

[実習講座]

化学系

<https://evolvingbook.com/2018/03/25/charcoal/>

<https://evolvingbook.com/2018/03/26/likeness-causes-liking/>

<https://evolvingbook.com/2018/04/27/paperchromatography/>

<https://evolvingbook.com/2019/01/07/flame-thrower/>

<https://evolvingbook.com/2019/08/11/analysis/>

<https://evolvingbook.com/2019/08/13/chromatography/>

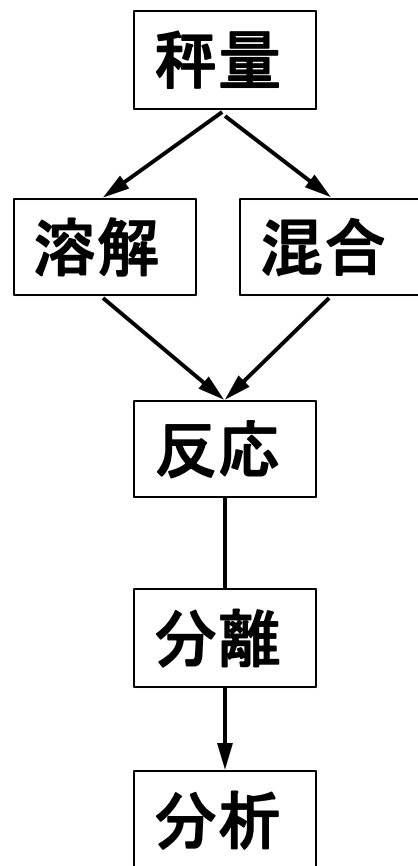
<https://evolvingbook.com/2019/08/16/safety/>

<https://evolvingbook.com/2020/09/14/experiment-2/>

<https://evolvingbook.com/2021/06/14/chemistry/>

実習の内容

化学の一般的な流れ



既知物質 未知物質

1. 電子天秤による秤量
2. pHメータ校正と緩衝液作製
3. 化学反応の事例
4. 分離の事例
5. 分析の事例

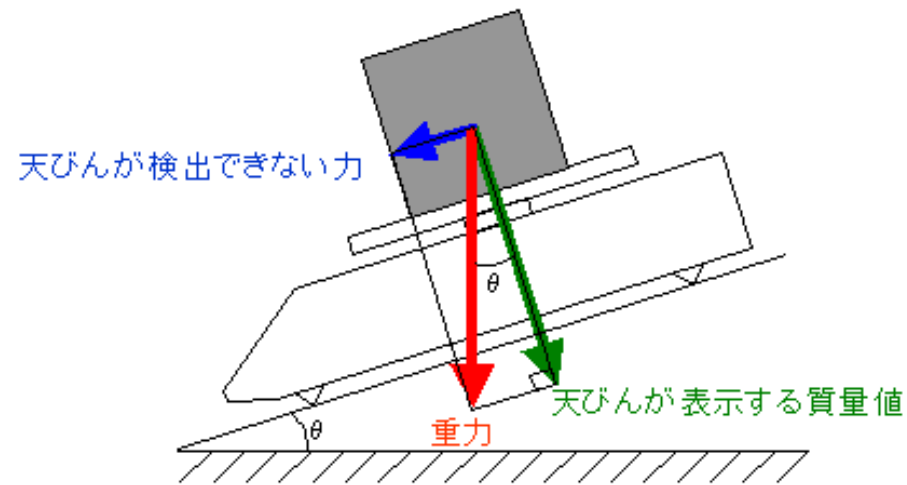
電子天秤による秤量

Q1. 電子天秤でサンプル重量を計る際の、誤差要因は？

誤差要因

- 傾斜
- 対流
- 静電気
- 温度
- 磁性体
- 風
- 振動
- 重力
- 浮力

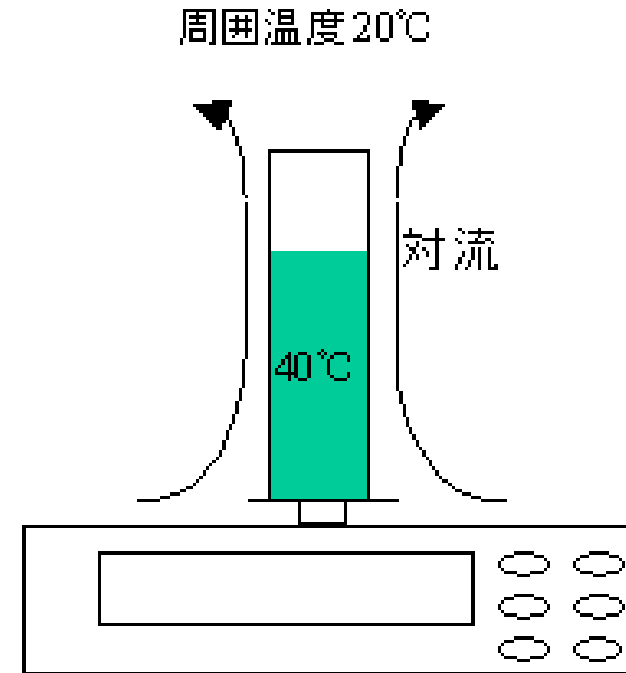
傾斜



[対策]

水準器を見て水平度調整

対流

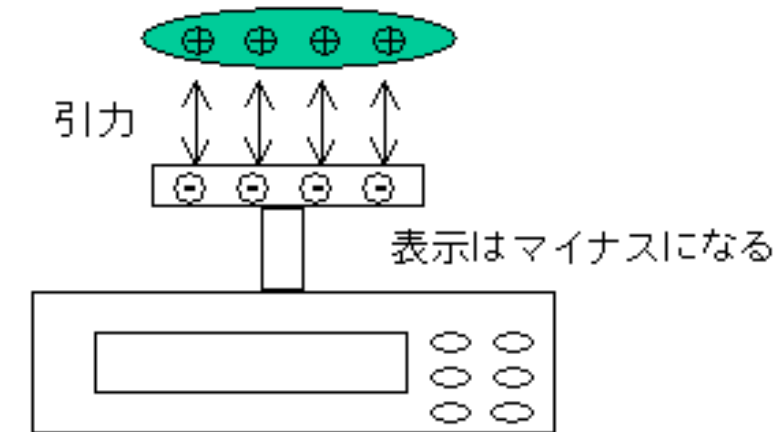


[対策]

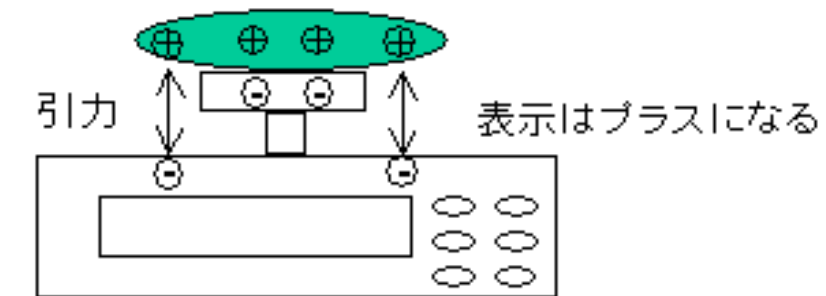
- ・なじませる
- ・体温の伝達防止→ピンセット
- ・直射日光、温度変化防止

静電気

計測する物自体が帯電している場合、あるいは近くに帯電している物体がある場合には、影響を受ける。特に静電気が発生し易い冬季は注意が必要。



<帯電物を近づけたとき>



<帯電物を測定したとき>

[対策]
除電と遮蔽

静電気

実習1-1

塩化ビニール棒をウール布で摩擦させた後、各々を静電気チェッカーで計測して記録する。

実験1-2

ウール布の重量を天秤で測定後、上記塩ビ棒をかざして重量を測定して記録する。

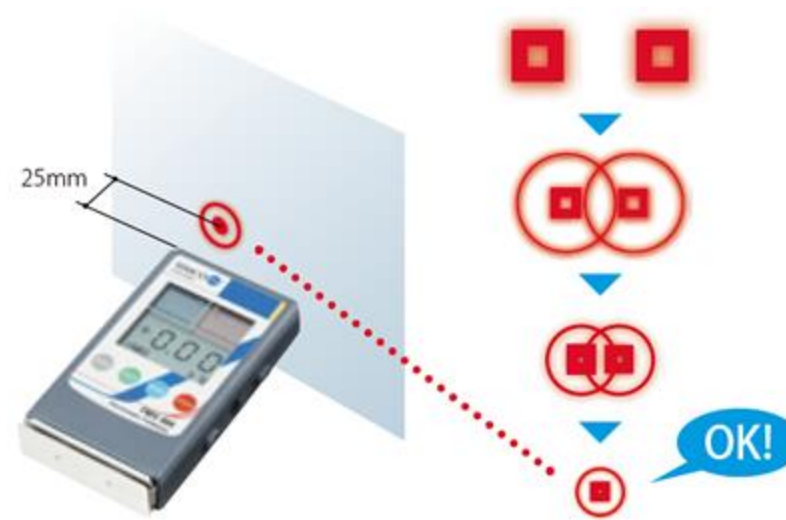
注) 極端に近づけないこと。電子天秤が破損します。

帯電量とその極性		
プラス (+) に帯電		マイナス (-) に帯電
アスベスト 人毛・毛皮 ガラス 雲母 羊毛 ナイロン レーヨン 鉛 絹 木綿 麻 木材 木材 ガラス繊維 人などの皮膚 亜鉛 アルミニウム アセテート 紙 クロム エボナイト 鉄 銅 ニッケル 金 ゴム ポリスチレン 白金 ポリエチレン ポリプロピレン アクリル セルロイド セロファン 塩化ビニール テフロン		

静電チェッカーの使用方法



Power
ON,OFF



2つのフォーカスリングが1つに重なるまで、静電チェッカーを帯電物に近づける

注意事項： 測定レンジは $\pm 20\text{kV}$
 $\pm 22\text{kV}$ でビープ音が連続して警告しますので測定中止する



記録は $+22\text{kV}$ 以上あるいは -22kV 以下と記載する

温度

温度ドリフトのスペックは $\pm 2\text{ppm}/^\circ\text{C}$

$$\begin{aligned} & 200.0000\text{g} \times (\pm 2\text{ppm}/^\circ\text{C}) \times 2^\circ\text{C} \\ &= 200.0000 \times (\pm 2/1000000) \times 2 \\ &= \pm 0.0008\text{g} \end{aligned}$$

振動

振動が発生しやすい状況

- ・2階以上のフロア(高層ビル)
- ・風の強い日、免震構造の建物で地震が発生した時
- ・盤の弱いところ(埋立地、川岸、海岸)で、特に風の強い日
- ・海岸沿いで、波の高い日

[対策]

- ・計量スピード(Response)を安定側に変更する。
- ・除震台を使用する。
- ・1階の壁沿いに天秤(天びん)を設置する。

風の影響

風の影響を受けやすい場所

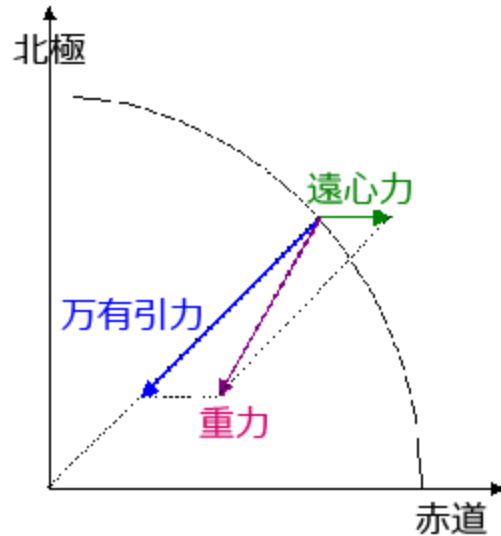
- ・エアコンの吹き出し口
- ・部屋の出入り口の近く
- ・通路の近く(天びんの近くを人が歩く場所)
- ・温度変化のある場所

[対策]

場所を変えて、計量値の安定する場所に天秤(天びん)を設置する。
風防を付けて、風が皿に直接あたらないようにする

実習1-3 電子天秤の風防を開け、静電エアーを吹きかけて重量を計測する。

重力



緯度による変化

地球の自転により遠心力が発生し、万有引力と反対の力が作用します。これは、赤道付近が最大で両極が最小になります。つまり、**赤道では重力加速度が小さくなり**、両極では大きくなります。

北海道の重力加速度>沖縄の重力加速度

標高による変化

同じ緯度であれば、**標高が高い方が地球の中心からの距離が長くなるので、重力加速度は小さくなります。**例えば、500g分銅を地表で測定する場合と、標高100mの地点で測定する場合は、下の数式になります。ただし、地球の半径は6371000mとしています。

$$500.000g \times \frac{(\text{地球の半径})^2}{(\text{地球の半径} + 100m)^2} = 499.9843g$$

差 0.0157g



重力

場所	重力加速度 (m/sec ²)	分銅の測定値 (g)	製造拠点との差分 (g)
札幌	9.805	100.05	0.05
仙台	9.801	100.01	0.01
茨城(製造拠点)	9.800	100.00	0.00
東京	9.798	99.98	-0.02
名古屋	9.797	99.97	-0.03
大阪	9.797	99.97	-0.03
福岡	9.796	99.96	-0.04
那覇	9.791	99.91	-0.09

