン

比較的安全

無毒

P

無定形

※昔のマッチ頭には黄リンが使われていて、
どこかでこするだけで火がつけましたが、火事になりやすく危険でした。

黄リン

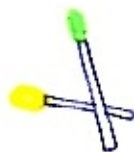
の、マッチは

マッチ売りの少女



今は、マッチ箱の側面に赤リンが使われています。
赤いマッチ頭が多いので、マッチ頭に使われてる！と誤解されがちですが、
違います。

カラフルなもの
あるよ



3

結合

イオン結合 = イオンどうしがくっついたもの。

+と=で引き合う

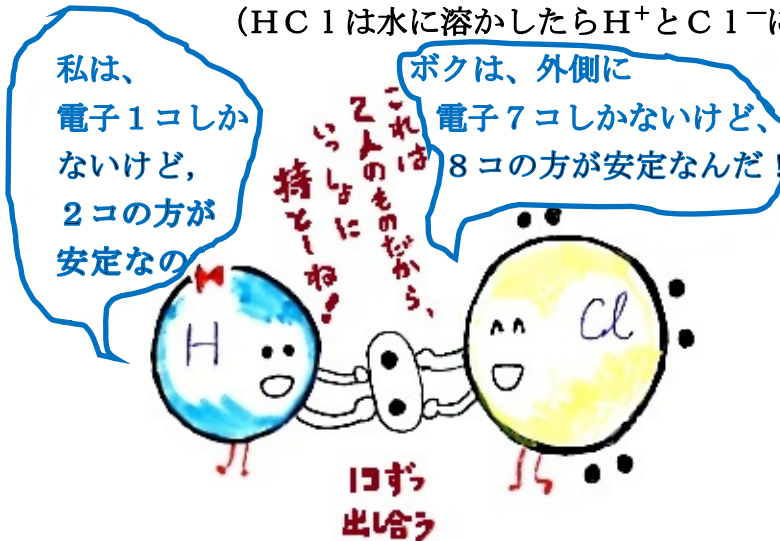
代表例： NaCl

金属結合 = 原子の間を電子 \ominus が自由に飛びまわって結びつける。

電気をよく通す！

共有結合 = 原子が同じ電子 \ominus を共有しあってくっついてる。

(HClは水に溶かしたら H^+ と Cl^- になるけども、共有結合です。)



なぜ？

電子 \ominus は、1つの電子殻に2コとか8コとか、
 (2n²であらわせる)
 決まった数だけあった方が安定なので、お互いにハンパな電子 \ominus を出しあって、無理やり2コとか8コとかにして共有すると、お互いに得なのです！

• **分子** とよばれるものは共有結合なので、

気体はみんな、共有結合です。

• 結晶になる共有結合もあります。(ダイヤモンド・石英など)

• ただし、同じSiO₂でも、

石英は**結晶**ですが、**石英ガラス**は**アモルファス(非結晶)**です。

※どちらも共有結合ではある。

なぜ？ 石英ガラスは人工的に急激に作るので、不規則に並ぶ。
 石英はゆっくりと結晶化されたもの。

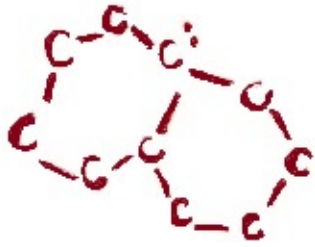
●前にでた C の 同素体も、

基本は **共有結合** ですが、

黒鉛 は平面中の網目状になっているところが **共有結合** で

鉛は入ってナイヨ！平面どうしは **ファンデルワールス力** (分子間力

炭素だけ つまり分子の引力) でくっついてるだけです。



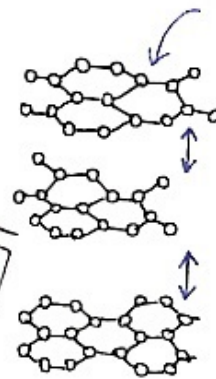
だから、薄くはがれやすいのです。

あまってる電子対があるので、

ハチの巣状

導電性がある！

はがれやすいから
描きやすい
黒鉛のクレヨン
デッサンで使う



ファンデルワールス力
だけでくっついている。

ダイヤモンドは、**正四面体**で ぎっちりかたまっているので、

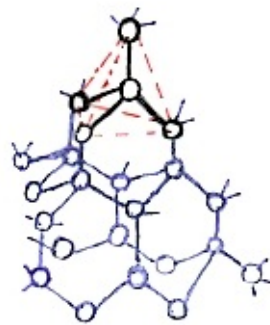
固いのです！



輝
いている...