浮力

空気は約 1.2kg/m^3 (1.2mg/cm^3) 密度があり、分析天秤(天びん)では浮力の影響を受ける

例) 200g のステンレス分銅(密度 8g/cm^3)を測定する場合、気圧 1000hPa で空気の密度が 0.0012g/cm^3 とすると、

浮力の影響

= 空気の密度 $\times$ 分銅の体積

= $0.0012\text{g/cm}^3 \times 200\text{g} \div 8\text{g/cm}^3$

= 0.03g

気圧が 980hPa に変化した場合、浮力による誤差は、

浮力の誤差

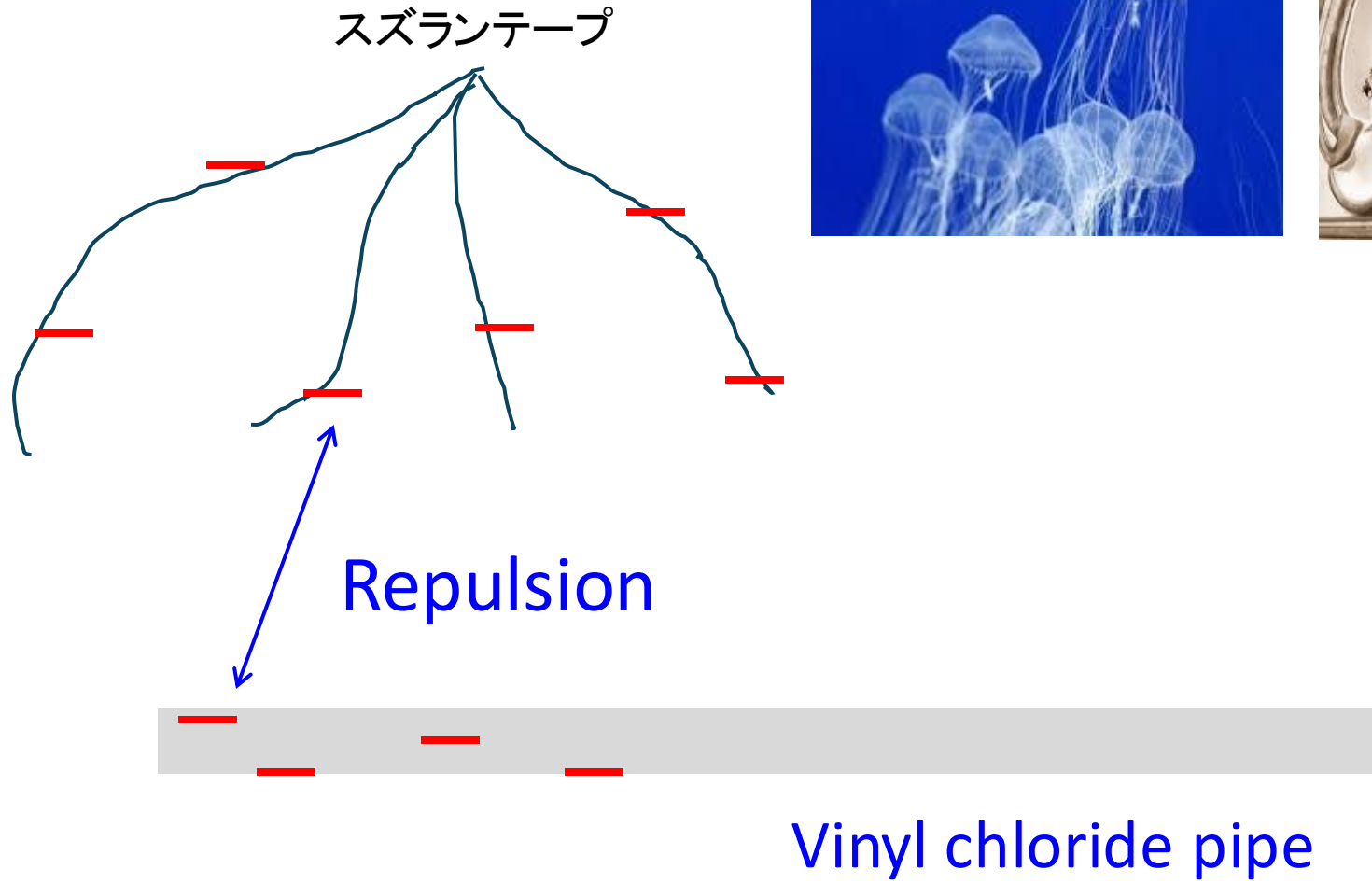
= $0.03\text{g} - 0.03\text{g} \times 980\text{hPa} / 1000\text{hPa}$

= 0.6mg ← 台風や低気圧が来ると重くなる

例えば、前日の気圧が 1000hPa で校正した天びんに、翌日の気圧が 980hPa の条件下で同じ 200g の分銅を載せても、天秤(天びん)の表示は 200.0006g となります。

ひと休み

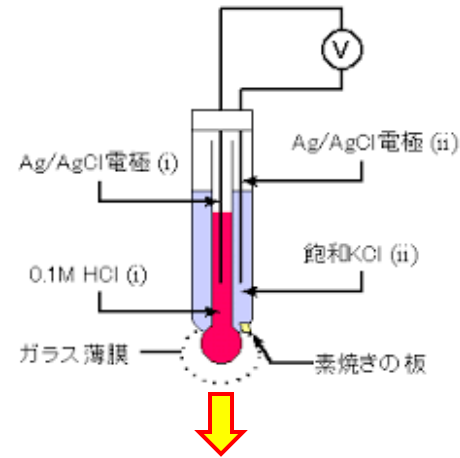
Electrostatic Medusa



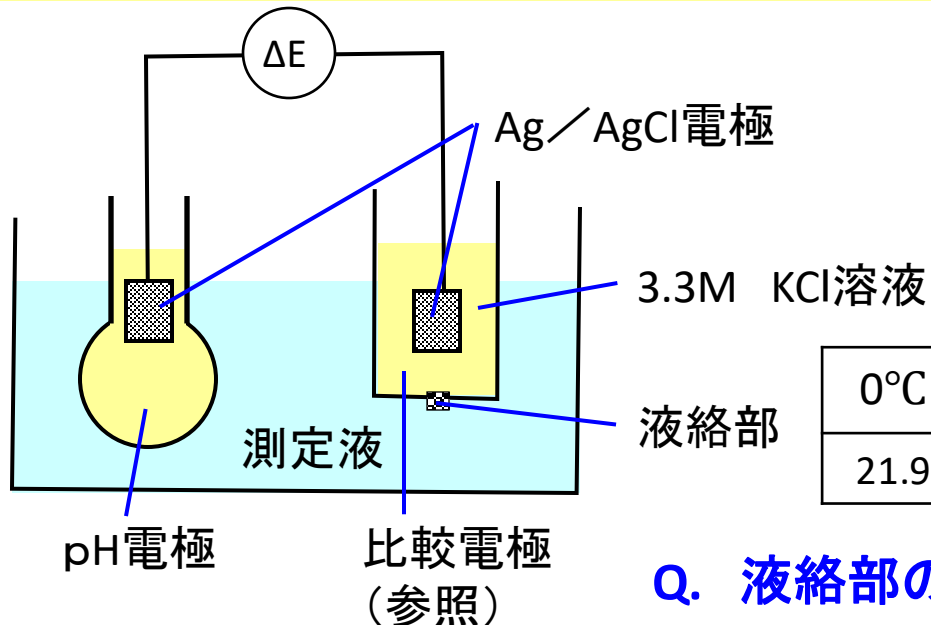
実習2

pHメーター校正用 緩衝液調製

pH電極の構造及び測定原理



一本のように見えますが、
PH電極と比較(参照)電極の電位差を測定

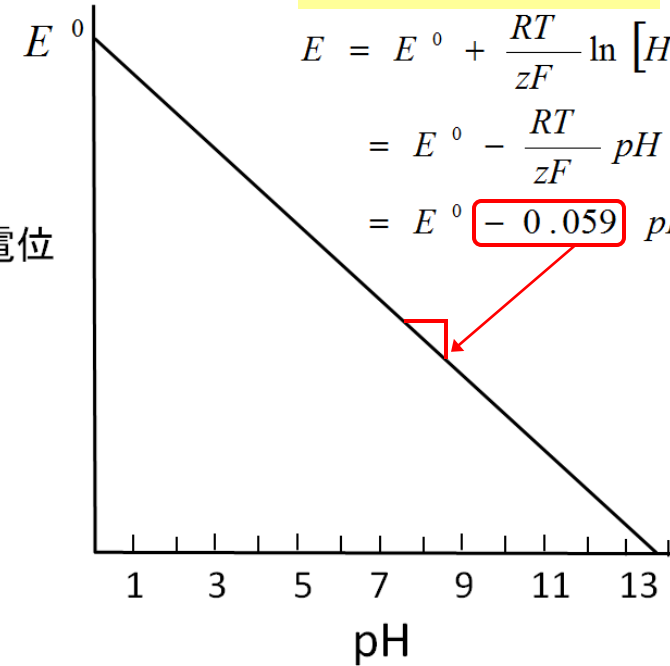


Q. 液絡部の必要性は？ 内部液濃度は？

Nernst式

$$\begin{aligned} E &= E^0 + \frac{RT}{zF} \ln [H^+] \\ &= E^0 - \frac{RT}{zF} pH \\ &= E^0 - 0.059 pH \end{aligned}$$

pH電極の電位
E/mV

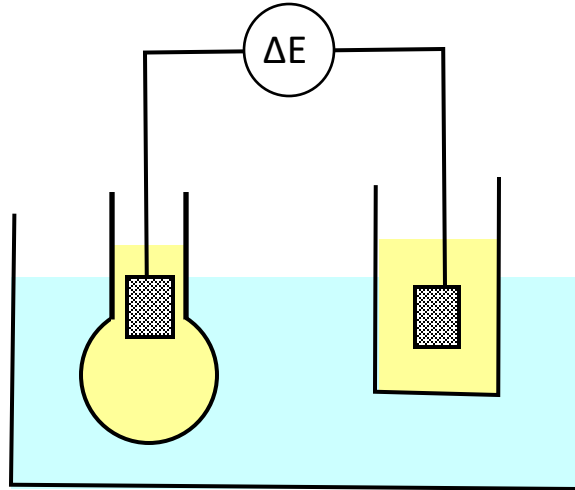


←12°Cくらいで飽和 低温でも測定

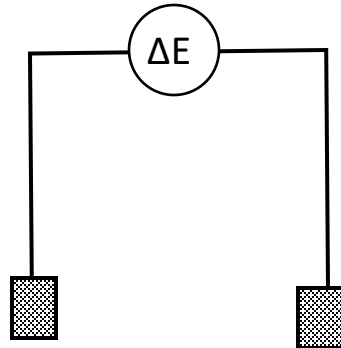
0°C	20	25	40	60	80	100
21.9	25.5	26.7	28.6	31.4	33.9	36