君
の方が

導電性
はない



分子結晶

結合ではないけども、
分子間の相互作用で結びついてできた結晶。
昇華性がある。 電気伝導性がない。

ファンデルワールス力（分子間力）で結びついたもの

I_2 （ヨウ素） CO_2 （ドライアイス） など

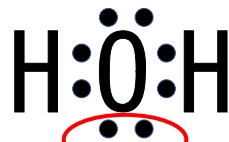
水素結合で結びついたもの

H_2O など ※純粋なものは電気伝導性は
ほとんどない。 **わずかならある。**

二次では、 **電子式**を書け、という問題がよく出ます！

例えば水は、

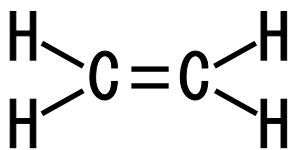
このようになります。



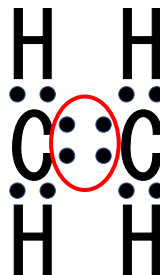
他の原子と電子を
共有していない
電子の対を、

非共有電子対といいます。

エチレン

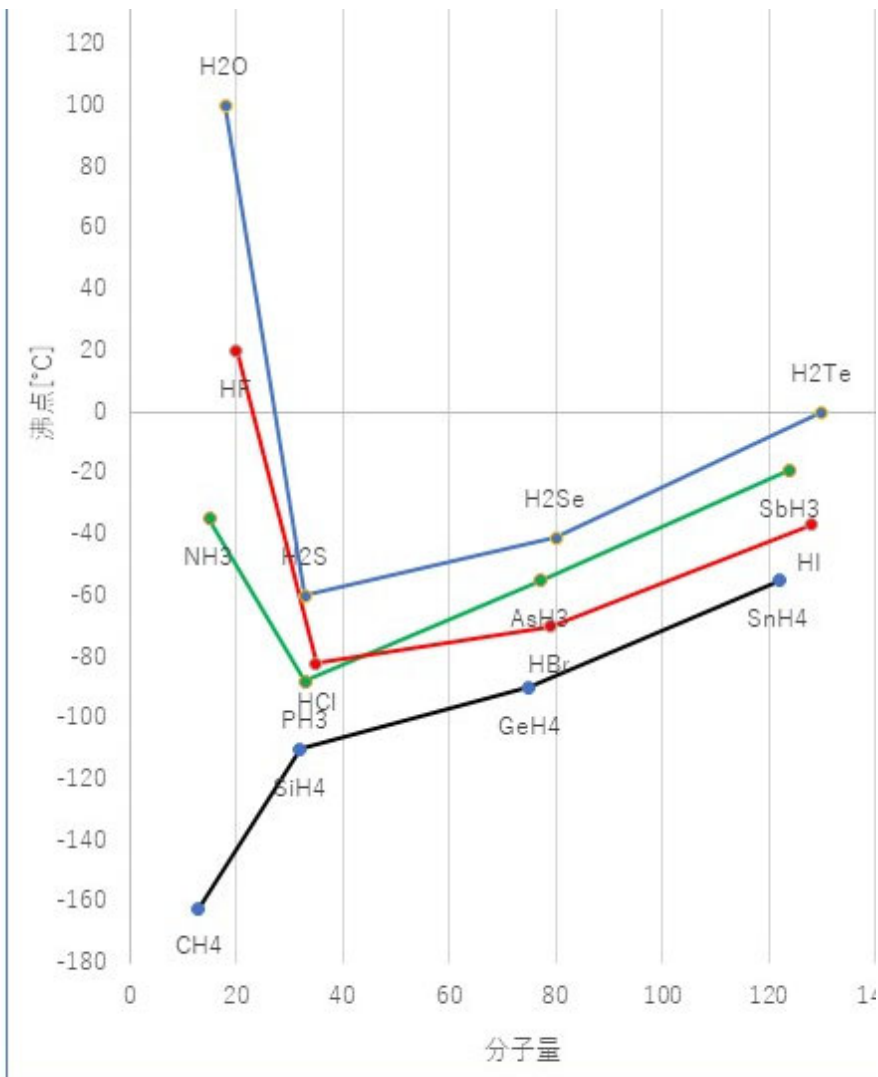


は、



二重結合は、電子対・・を
2つ重ねて表します。
Cのまわりの・は、
合計8個となります。

4 水素化合物の沸点



● 同じ族なら、

基本は

分子量が大きいほど
沸点は高い。

なぜ？

原子が大きいほど
引き合う力(引力)が
強くなるので、
沸騰させにくく
なるから。

● **ただし** 15 16 17 族は、1番小さいものだけは、
沸点が高くなる。

[15 族では N]
[16 族では O]
[17 族では F]

なぜ？ **水素結合** をつくるから。 ⇒水素結合とは？

まず、**水素結合**とは？

説明するまえに、**電気陰性度** について説明しないといけません！

電気陰性度 とは？

共有結合で共有している**電子**を、自分の方に引きつける力。

N O F は、**電気陰性度がとても高い元素**です。

例えば HFを例にとると、



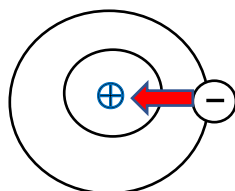
そして、イオンにもなっていないのに、Fは(-)に近づき、Hは(+)に近づきます。

注：HFは H^+ と F^- になると思いがちですが、それは水溶液中での話！
水がないところでは、共有結合をしています。(HClも同じ。)

なぜ **N O F** は 電気陰性度が高いのか？

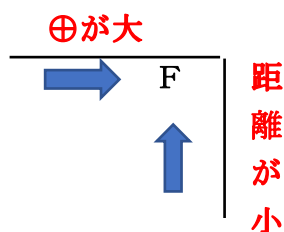
1つは、原子核の⊕が大きいこと。⇒⊖を引きつけやすくなる！

もっと重要なのは **外側の電子殻** と、**原子核の距離** が近いこと。



N O Fは原子核の外がわりに
2重の電子殻しか持っていないので、
外がわの **電子** を原子核に引きつけやすい！

周期表では、



右上にいくほど電気陰性度が高くなり、
Fが最大となります。

(ただし、希ガスは除く。)