Q. 液絡部の必要性は？

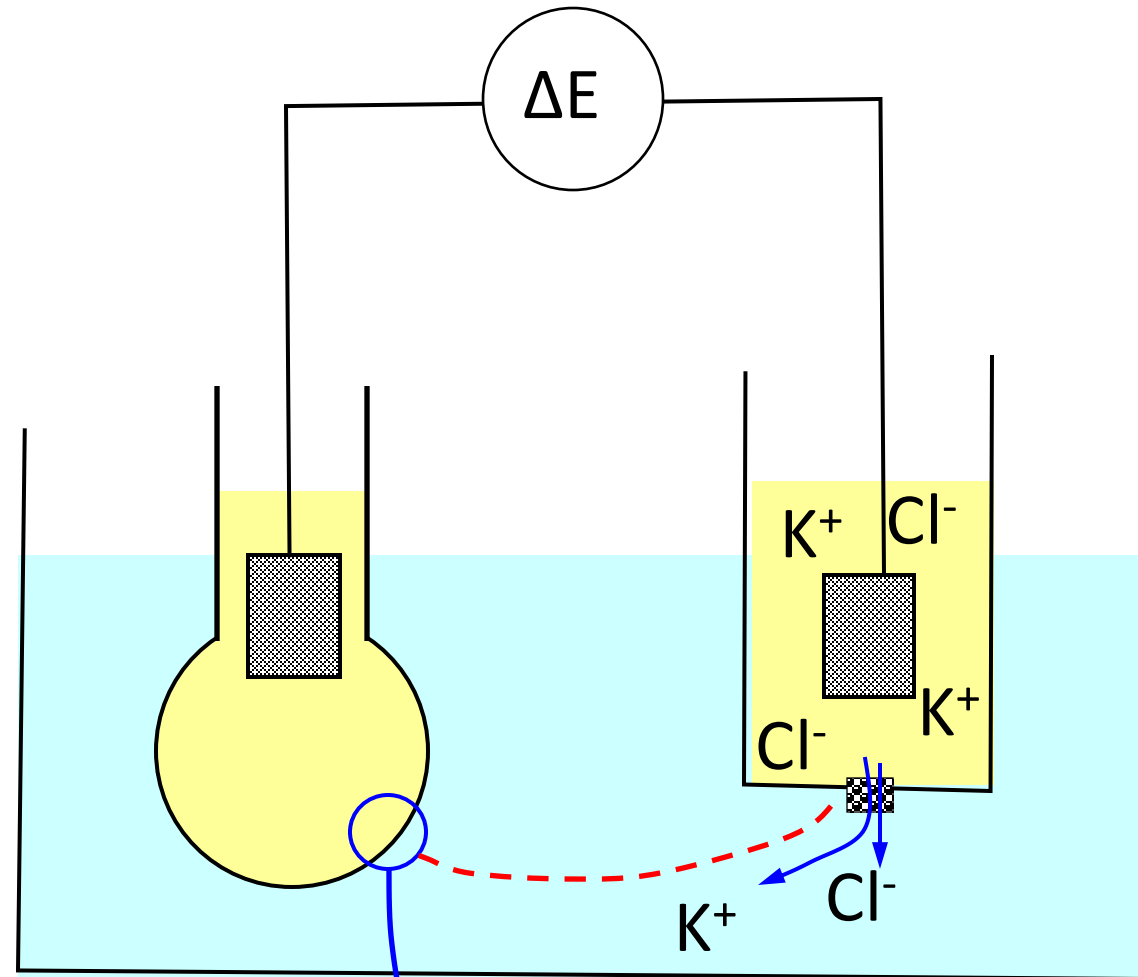
液絡部がないと



||



断線状態と同じ
電位が生じない



ガラス膜

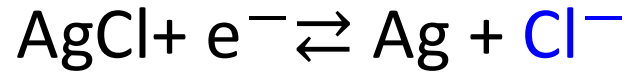


ガラス膜の内外の電位差を
計測する

比較(参照)電極

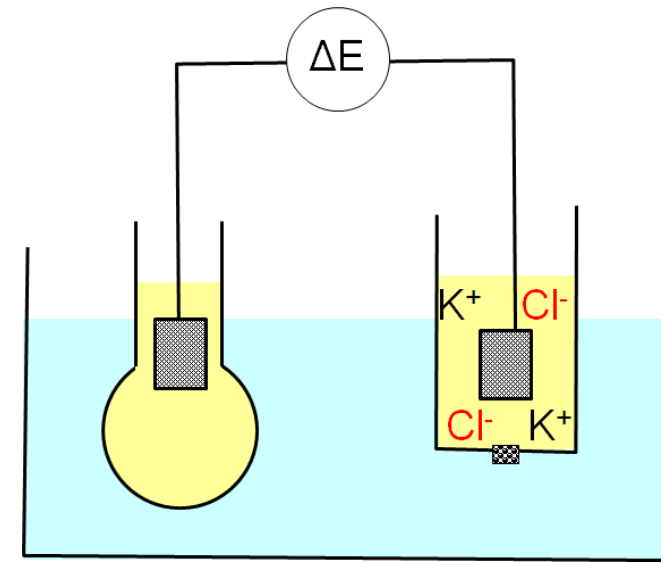
Ag/AgCl電極

一定 Cl^- の存在下でAg/AgCl電極は一定電位

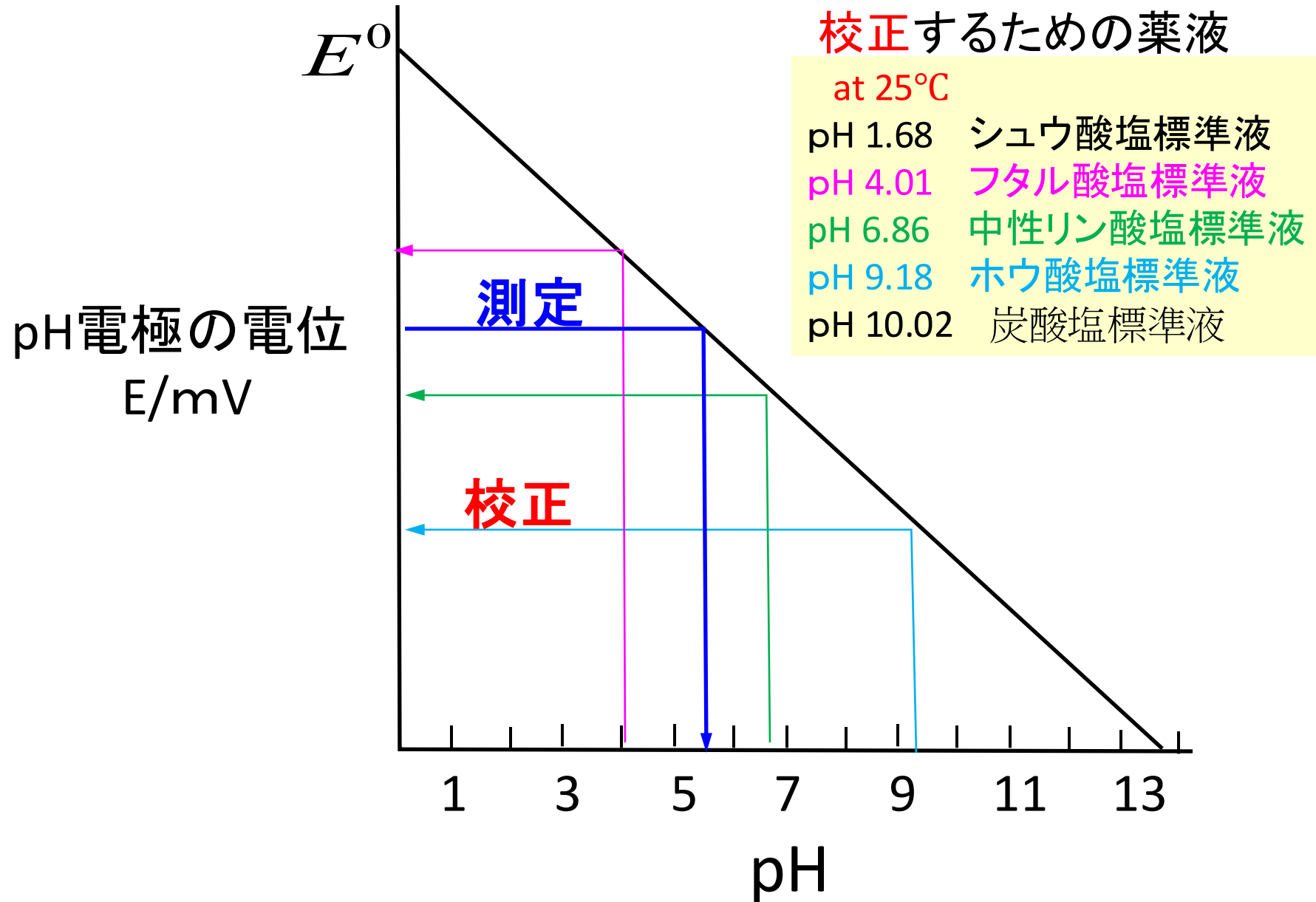


$$\begin{aligned} E &= E_0 + RT/(nF) \ln([\text{AgCl}]/([\text{Ag}][\text{Cl}^-])) \\ &= E_0 - RT/(nF) \ln[\text{Cl}^-] \end{aligned}$$

銀－塩化銀電極(飽和KCl)の電極電位は+0.199V(vs. 水素標準電極、25°C)である。



pHメーター校正

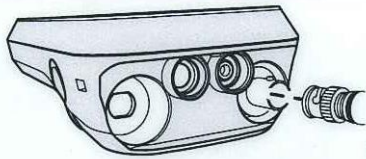


準備

① pH標準液を用意する



② 電極を本体に接続する



電極コネクタ



温度コネクタ

③ 本体の電源キーを押す



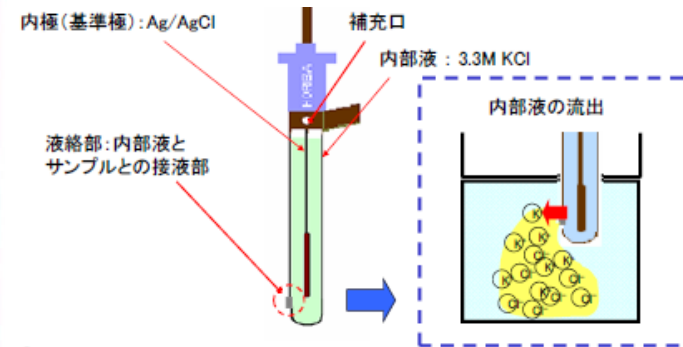
を押します

④ 電極の保護キャップをはずし、内部液補充口を開ける

保護キャップをはずす

内部液補充口を開ける
丸い部分を上方に
動かします

Q. なぜでしょうか？



- ① 電位は内極と内部液濃度で決まる
- ② 補充口を開けることで、内部液に大気圧をかける
- ③ 内部液の流出によって液間電位が小さくなる

実習2-1 pH電極の校正

校正

測定サンプルが酸性側ならpH 7とpH 4の2点校正、アルカリ性側ならpH 7とpH 9の2点校正をおすすめします。
サンプルのpH値がわからないときはpH 4、pH 7、pH 9の3点校正をおすすめします。

① 校正モードに入る



を押します

② 1点校正開始

pH 7標準液に電極の液絡部が浸かるまで浸漬します



浸漬目安は3 cm以上
瞬時値の安定を見て
を押します



HOLD が点滅から点灯に変わり **7** が点灯すれば校正終了です

2点校正をするときは
を押します

測定または、2点校正へ

③ 2点校正開始

pH 4標準液に電極の液絡部が浸かるまで浸漬します



浸漬目安は3 cm以上

瞬時値の安定を見て
を押します



HOLD が点滅から点灯に変わり **4** が点灯すれば校正終了です

3点校正をするときは
を押します

測定または、3点校正へ

④ 3点校正開始

pH 9標準液に電極の液絡部が浸かるまで浸漬して校正します

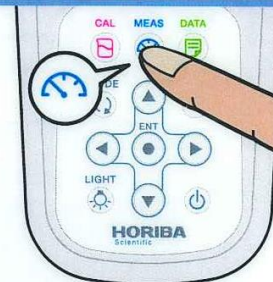
※校正の方法は1点目、2点目と同様です

HOLD が点滅から点灯に変わり **9** が点灯すれば校正終了です

測定へ

測定

① 測定モードに入る



を押します

② 測定開始



浸漬目安は3 cm以上

を押します

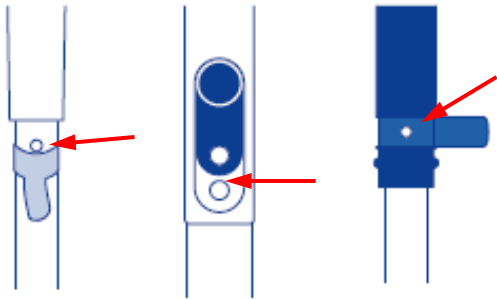


HOLD が点滅から点灯に変われば測定終了です

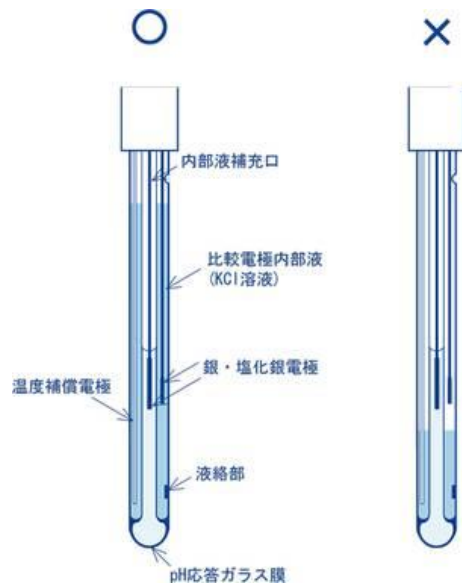
③ 測定終了

pH電極 測定時の注意

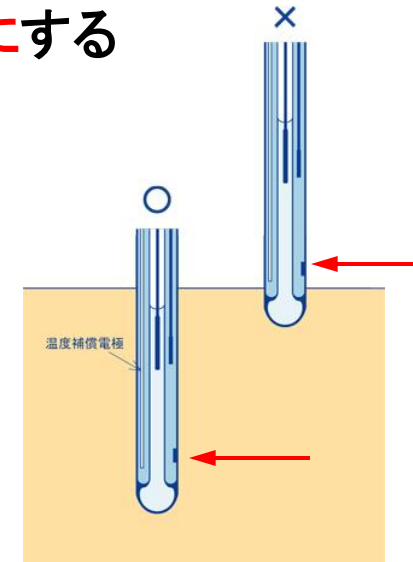
1. 比較電極内部液の**補充口を開ける**



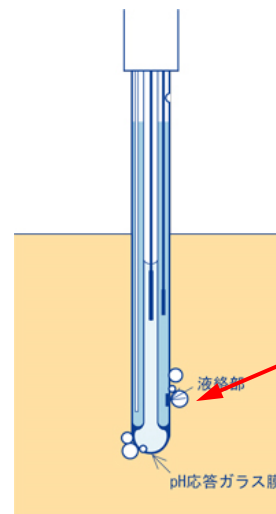
2. 比較部の**内部液を充分に入れる**



3. **液絡部**および温度補償電極は**液面より下にする**



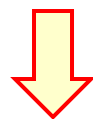
4. 電極表面の気泡は取り除く



特に**液絡部分**は必須

Q2. 校正液に用いる標準液には、どんな性質が求められますか？

決められたpH値
決められた精度 で維持すること



緩衝溶液
Buffer

校正に用いる標準液

第1種pH標準液や第2種pH標準液は、国より認定を受けた指定事業所で販売しています。調製pH標準液は、JISに従って調製し、国の検定なしで市販されています。 pH測定方法（日本工業規格 JIS Z8802:2011）

JCSSはJapan Calibration Service System（日本校正サービス）の略で、通商産業大臣の認定を受けた認定業者が校正業務を行ったとき、国家計量標準とつながりがあることを示すJCSSマークを付した「校正証明書」を交付