それに比べて、**H**は・・・。

電子軌道が1重しかないので、原子核までの距離が近い、

とはいえ・・・。

なんといっても、**⊕**1コだけで守っているのですから！

⊖を守る力がとても弱く、

みんなから**⊖**をねらわれる事になってしまいます！



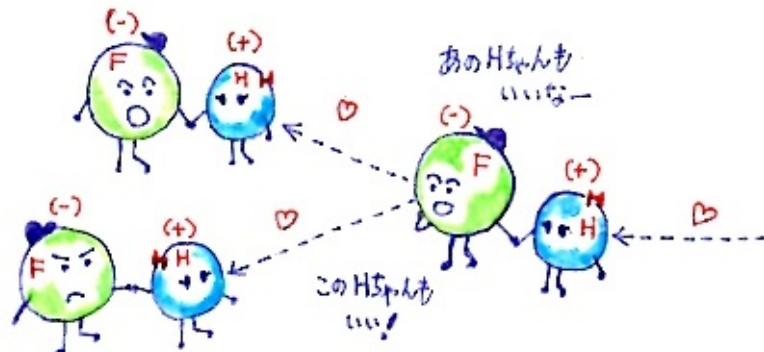
と、いうわけで



Hは、めでたく どちらの**原子**と**分子**になっても、

他の**分子**の**原子**からもアプローチを受けて、引っぱられます。

それは、
(+) に近く
なっているので、
(-) と
引き合うから
です！



この力が、**水素結合** です！

この力の分だけ、**分子**どうしが引き合う力が強く、沸点も高くなります。

●CH₄だけは、水素結合をしないので、沸点が高くなりません。

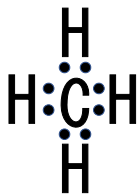
なぜ？

正四面体で、

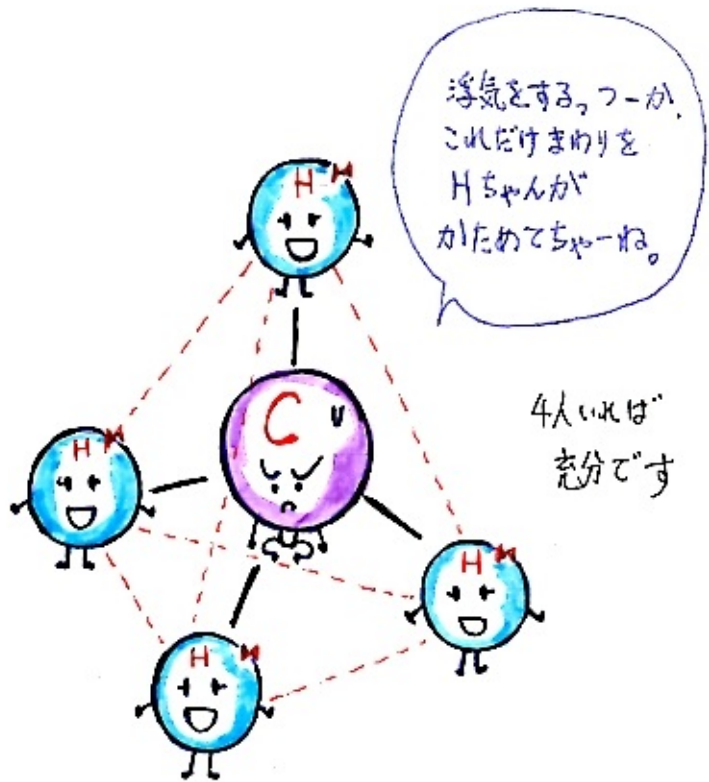
四方をHで

かためられているから！

※二次試験テキに言えば
非共有電子対を持っていないから。

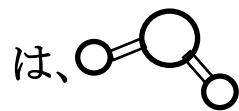


全部共有電子



オマケ

水分子



こんな形をしているので、

水素結合が うま〜くできるようになっています。

だから、沸点もひとときわ高くなります。

表面張力もめっちゃ高くなるし、

玉になる！

氷より水の方が体積が小さい理由も、

そんな理由です。



氷・・・ガッチリ水素結合でつながって、間にすきまができ、

密度はむしろ小さくなる。

5 元素 と 原子 の 豆知識

● 地球で多い元素

地殻中なら

1位=O

2位=Si

なぜ？

岩石の主成分は SiO_2 結晶は石英。 ガラスの原料

だから！

Oが2コな分だけOが多い。

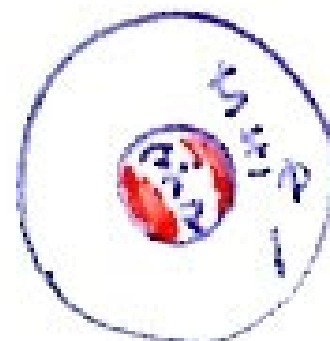
殻（コア）中なら

Fe

なぜ？

重いので中心に集まる！

マグマは鉄！



● 原子の大きさ

およそ 直径 $n \text{ m}$

$$= \times 10^{-9} \text{ m} = 10^{-10} \text{ m}$$

イオンの半径

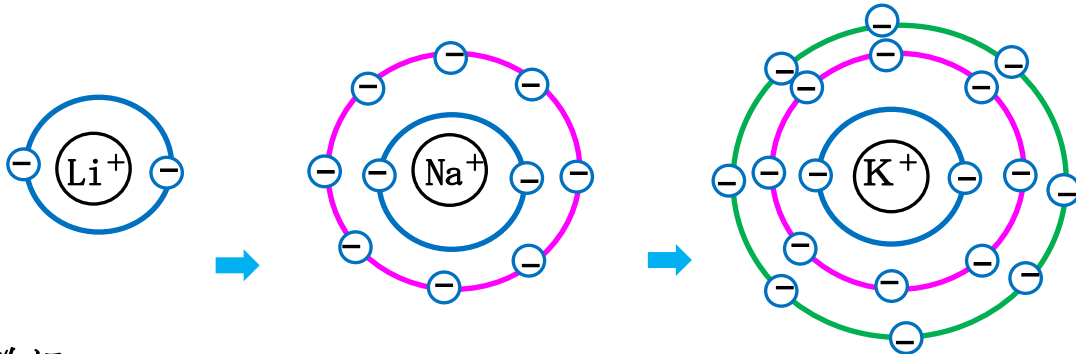
⊕の電荷と ⊖の電荷 は 引き合う . . .

⊕どうし、 ⊖どうしは 反発し合う . . .