種 類	pH及び規格(25℃)	
	第1種	第2種
しゅう酸塩pH標準液	1.679±0.005	1.68±0.015
フタル酸塩pH標準液	4.008±0.005	4.01±0.015
中性りん酸塩pH標準液	6.865±0.005	6.86±0.015
りん酸塩pH標準液	7.413±0.005	7.41±0.015
ほう酸塩pH標準液	—	9.18±0.015
炭酸塩pH標準液	—	10.01±0.015

pH標準液は温度依存性がある



- pH測定は温度一定にして計測
恒温槽を用いるのが好ましい
- 温度補償用温度センサー付きpH電極を
使用 ← 温度センサの校正必要
- 温度を記録する

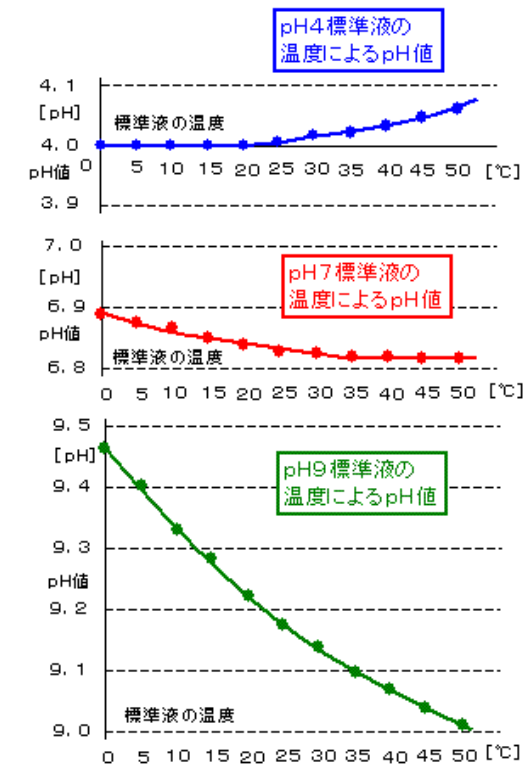


表1 IUPACにおける一次標準としてのpH標準液のpH値(典型値)^{a)}

一次標準	温度/°C											25 °Cにおける 温度係数 /K ⁻¹
	0	5	10	15	20	25	30	35	37	40	50	
しゅう酸塩 pH標準液 ^{b)}	—	1.67	1.67	1.67	1.68	1.68	1.68	—	1.69	1.69	1.71	0.001
フタル酸塩 pH標準液	4.000	3.998	3.997	3.998	4.000	4.005	4.011	4.018	4.022	4.027	4.050	0.0012
中性りん酸塩 pH標準液	6.984	6.951	6.923	6.900	6.881	6.865	6.853	6.844	6.841	6.838	6.833	-0.0028
りん酸塩 pH標準液	7.534	7.500	7.472	7.448	7.429	7.413	7.400	7.389	7.386	7.380	7.367	-0.0028
ほう酸塩 pH標準液	9.464	9.395	9.332	9.276	9.225	9.180	9.139	9.102	9.088	9.068	9.011	-0.0082
炭酸塩 pH標準液	10.317	10.245	10.179	10.118	10.062	10.012	9.966	9.926	9.910	9.889	9.828	-0.0096

^{a)} 文献5), ^{b)} IUPAC では二次標準として扱われている。

標準液の組成

種 類	組 成
しゅう酸塩pH標準液	0.05mol/kg 二しゅう酸三水素カリウム水溶液
フタル酸塩pH標準液	0.05mol/kg フタル酸水素カリウム水溶液
中性りん酸塩pH標準液	0.025mol/kg リン酸二水素カリウム、 0.025mol/kg リン酸水素二ナトリウム水溶液
ほう酸塩pH標準液	0.01mol/kg 四ほう酸ナトリウム水溶液
炭酸塩pH標準液	0.025mol/kg 炭酸水素ナトリウム、 0.025mol/kg 炭酸ナトリウム水溶液



緩衝溶液
Buffer

酸解離定数とは？



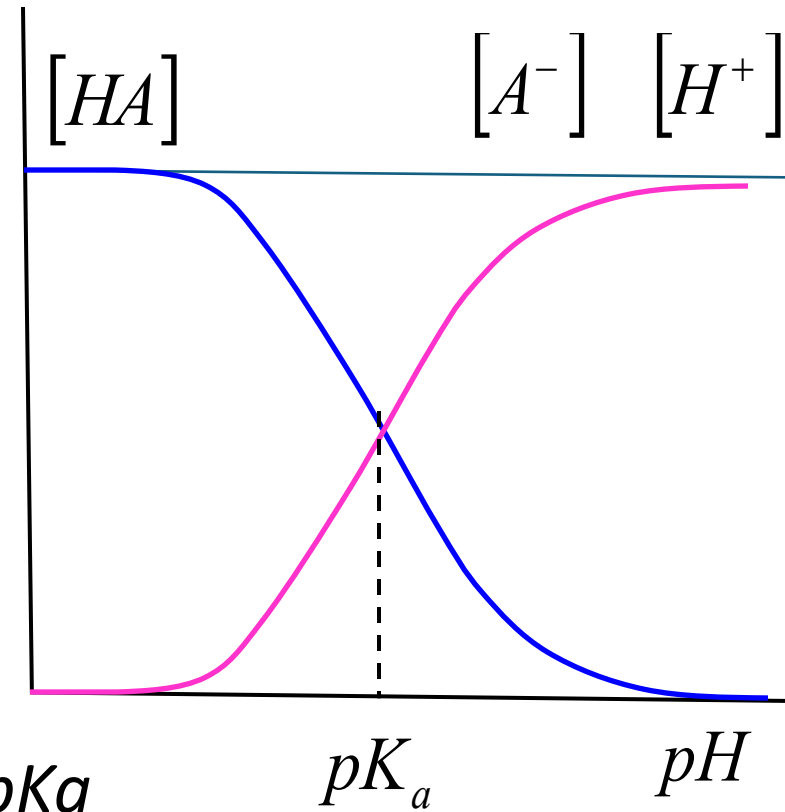
$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

$$-\log K_a = -\log [H^+] - \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

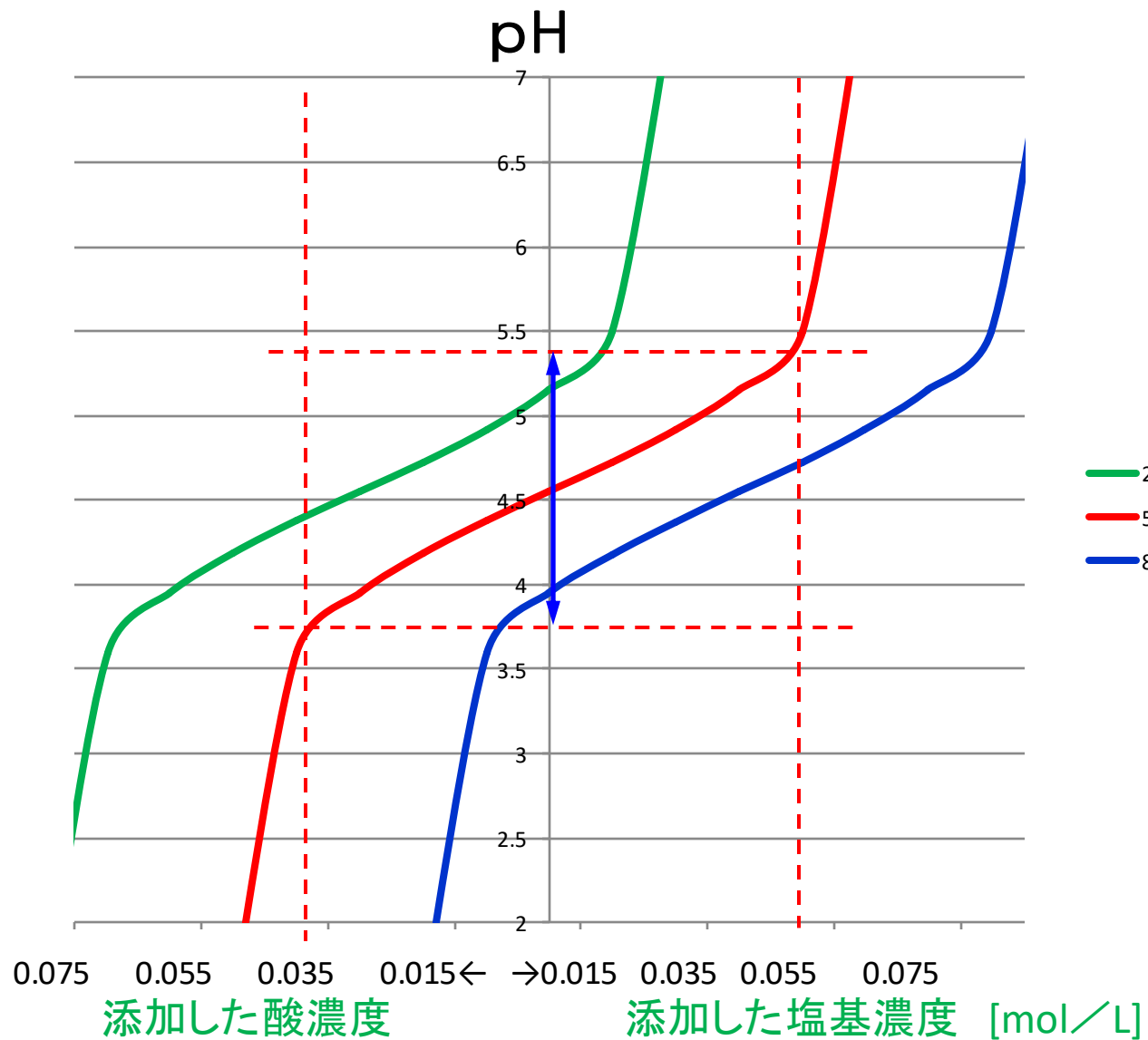
$$pK_a = pH - \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$[HA] = [A^-]$ の時、 $pH = pK_a$



緩衝溶液とは？ 酸や塩基が加わってもpHがあまり変化しない溶液



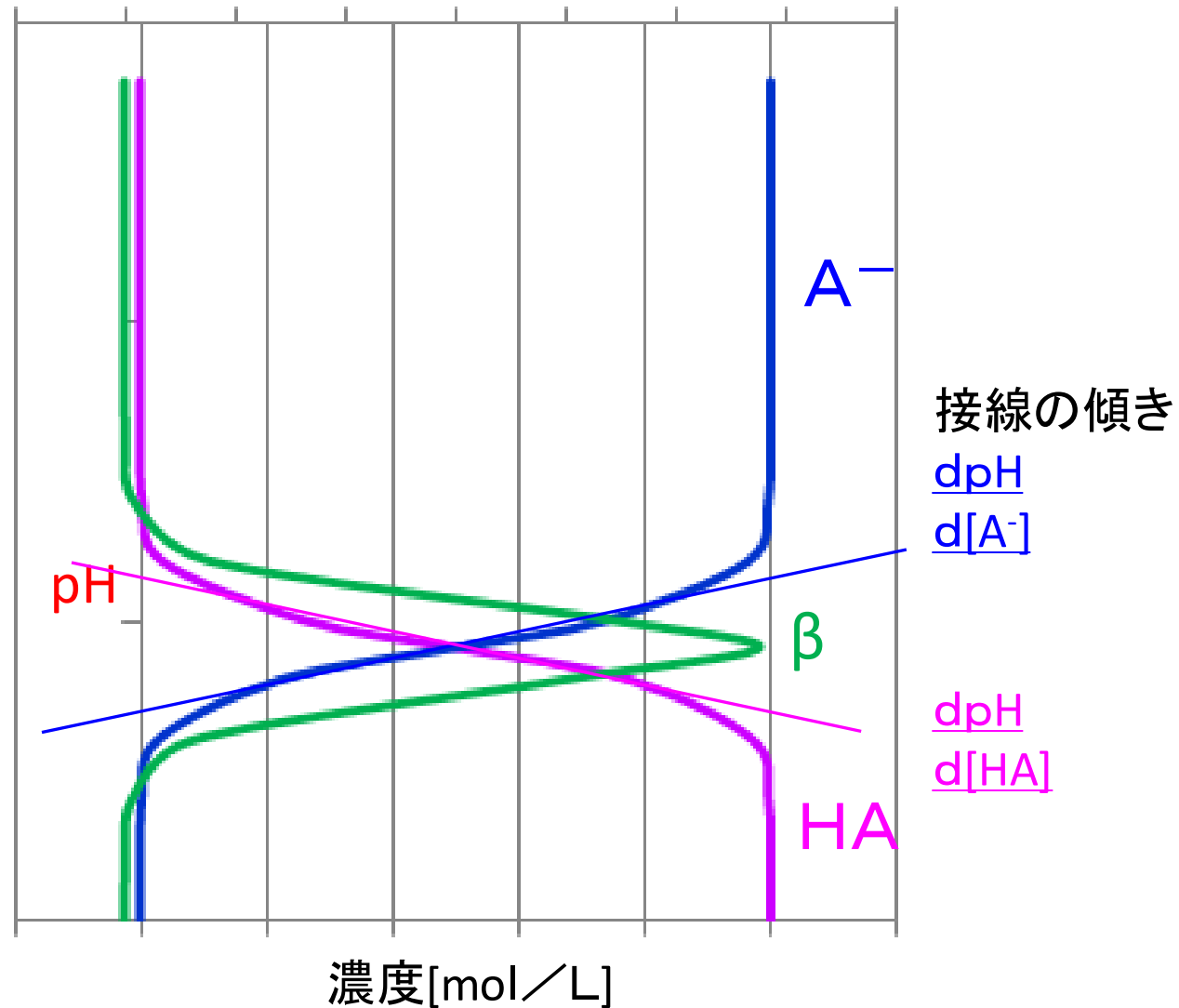
$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

— 2:8
— 5:5
— 8:2

緩衝能 β

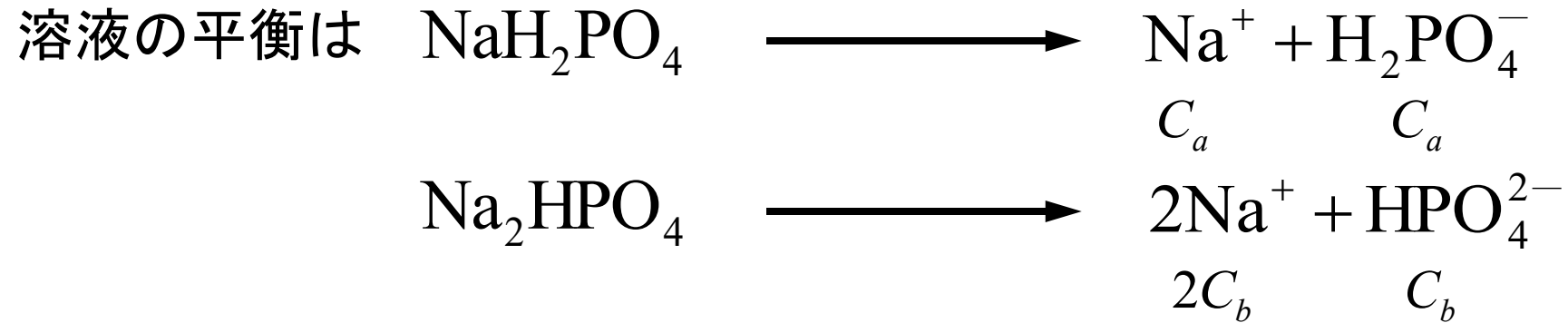
接線の傾きが小さい $\rightarrow$ pHを1変化させるために
多量の酸・塩基が必要 $\rightarrow$ 緩衝能が高い