という、常識さえ考えれば、覚える必要はありません！

●まず、**同族ならば、原子番号が大きいほど半径大**

は、あたりまえですね。電子殻が、雪だるま式に大きくなるのだから！



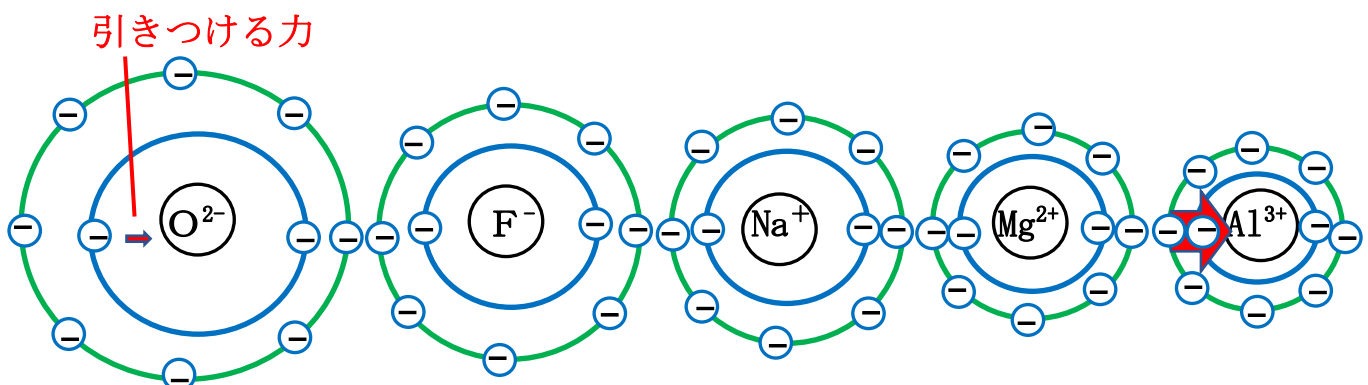
●次に

同じ電子配置ならば、原子番号が大きいほど半径小

これは、⊕と⊖が引き合う事を考えれば、当然です。

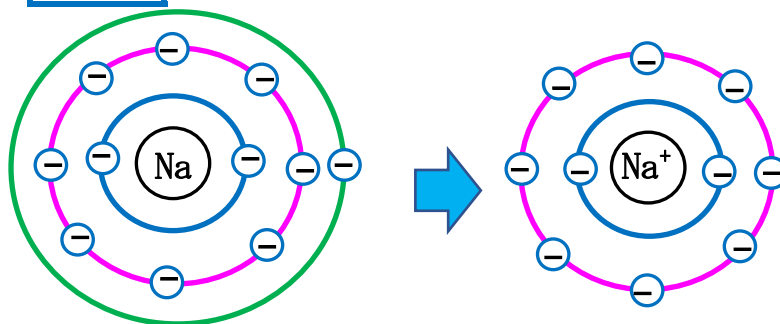
同じ電子の数ならば、引きつける⊕の数が多いほど、

⊖を引きつける力が強くなって、小さくなります。



● それでは、ある原子が、陽イオンになった場合、半径はどうなるか？

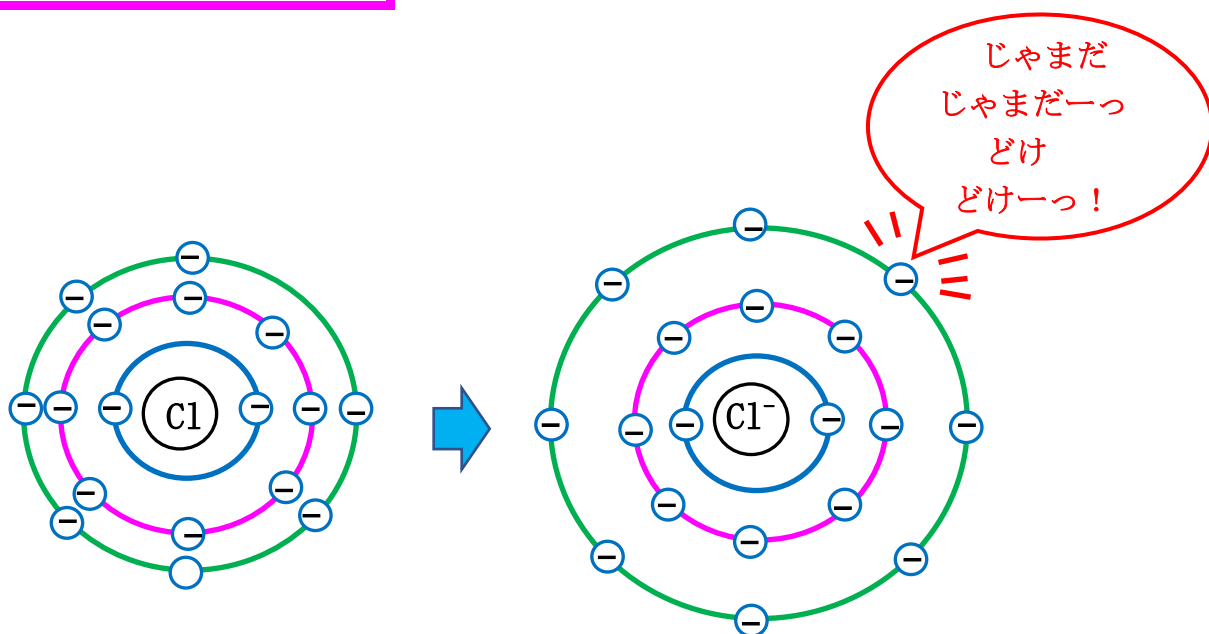
それは、電子殻がひとまわり小さくなるのだから、当然、小さくなりますよね。



● それでは、ある原子が、陰イオンになった場合、どうなるか？

電子殻の数は同じだから、変わらないように思えますが、

⊖ どうしが反発する ので、大きく なります！



6

コロイド

でっかい分子が **何か** の中で分散したものを、コロイドといいます。

何か は、気体でも液体でも固体でもいいのです。

代表的なものは **マヨネーズ**

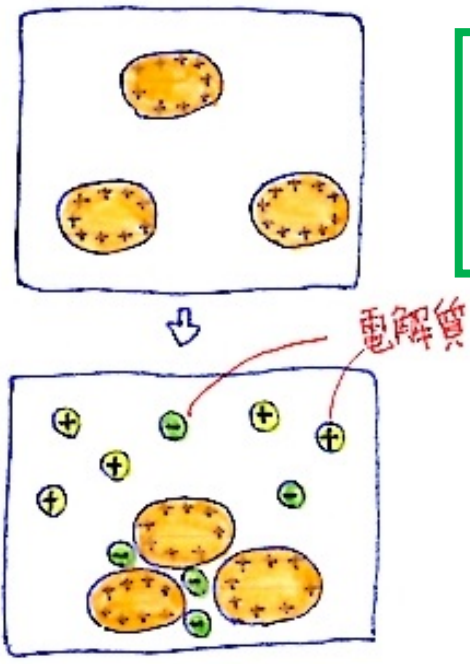


卵黄は油とも水とも仲よしなので、油を包んで酢の中にぶかぶか浮きます。

まるで乳製品のようになるのは、牛乳というものが、これもコロイドで、脂肪分が水に浮いたものだから。

セッケン もコロイドです。にごって、水の中でぶかぶか浮きますね。

疎水コロイド = 親水性はないが、正か負に帯電し、その反発力によって分散したもの。



例：粘土 = (負) **よく出る**
 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ = (正)
 なんとなく正になりそう！ Fe^{3+}

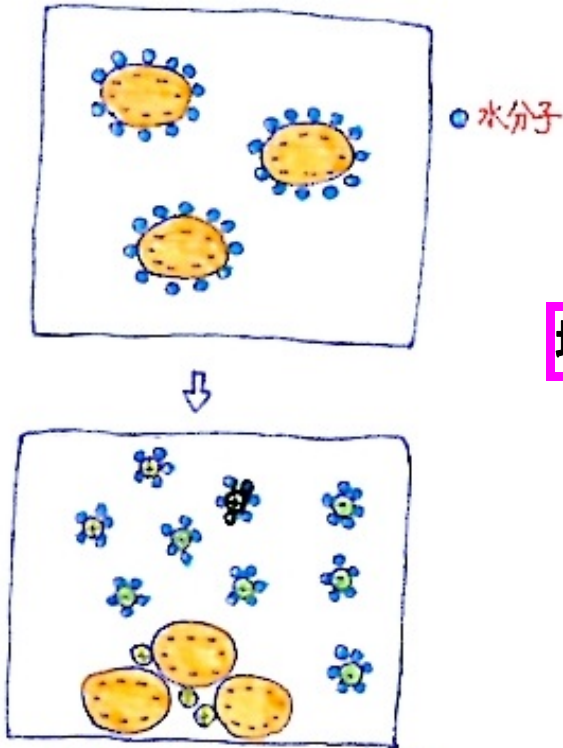
電解質を **少量** 加えると帯電しなくなるので、沈殿する。
 = **凝析** という。