緩衝液を調製する

2種類のリン酸塩を以下の濃度で調製する

$$C_a = [\text{NaH}_2\text{PO}_4] = 0.025 [\text{mol/L}] \quad C_b = [\text{Na}_2\text{HPO}_4] = 0.025 [\text{mol/L}]$$



酸解離定数は $K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} = [\text{H}^+] \frac{C_b}{C_a} = 7.21$

対数をとって両辺にマイナスをかけると

$$-\log[\text{H}^+] = -\log K_a + \log \frac{C_b}{C_a} \qquad \text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{C_b}{C_a}$$

$$\text{pH} = 7.21 + \log \frac{0.025}{0.025} = 7.21 - 0 = 7.21$$

Q. 理論値と実際のpH値に差異があるのはなぜか？

酸	解離前	解離後	酸解離定数		緩衝液
シュウ酸 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	HC_2O_4^-	$\text{pK}_{\text{a}1}$	1.27	1.68
	HC_2O_4^-	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	$\text{pK}_{\text{a}2}$	4.27	
フタル酸 $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2$	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2$	$\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH COO}^-$	$\text{pK}_{\text{a}1}$	2.94	4.01
	$\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH COO}^-$	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{COO}^-)_2$	$\text{pK}_{\text{a}2}$	5.41	
リン酸 H_3PO_4	H_3PO_4	H_2PO_4^-	$\text{pK}_{\text{a}1}$	2.12	
	H_2PO_4^-	HPO_4^{2-}	$\text{pK}_{\text{a}2}$	7.20	6.86
	HPO_4^{2-}	PO_4^{3-}	$\text{pK}_{\text{a}3}$	12.4	
炭酸 H_2CO_3	H_2CO_3	HCO_3^-	$\text{pK}_{\text{a}1}$	6.35	10.02
	HCO_3^-	CO_3^{2-}	$\text{pK}_{\text{a}2}$	10.25	

Q. 理論値と実際のpH値に**差異**があるのはなぜか？

希薄溶液では以下の式が成り立つ

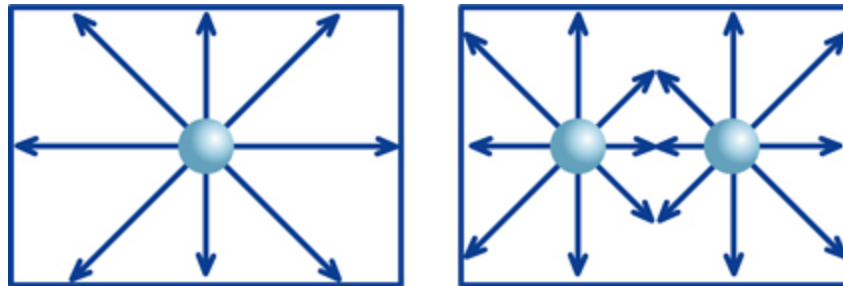
$$pH = -\log [H^+]$$

種々イオンが存在する系では以下の式が成り立つ

$$pH = -\log a_{H^+} = -\log f \times [H^+]$$

ここで、 a_{H^+} は水素イオン活量、 f は活量係数

活量(かつりょう)は、**理想系と実存系に存在する誤差を修正**するために導入された熱力学的濃度



活量係数 f は動きの制限を表す
動き難いほど f は小さくなる

Q. 理論値と実際のpH値に**差異**があるのはなぜか？

イオン強度は

$$\textcircled{I} = \frac{\sum (c_i z_i^2)}{2} \quad \text{ここで、} c_i \text{は濃度、} z_i \text{は電荷数}$$

イオン活量 $a_i = c_i \textcircled{f_i}$

ここで、 c_i は濃度、 f_i は活量係数

Debye-Hückel式

$$-\log \textcircled{f_i} = \frac{Az^2 \sqrt{\textcircled{I}}}{(1 + \sqrt{\textcircled{I}})} - 0.1z^2 \textcircled{I} \quad A \text{は温度の定数}$$

酸の解離定数 pK_a をイオン強度で補正する

$$pK_a' = pK_a - (2n - 1) \left\{ \frac{0.5 \sqrt{\textcircled{I}}}{(1 + \sqrt{\textcircled{I}})} - 0.1 \textcircled{I} \right\}$$

Q. 理論値と実際のpH値に差異があるのはなぜか？

A. イオン強度により酸解離定数の補正が必要

$$I = \frac{\sum (c_i z_i^2)}{2}$$
$$= \frac{([Na^+] \times 2 \times 1^2 + [HPO_4^-] \times 2^2 + [K^+] \times 1^2 + [H_2PO_4^-] \times 1^2)}{2}$$
$$= \frac{(0.025 \times 2 \times 1^2 + 0.025 \times 2^2 + 0.025 \times 1^2 + 0.025 \times 1^2)}{2}$$
$$= 0.1$$

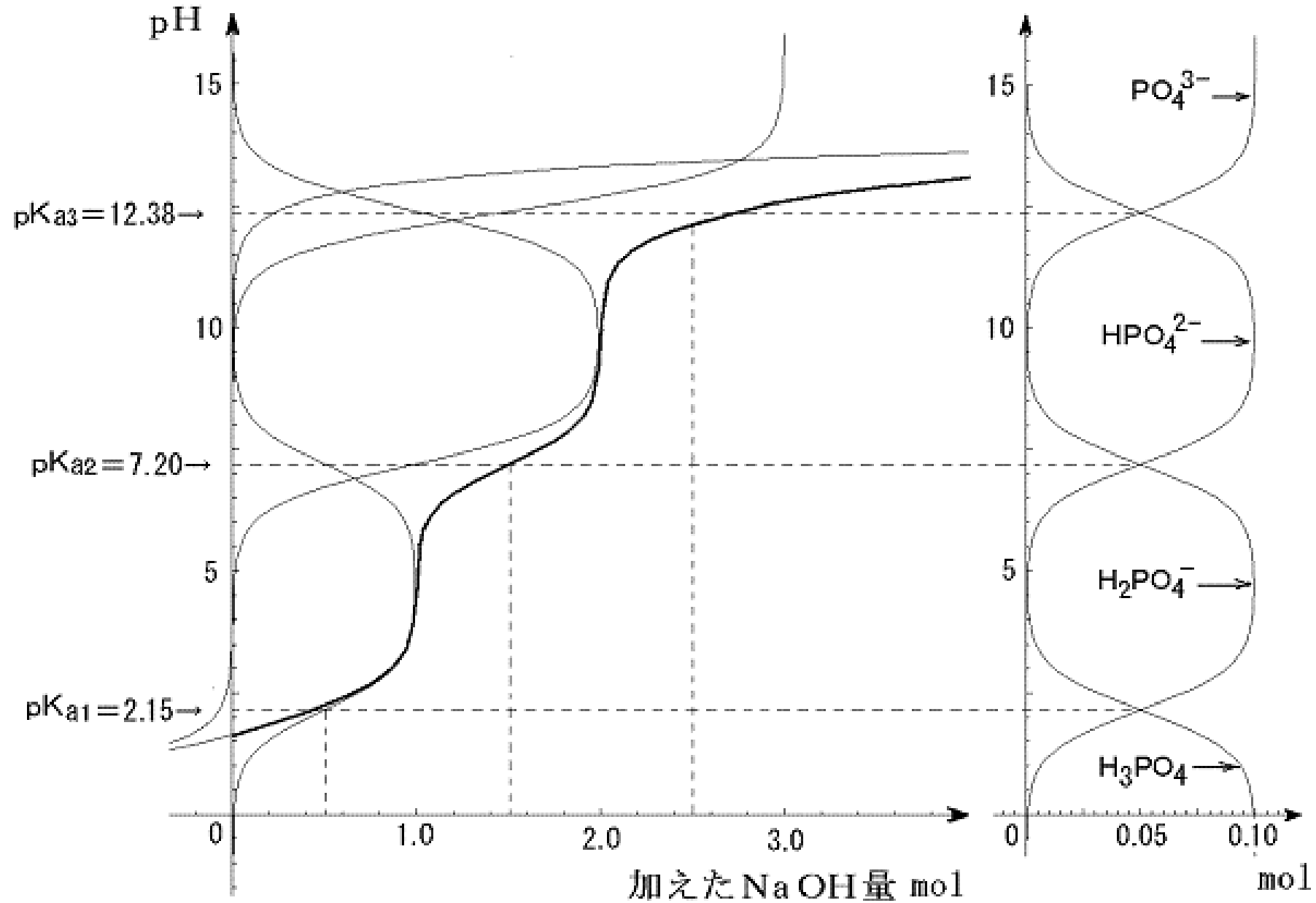


の2種のイオン種のため、 $n=2$

$$pK'_a = pK_a - (2n-1) \left\{ \frac{0.5\sqrt{I}}{(1+\sqrt{I})} - 0.1I \right\}$$
$$= 7.20 - 0.34 = 6.86$$

I	I ^{1/2}	補正值
0.035	0.187083	0.231572
0.04	0.2	0.244
0.045	0.212132	0.255311
0.05	0.223607	0.265695
0.06	0.244949	0.284214
0.07	0.264575	0.300363
0.08	0.282843	0.314659
0.09	0.3	0.327462
0.1	0.316228	0.339029
0.2	0.447214	0.41465
0.3	0.547723	0.453574
0.4	0.632456	0.475086
0.5	0.707107	0.486232

リン酸緩衝液

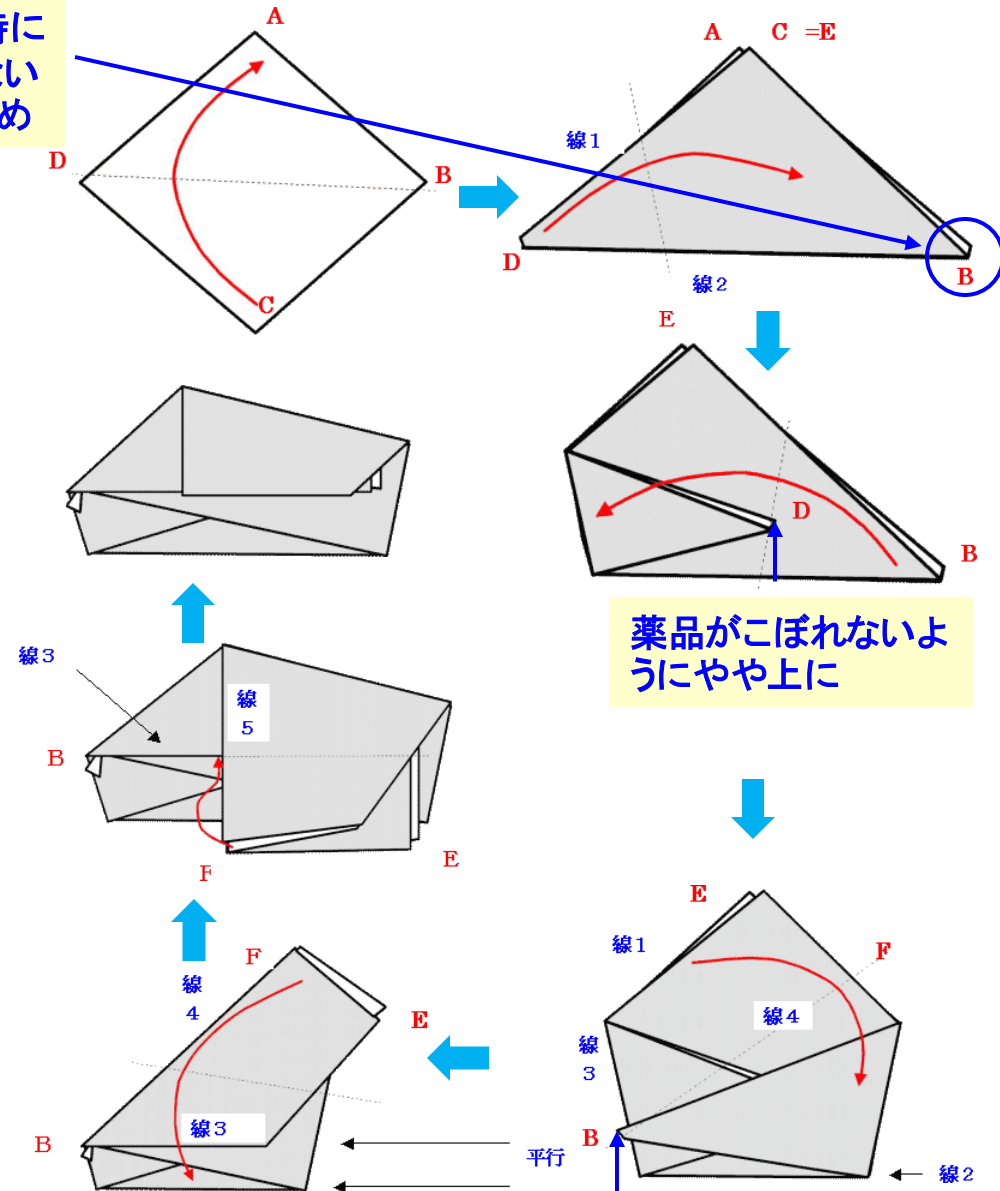
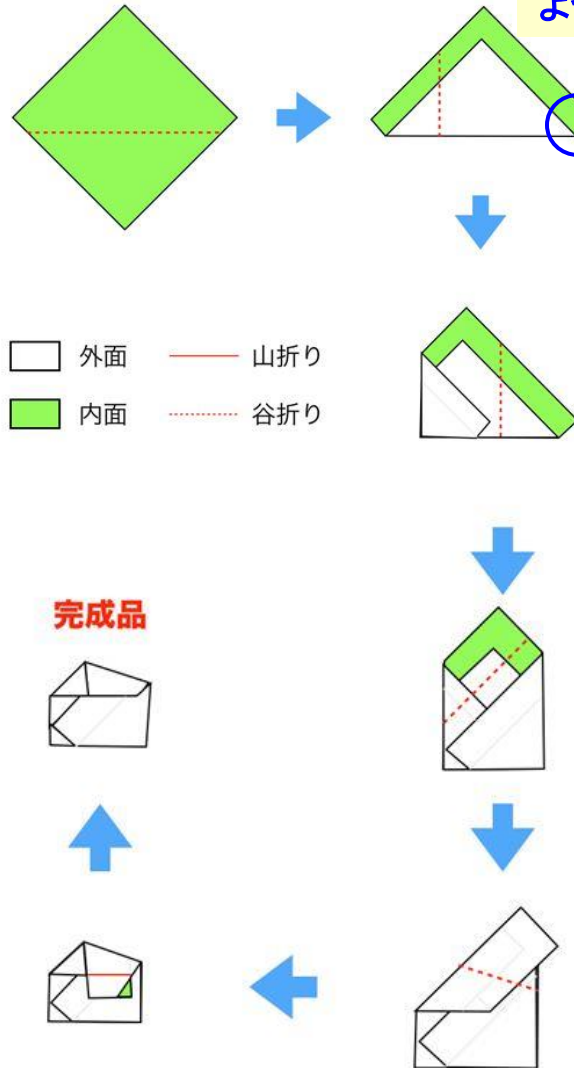