よく出る

電解質が $\text{NaCl} \Rightarrow \text{MgCl}_2 \Rightarrow \text{AlCl}_3$ にいくほど少量で沈殿する場合、コロイドは (負) を帯びている。

なぜ? $\text{Na}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{Al}^{3+}$ だから。
 Al^{3+} 1コでも Na^+ の3倍の威力がある。

親水コロイド



まず、水分子をはがさないで。

水との親和力が大きく、
水分子によって守られているので、
電解質を **多量** 加えないと
沈殿しない。

塩析

= 多量の電解質で

親水コロイドが沈殿すること。

例：デンプン

卵白

セッケン

水にとかすとドロドロになる。

保護コロイド

疎水コロイド

+ 親水コロイドで、凝析しにくくなる

和風には

和風



墨汁

中の

にかわ

炭素

骨からとるゼラチン

木の接着に使う

洋風には

洋風と
おぼえる！



インク

中の

アラビアゴム

顔料

アラビアゴムの木の樹液 疎水コロイド

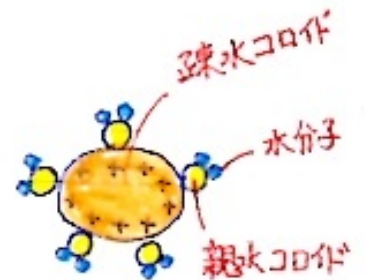
いわゆるゴムとはちがう。

でも、

接着剤に使う。糖が主成分。親水コロイド

のように

できる。



なぜ？

疎水コロイドを親水コロイドが囲み、
そのまわりを水が囲むから。

マヨネーズもこれ。卵黄=親水コロイド 牛乳とか乳化製品も。

コロイドの種類

基本、大きな粒子の物質が物質の中で分散すればよいので、

いろいろな組み合わせがあります。

(気体中に気体は、さすがにない。)

分子の大きいものはだいたいコロイドになります。

気体や水も、くふうすればなります。(泡立てるとかとじこめるとか)

コロイドをえらべ!とかよく出る。

● 気体中 に 液体 = 雲 水のつぶが空気中に浮かんでる。

に 固体 = 煙 固体の粒子が空気中に浮かんでる。

● 液体中 に 気体 = ビールの泡

ムース

に 液体 = マヨネーズ 酢の中に油が分散している。

牛乳

水の中に油(脂肪)が分散している。

に 固体 = 墨汁 水の中に炭素が分散している。

● 固体中 に 気体 = シリカゲル SiO_2 中に細かい空気の穴
⇒穴が水を吸うので、乾燥剤に。

マシュマロ

に 液体 = ゼリー ゼラチンの中を水が分散している。

に 固体 = 人工ルビー Al_2O_3 中に Cr_2O_3

人工サファイア Al_2O_3 中に TiO_2 と Fe_2O_3

ゾル = 流動性のあるコロイド

ゲル = 流動性のないコロイド

どっちだったっけ？ と迷ったとき

シリカ**ゲル** の**ゲル** と思い出そう。

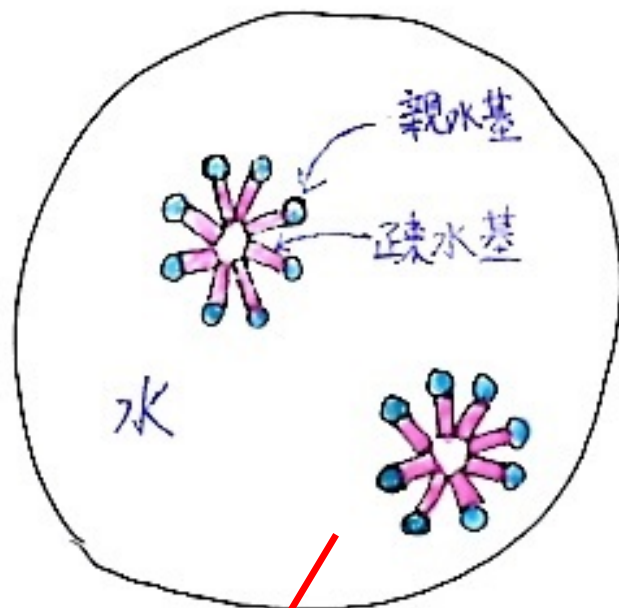
エアロ**ゾル**は、空中に霧や煙が浮かぶこと。

(スプレーとかにあるね！)

会合コロイド = たくさんの分子が集まってコロイド粒子になったもの

例：セッケン

親水基が、
疎水基のまわりを
ぐるっと囲むので、
水の中に浮く。



こういう

コロイド粒子のことを

ミセル という。

コロイドの現象

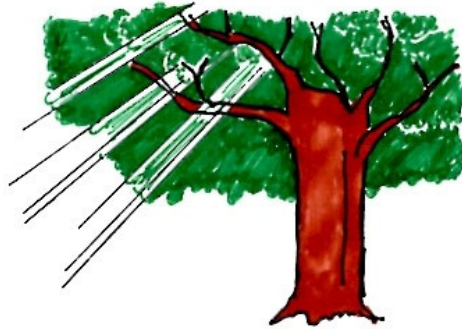
● チンダル現象

コロイド粒子が光を散乱させるので、
強い光は進路が明るく輝く。

身近なところでは

- ・ 朝もやの中を
- 木もれ日が輝く

水蒸気が光を散乱させている



● ブラウン運動

水中のコロイド粒子に水分子が
衝突し、不規則に動く（空中でもよい）

顕微鏡で牛乳の脂肪が

動くところみえます

身近なところでは

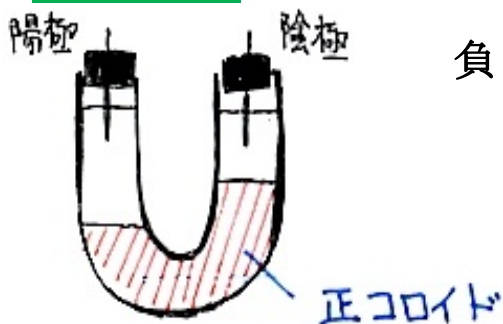
- ・ ほこりが空中を不規則に動いているのも、
ほこりに空気の分子が衝突しているから。