リン酸塩緩衝液を調製

× 調整

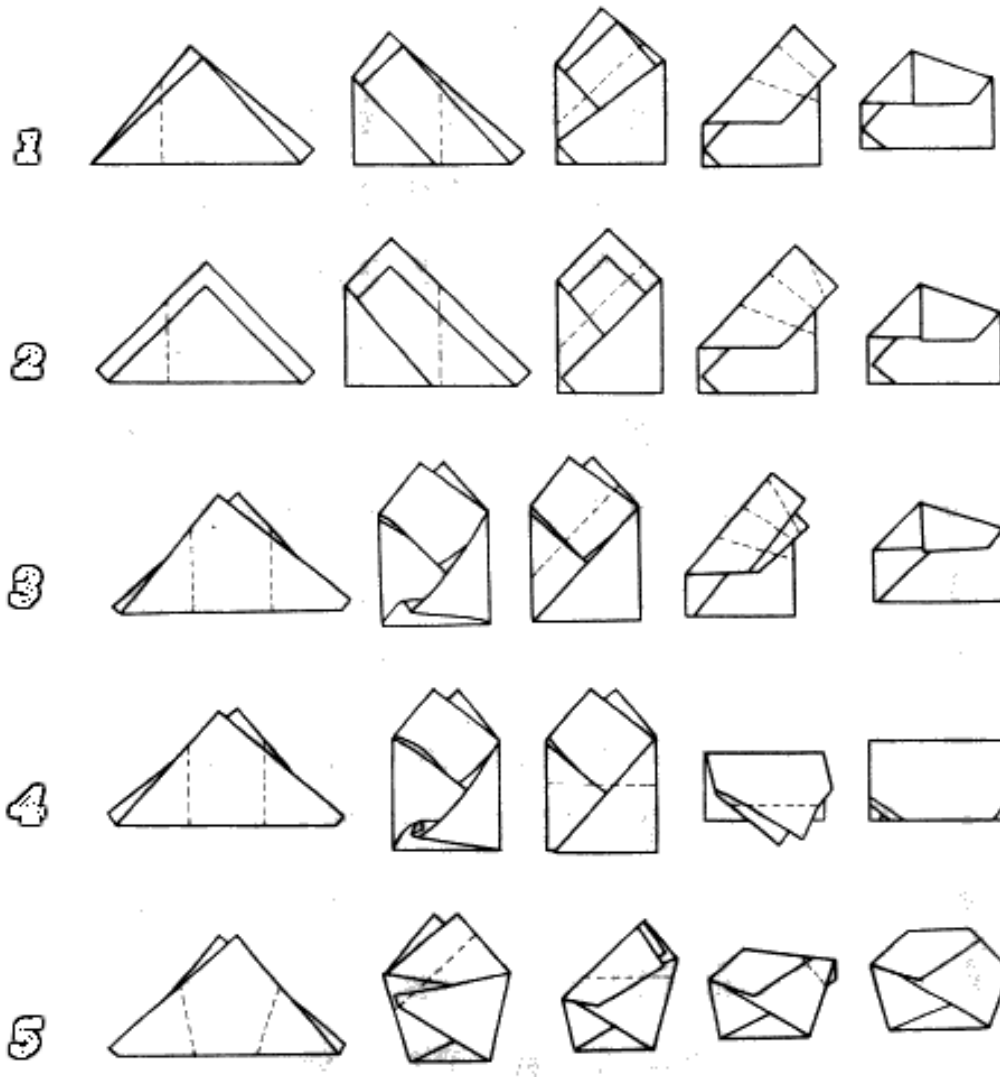
実習2-2 薬包紙の折り方

薬品を注ぐ時に
こぼれおちない
ようにするため



実習2-2 薬包紙の折り方

上記方法以外にも種々あります



紙質:パラフィン(ケーキなどの下に敷いてある紙。半透明でツルツルしている) → 油っぽいもの・潮解しやすいものなどを計り取る時

色:白(普通つかうもの)

赤(外用薬)

青(頓服)

遮光する薬の時は先ず白紙を置き、その上に**赤**紙を重ね、二枚重ねで折る。

リン酸塩緩衝液を調製

実習2-3 下表濃度の100mL水溶液を調製するため、薬品を秤量する。
秤量値を計算してください。

薬品名	化学式	分子量[g/mol]	濃度[mol/L]	100mL調製に必要な秤量値[g]
リン酸二水素カリウム	KH_2PO_4	136.09	0.025	
リン酸水素二ナトリウム	Na_2HPO_4	141.96	0.025	

注) mol/L=M mol (mole)はSI単位、 M(molar)はSI単位ではない

計算 推奨: 単位と一緒に計算すると間違えない

$$\begin{aligned} \text{リン酸二水素カリウム} \quad & \frac{136.09 \text{ g}}{\cancel{\text{mol}}} \times \frac{0.025 \cancel{\text{mol}}}{\cancel{\text{L}}} \times \frac{100 \times 10^{-3} \text{ L}}{1} = 0.3402 \text{ g} \\ \text{リン酸水素二ナトリウム} \quad & \frac{141.96 \text{ g}}{\cancel{\text{mol}}} \times \frac{0.025 \cancel{\text{mol}}}{\cancel{\text{L}}} \times \frac{100 \times 10^{-3} \text{ L}}{1} = 0.3549 \text{ g} \end{aligned}$$

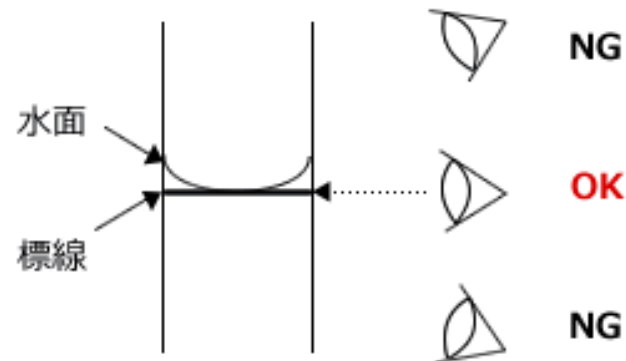
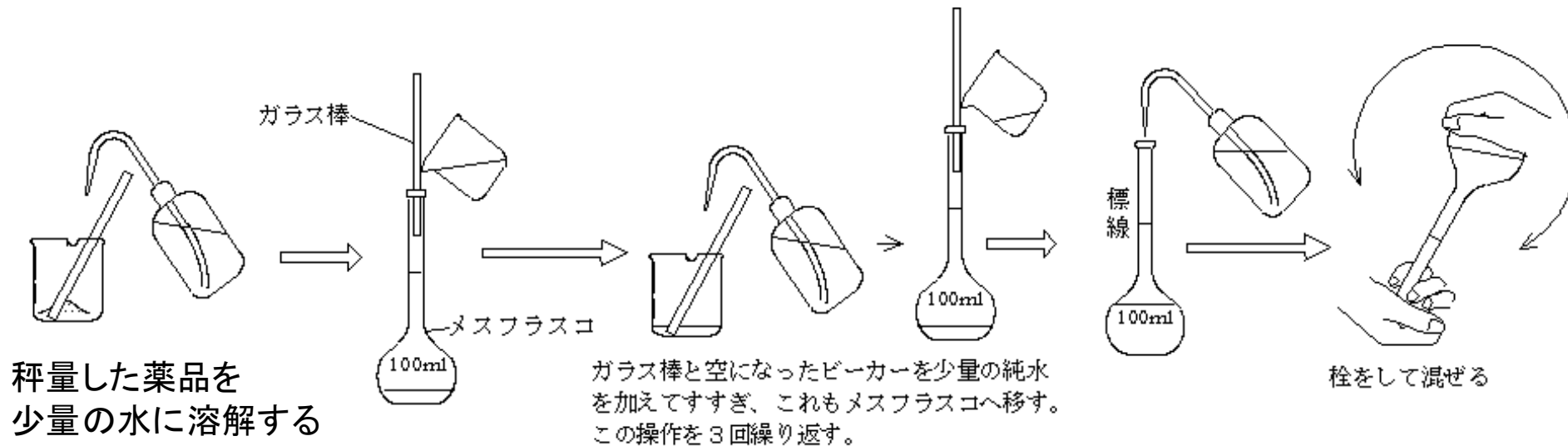
秤量値

実習2-4 秤量

薬品名	秤量値[g]
リン酸二水素カリウム	
リン酸水素二ナトリウム	

リン酸塩緩衝液を調製

実習2-5 秤量した薬品を精製水で溶解し、メスアップして100mLとする



表面張力があるため、水面は左図のように湾曲している。標線が水面の最も低くなっているところと一致するまで蒸留水を加える。この際、必ず標線を真横から見る。

実習2-6 調製した緩衝液のpHを測定する

実習2-6-1 希釈の効果確認

- ①緩衝液を約50mL及びマグネットをビーカーに入れ、pH電極をセットして、スターラーで攪拌して、pH値を読み取りイニシャルとして記録する。
- ②精製水約50mLをビーカーに入れ、pH値を読み取り記録する。
- ③精製水約150mLをさらにビーカーに入れ、pH値を読み取り記録する。

実習2-6-2 酸添加の効果確認

- ①緩衝液を約50mL及びマグネットをビーカーに入れ、pH電極をセットして、スターラーで攪拌して、pH値を読み取りイニシャルとして記録する。
- ②0.1MHCl溶液を○mLをビーカーに入れ、pH値を読み取り記録する。
- ③ 0.1MHCl溶液を○mLをさらにビーカーに入れ、pH値を読み取り記録する。

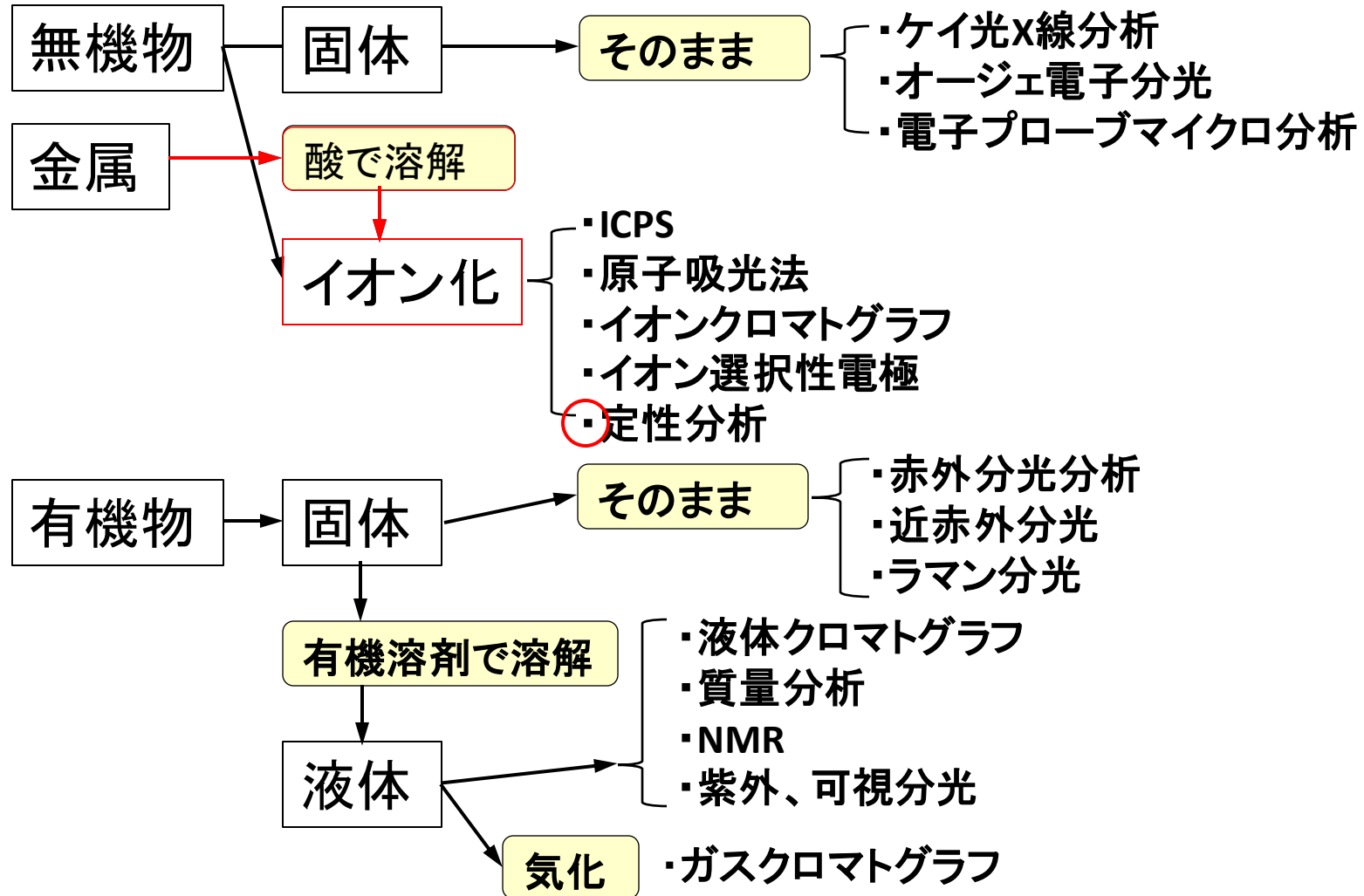
	pH			
	イニシャル	精製水50mL 添加し、100ml	精製水50mL 添加し、150mL	精製水150mL 添加し、300mL
リン酸緩衝液				