● 透析

コロイドは大きいのでセロハンを通らないが、
水分子は通る。

● 電気泳動

正コロイド・・・ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ などは陰極に、
負コロイド・・・粘土などは陽極に
引きよせられる。



これは出そうデスネ！

7 物質の状態

物質は、何か刺激を与えると、それを打ち消そうとします。



ふつう 圧力が高くなると、融点・沸点は高くなる。

つまり、液体に圧力を加えると固体になり、
気体に圧力を加えると液体になります。

または、固体に圧力を加えながら温度を上げてても融けにくく、
液体に圧力を加えながら温度を上げてても沸騰しにくい。

なぜ? ふつう、気体より液体、液体より固体の方が体積が小さい
ので、体積が小さくなれば すきまができ、圧力が下がるから。



高山でおいしいカップラーメンは
できにくい。

と、聞いた事ありませんか？

気圧が低いので

低温でもすぐ

沸騰してしまい、

熱いお湯ができないのです。



JALと日清が共同開発でつくった

気圧が低い機内でもおいしくできるカップラーメン

「らーめんですかいい」

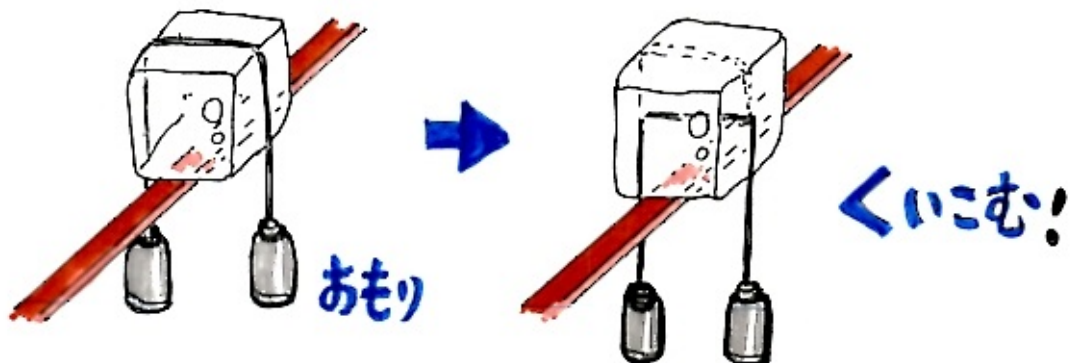
↑ らーめん de sky の ダジャレ。

ところが！ 例外なのは、**水の融点** です。

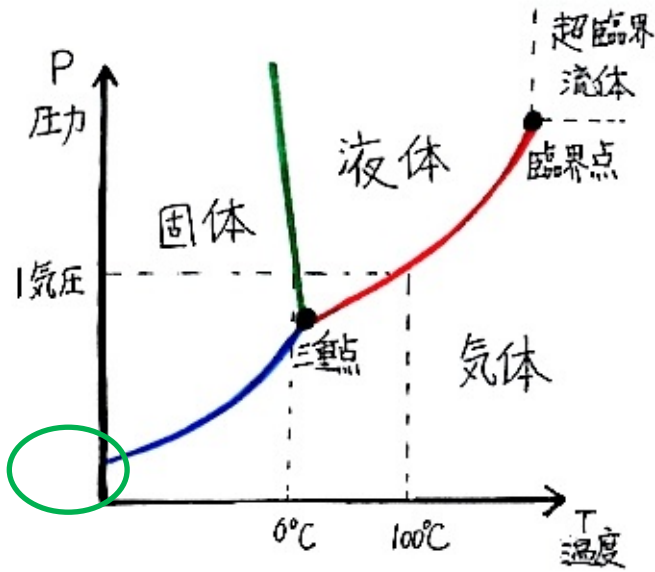
水は、氷になった方が密度が小さい んです！

つまり、水の方が体積が小さい・・・。

だから、**氷に圧力をかけると、むしろ溶けます！**



水の状態図



グラフを読み取れば

わかりますが、
他の物質と違い、
圧力が高いほど
融点が低くなってます！

(**緑線**を見る)

基本 ● **三重点** は固体・液体・
気体が共存する

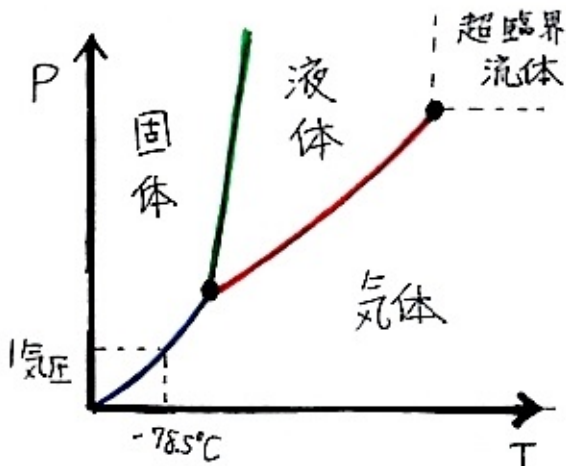
● **臨界点** は液体とも気体ともつかない状態

(不均一に、液体みたいな部分と気体みたいな部分がある)

あとは、グラフを読む

- 液体の沸点は、液体と気体の境の温度なので、**赤線**の部分を見るとわかるように、圧力が高くなると高くなる。
- 固体が昇華する温度は、固体と気体の境なので、**青線**の部分を見るとわかるように、圧力が高くなると高くなる。
- 固体の融点は、固体と液体の境なので、**緑線**の部分を見るとわかるように、圧力が高くなると低くなる。

二酸化炭素の状態図



ちなみに、二酸化炭素は

このように、

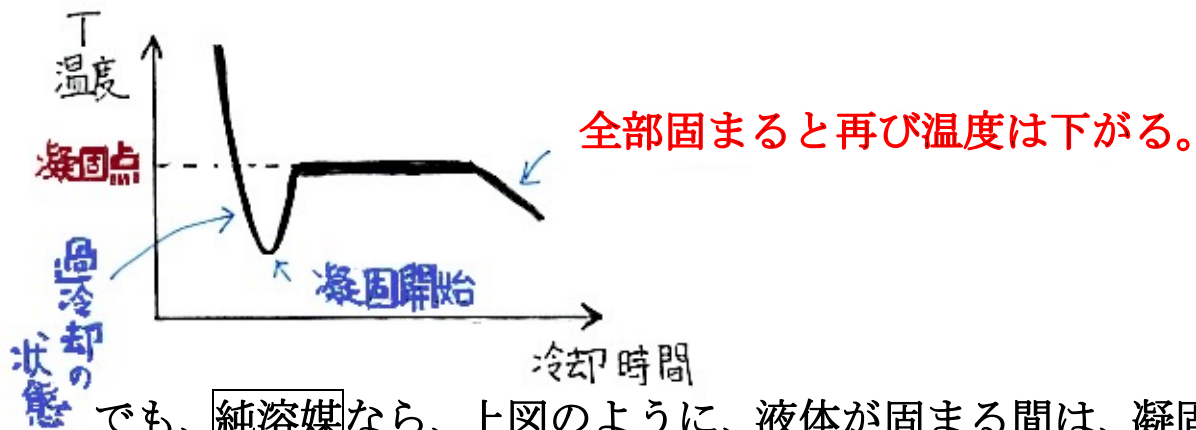
融点 は**緑線**をみると、
圧力が高くなると高くなります。
1気圧では-78.5°Cで、
すぐに固体から気体へ
昇華してしまうことがわかります。

過冷却

液体をそーっとひやすと、凝固点になっても、すぐには固体になりません。

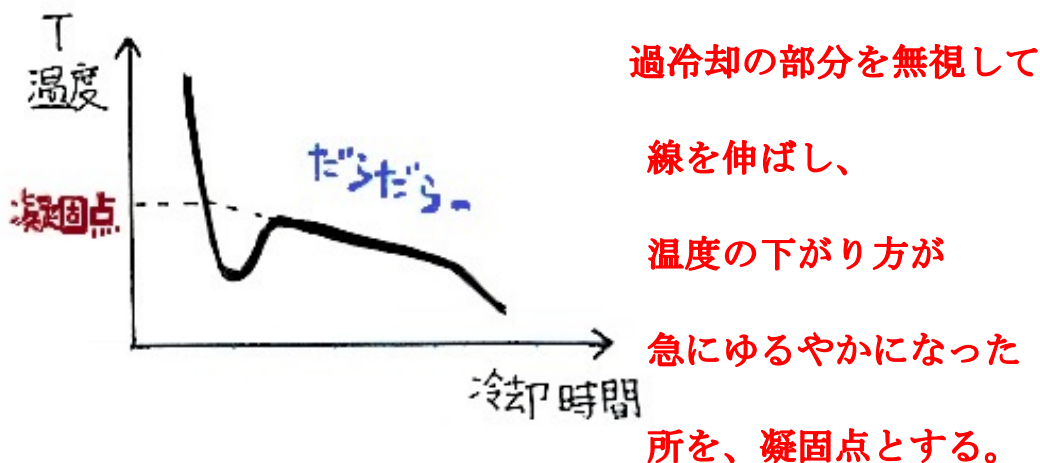
液体でも、凝固点以下の温度になります。

でも、何かのきっかけがあつて、一部が固まると、一気に固まります！



でも、**純溶媒**なら、上図のように、液体が固まる間は、凝固点で温度は一定になりますが**溶液**の場合は、だらだら下がります。

なぜ？ まず、溶媒が先に固まって、濃度が濃くなった溶液は、凝固点降下が進んで、ますます凝固点が下がるから。



家庭でできる過冷却実験

- 保冷剤を冷やしておく
- きれいに洗った小瓶に、沸騰させてさましておいた水を8割くらい入れる。
- 瓶をタオルでくるみ、冷蔵庫に入れる。
- 3時間くらいゆっくり冷やす。
- 皿に保冷剤を置き、瓶をそーっと取り出して、上から水をたらす。



何度も試して

1番いいタイミングをみないと、
キレイにはできません。^_^;

オマケ

知識系選択問題の選び方

絶対にこれだ! とわかるものがあれば良いですが、他の選択肢もよく見ると、合ってるような気がして気になる・・・。

でも、常識的な感覚で考えてみて、違和感がなければ、だいたい合ってると思いますよ。

だって、特殊なものは、化学の先生が、どっかで教えてくれているはずですからね!

(たとえば、水は、固体の方が軽いとか。)

例1 2020年センター 第1問問1の③

F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 の融点や沸点は、原子番号が大きいほど高い。 答：○

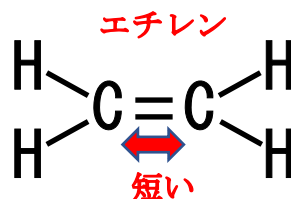
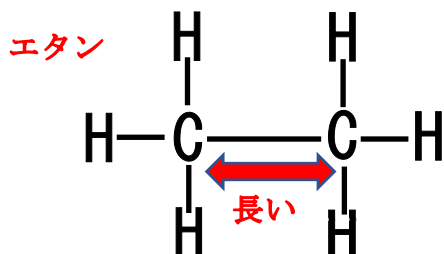
常識的に考えたら、○ですよね!

原子が大きいほど分子間力が働いて、引き合うのだから、溶かしたり沸騰させたりするにはエネルギーが必要となり、高い温度でなければできなくなります。

例外なのは、HFとか、水素結合をする時ですね。

例2 第4問問1

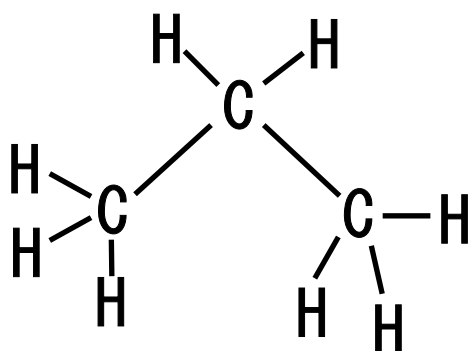
- 単結合（一重結合）より、二重結合の方が短い。



答：○

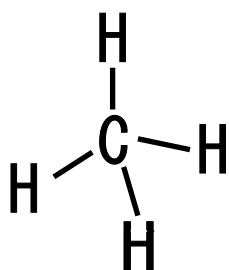
そりゃ、二重結合の方ががちっとつながってるから、短そうですね！ 三重結合なら、もっとです。