	pH			
	イニシャル	0.1MHCl ○mL	0.1MHCl ○mL	0.1MHCl ○mL
リン酸緩衝液				

実習3 化学反応

実習3-1 工程内で発見した黒色異物の分析法

Q3. 考えられる分析法を挙げてください



実習3-1 工程内で発見した黒色異物の分析法

黒色異物が鉄(Fe)かどうかを確認する



プルシアンブルー (Prussian blue)

ベルリンブルー (Berlin blue)

用途: 印刷インキ、絵具、塗料

[手順]

- ① 黒色異物に希塩酸を滴下する
- ② フェロシアン化カリウム溶液を滴下する
- ③ 青色 に変色することを確認する

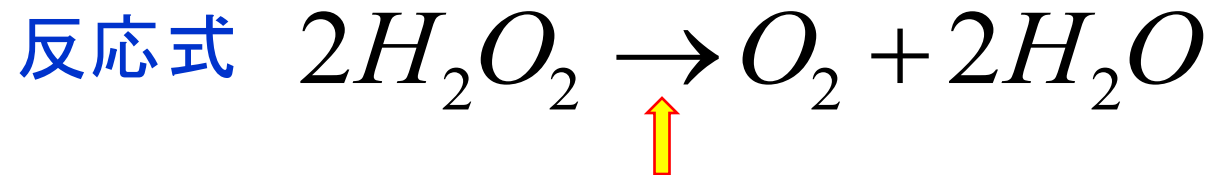
鉄異物の原因

- ・製造機器のサビ
- ・エージレスなどの脱酸素剤
- ・グリース類

実習3-2 製品付着の毛髪、虫あるいはカビはどの工程で混入したか？

滅菌工程の前か後がわかる ←なぜ？

ヒント： 怪我の消毒薬(3%過酸化水素水)



酵素「カタラーゼ」

生物にはカタラーゼという酵素が含まれている。 死んでからしばらくは有しているが、加熱処理あるいは時間をおくと失活する

毛根にカタラーゼ有

[手順]

- 
- ①発見された毛根、虫あるいはカビに過酸化水素水を滴下
 - ②気泡発生の有無を確認
 - ③気泡発生→滅菌後工程で混入、 気泡無し→滅菌前工程で混入

実習4 分離

装置： ○○クロマトグラフ

図： ○○クロマトグラム

方法	分離するもの
液体クロマトグラフィー High Performance Liquid Chromatography (HPLC)	有機物、合成高分子、生体高分子、錯体
Ultra Performance LC (UPLC®)	同上
イオンクロマトグラフィー Ion Chromatography (IC)	イオンや極性分子のような電荷をもつ分子を分離
薄層クロマトグラフィー Thin-Layer Chromatography (TLC)	有機物、天然物
ペーパークロマトグラフィー Paper chromatography	色素など
ガスクロマトグラフィー Gas Chromatography (GC)	ガス状物質、気化可能な物質

分離＝クロマトグラフィー

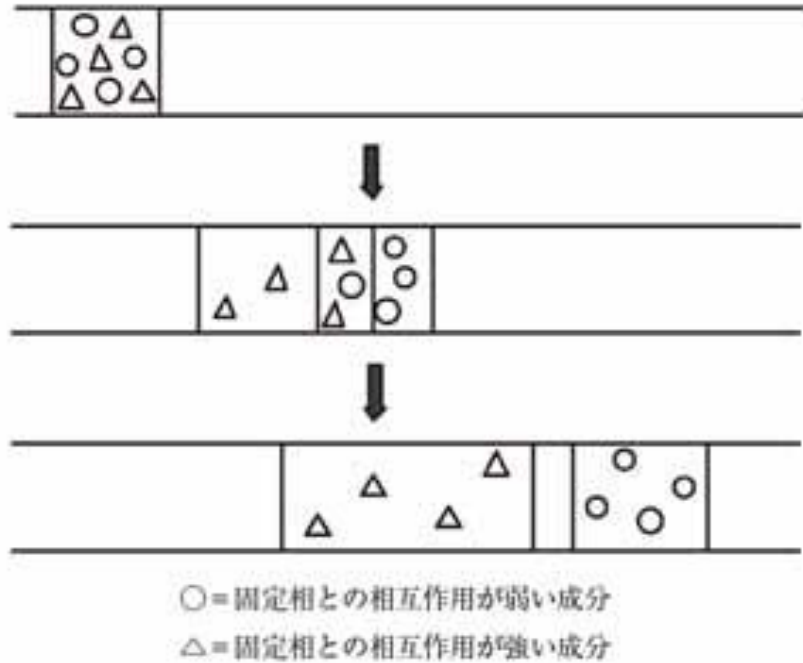
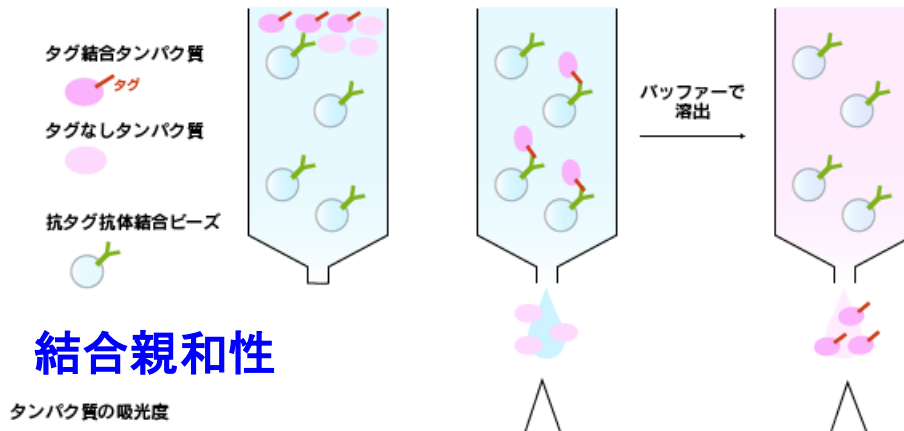
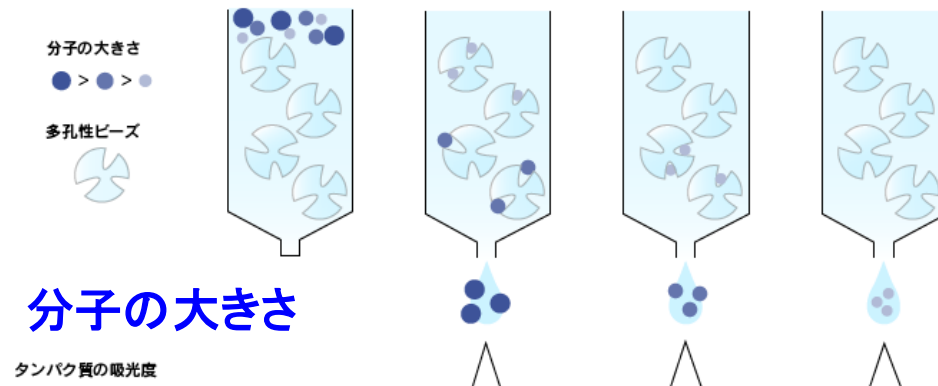
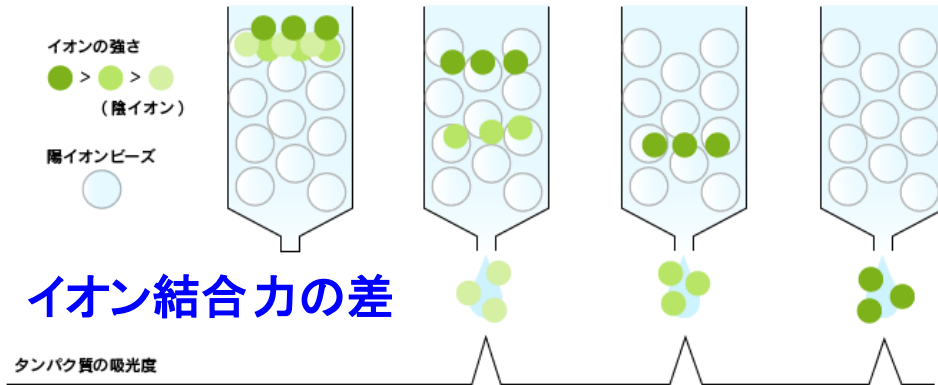
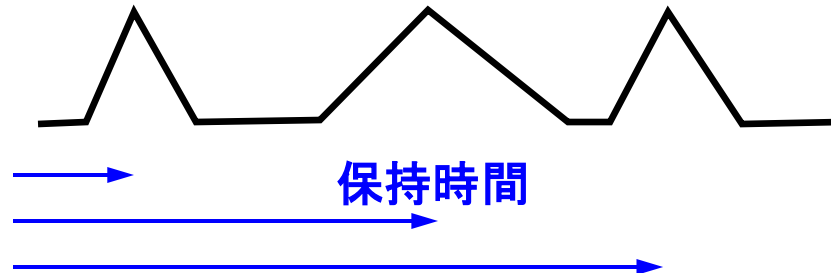


図1 固定相中での各成分の分離

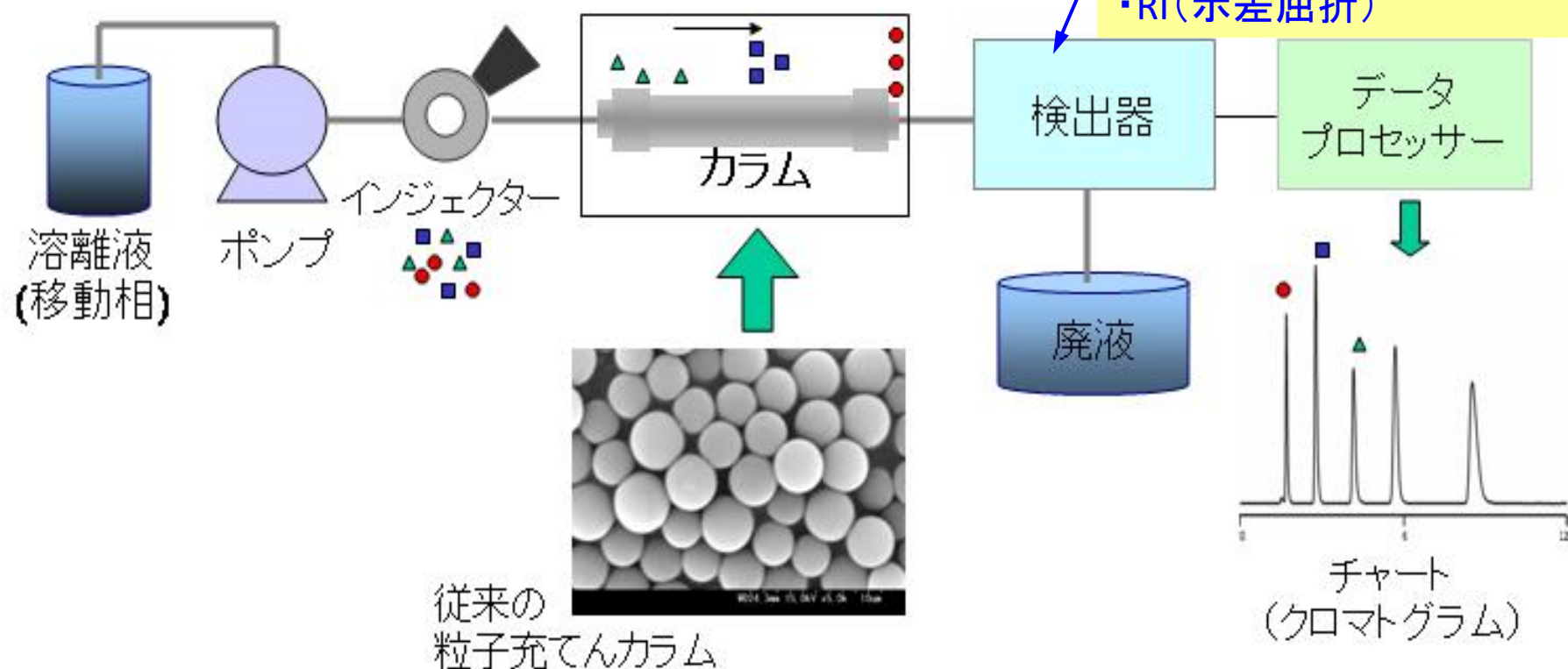
クロマトグラム



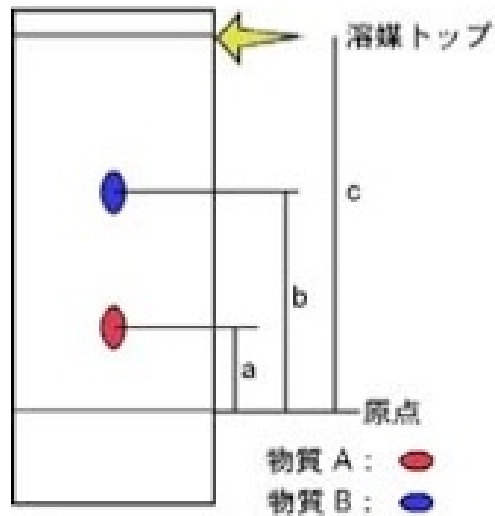
高速液体クロマトグラフィー(HPLC)とは？

(High Performance Liquid Chromatography)