- プロパンの三つの炭素原子は、折れ線状に結合している。



炭素は手を4つ持っていて、単結合だと正四面体をつなげたような形になるので、どうしても折れ曲がります。

- メタンの四つの共有結合の長さは、すべて等しい。

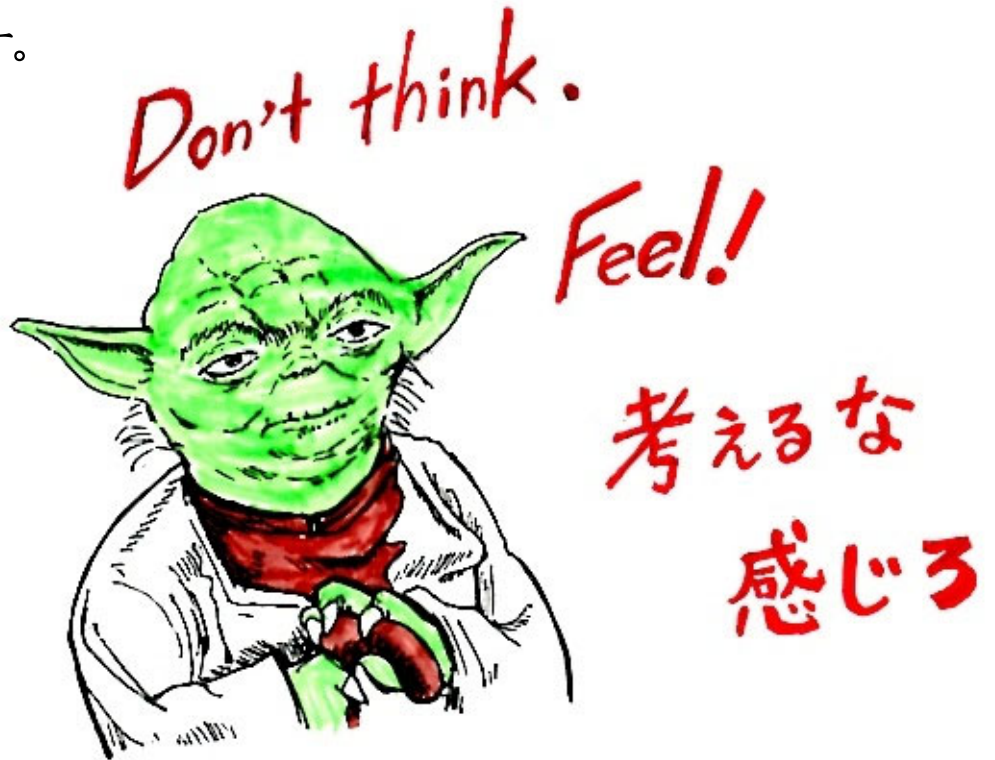


この形からして、そりゃそーですよね！

答：○

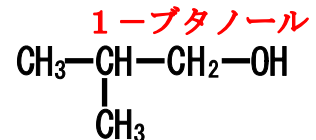
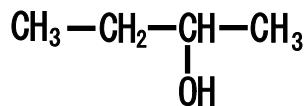
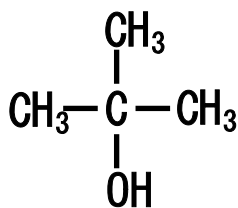
アルコールの融点・沸点について

これはもう、覚える必要もなく、**なんとな〜くこんな感じがするう〜!**と、
いうので、合ってます。



沸点 は、分子どうしの引力をふりきって空気中に飛び出すのだから、
当然、分子の**引き合う力**が強ければ、沸点も高くなるのです。

引き合う力は、第三級 < 第二級 < 第一級



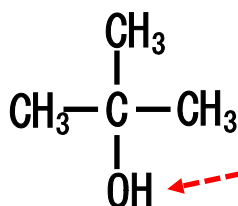
2-メチル-2-プロパノール **2-ブタノール** **2-メチル-1-プロパノール**

なので、**沸点**も 第三級 < 第二級 < 第一級 です。

なぜ? **同じくらいの大さの分子**なら、

水素結合をつくりやすい方が、引き合う力が強い からです!

感覚的に考えても、

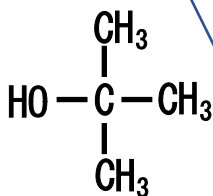


よけいな枝があって、

Oに近づきにくい!

ものは

水素結合が
できにくい
です。



同じ第一級では、枝分かれのない1-ブタノールの方が、



沸点が高いです。

2-メチル-1-プロパノール $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{OH}$ より

なぜ?

感覚的に考えても、

まるまったカンジの形の方が、



表面積も小さく、

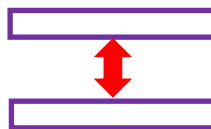


くっつきにくいですね!

まっすぐなら、



べたべたとくっつきます。



融点

は、すでにくっついてるものをぐにゃ〜とさせる のですから、

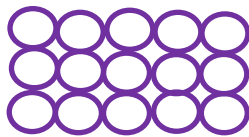
規則正しく配列しているものは、形を壊しにくい です。



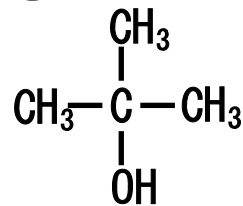
つまり、とかしにくい → 融点は高く なります。

1番配列しやすく、融点の高いものは、(丸)に近い、

2-メチル-2-プロパノール



配列しやすい
くずしにくい

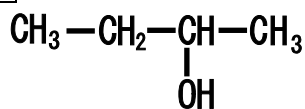


です。

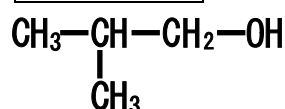
次は、直線の 1-ブタノール $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ です。



枝のあるものは、すぐに形を崩せるので、融点が低い です。



2-ブタノール



2-メチル-1-プロパノール

ところで、言うまでもないと思いますが、
名前にある数字は、1番長い炭素鎖の、はしっこから何番目のCについているか・・・
を、表しますネ。

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ は、

1番はしっこに $-\text{OH}$ がついているので、 1-ブタノールです。
(アルコールだから、 $-\text{OH}$ がなるべく小さい数字になるようにします。)