送液 → 試料注入 → 分離 → 検出 → 解析



ペーパークロマトグラムによる分離



Rf 値

物質A: $Rf_A = a/c$

物質B: $Rf_B = b/c$

Rf_A と Rf_B の違いは、物質とろ紙との親和性の違いによる

実習4-1 水性インクは単一成分か？

[手順]

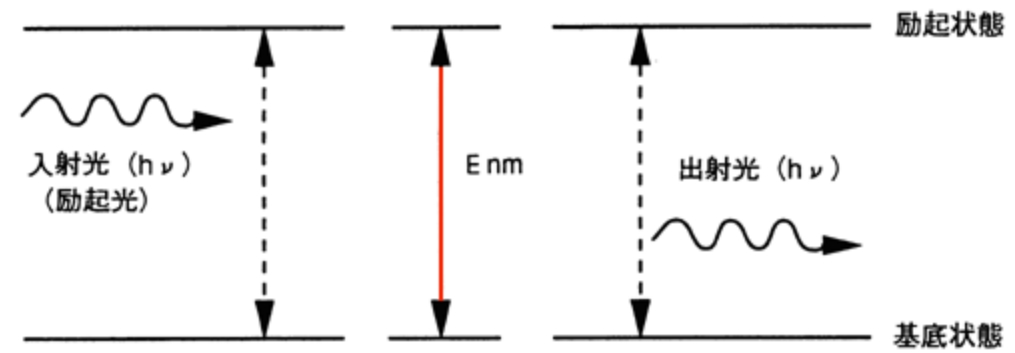
- ①ろ紙の原点に水性インクでスポット状に印をつける
- ②ろ紙下端を水につける
- ③溶媒トップの位置が飽和してきたら、引き出しRf値を算出する

実習5 検出

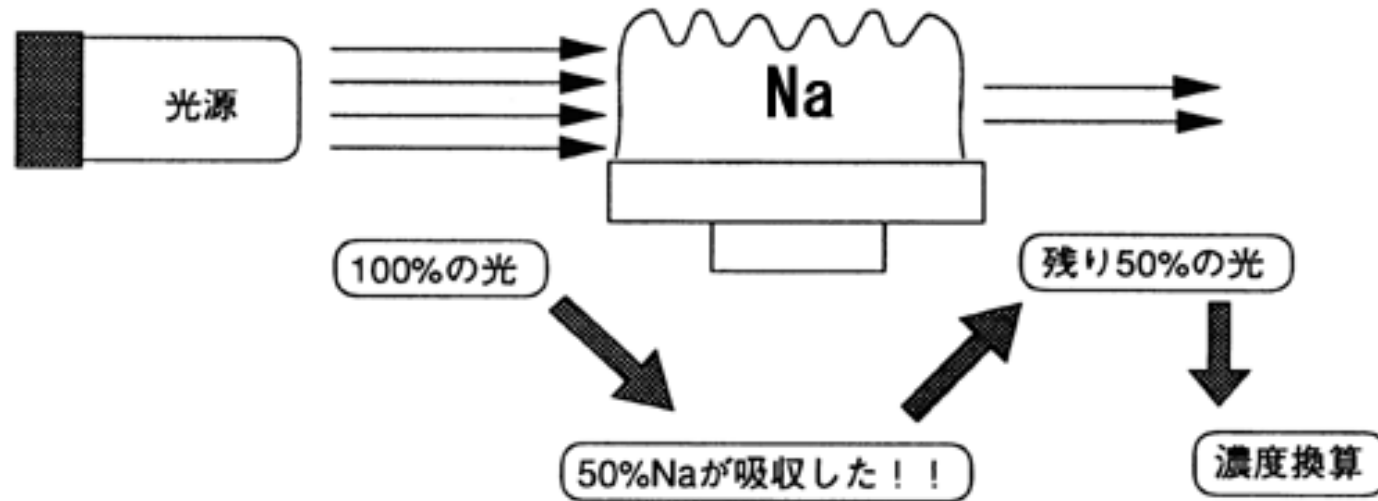
原子吸光光度法

ICP

の原理



光の吸収と放出（自然放出）



実習5-1 炎色反応

元素名	色
Na(ナトリウム)	黄色
Cu(銅)	緑色
Li(リチウム)	赤色
Sr(ストロンチウム)	紅色
B(ホウ素)	緑色

[手順]

- ①メタノールにホウ素を溶解する
- ②メラニンスポンジを芯として浸漬する
- ③チャッカマンで火をつけ、色を観察する

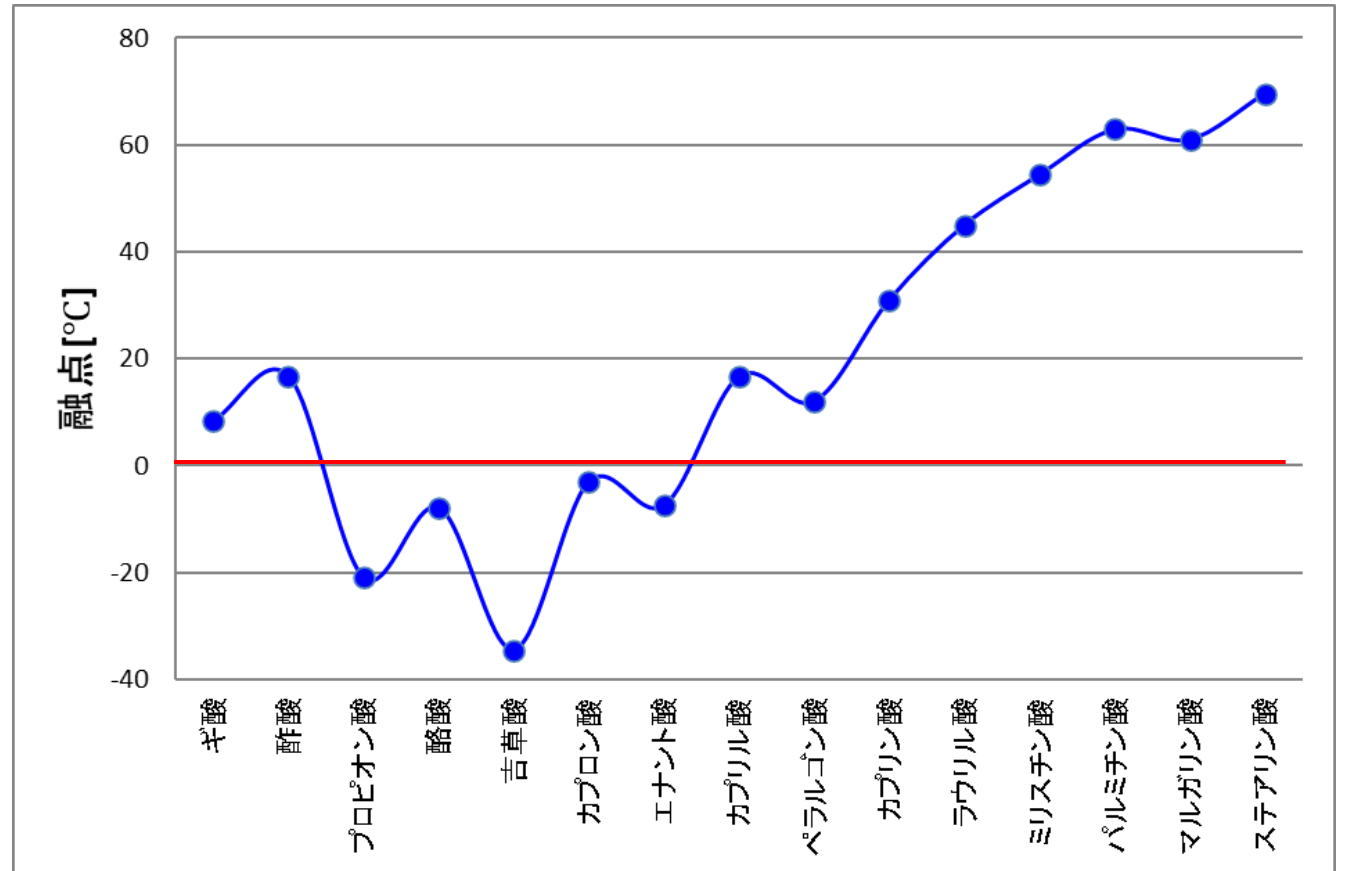


“リアカー 無き K村 動力 借ると するも、くれない 馬力 “
(Li赤) (Na黄) (K紫) (Cu緑青) (Ca橙) (Sr紅) (Ba黄
銅)

ステアリン酸は液体か？

ヒント $CH_3(CH_2)_{16}COOH$

化学式	一般名	融点	状態	臭いなど	用途
HCOOH	ギ酸	8.4	液体	蟻に由来	
CH ₃ COOH	酢酸	16.7	液体		
CH ₃ CH ₂ COOH	プロピオン酸	-21	液体	不快臭	
CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH	酪酸	-7.9	油状	不快臭	バター、チーズ、銀杏に含有
CH ₃ (CH ₂) ₃ COOH	吉草酸	-34.5	液体	不快臭	イソ吉草酸は足の裏の匂い
CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH	カプロン酸	-3	液体	ヤギの体臭	バターに含有
CH ₃ (CH ₂) ₅ COOH	エナント酸	-7.5	油状	腐敗臭	銀杏に含有
CH ₃ (CH ₂) ₆ COOH	カプリル酸	16.7	油状		ココナッツオイル、母乳に含有
CH ₃ (CH ₂) ₇ COOH	ペラルゴン酸	12	油状	加齢臭	
CH ₃ (CH ₂) ₈ COOH	カプリン酸	31	油状		バター、ココナッツオイルに含有
CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH	ラウリル酸	45	固体		石鹸、シャンプー
CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH	ミリスチン酸	54.4	固体		ヤシ油、パーム油、ローション
CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	パルミチン酸	62.9	固体		ラード
CH ₃ (CH ₂) ₁₅ COOH	マルガリン酸	61	固体		マーガリン
CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	ステアリン酸	69.6	固体		動植物 脂肪に含有



実習6 脱酸素剤の効果

[原理]

鉄が錆びる時に酸素を吸収する

酸素で編成する輸液やプレフィルドシリンジあるいはカビを防止する医療機器の包装内で使用



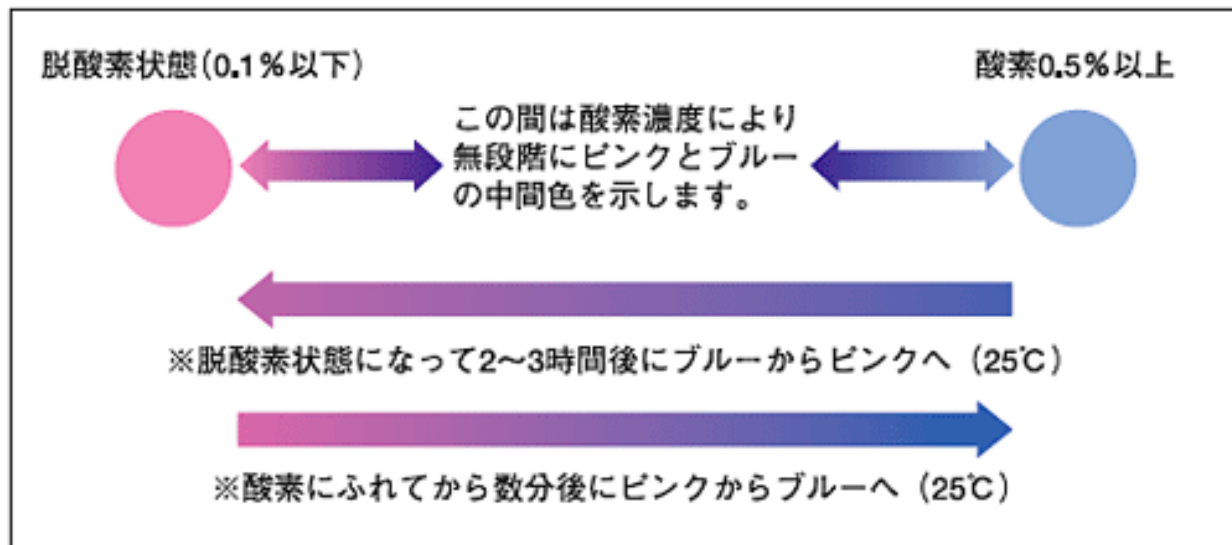
エージレス(三菱ガス化学)

エージレスアイ

エージレスが働いているかを確認するために用いる

脱酸素状態の色は？

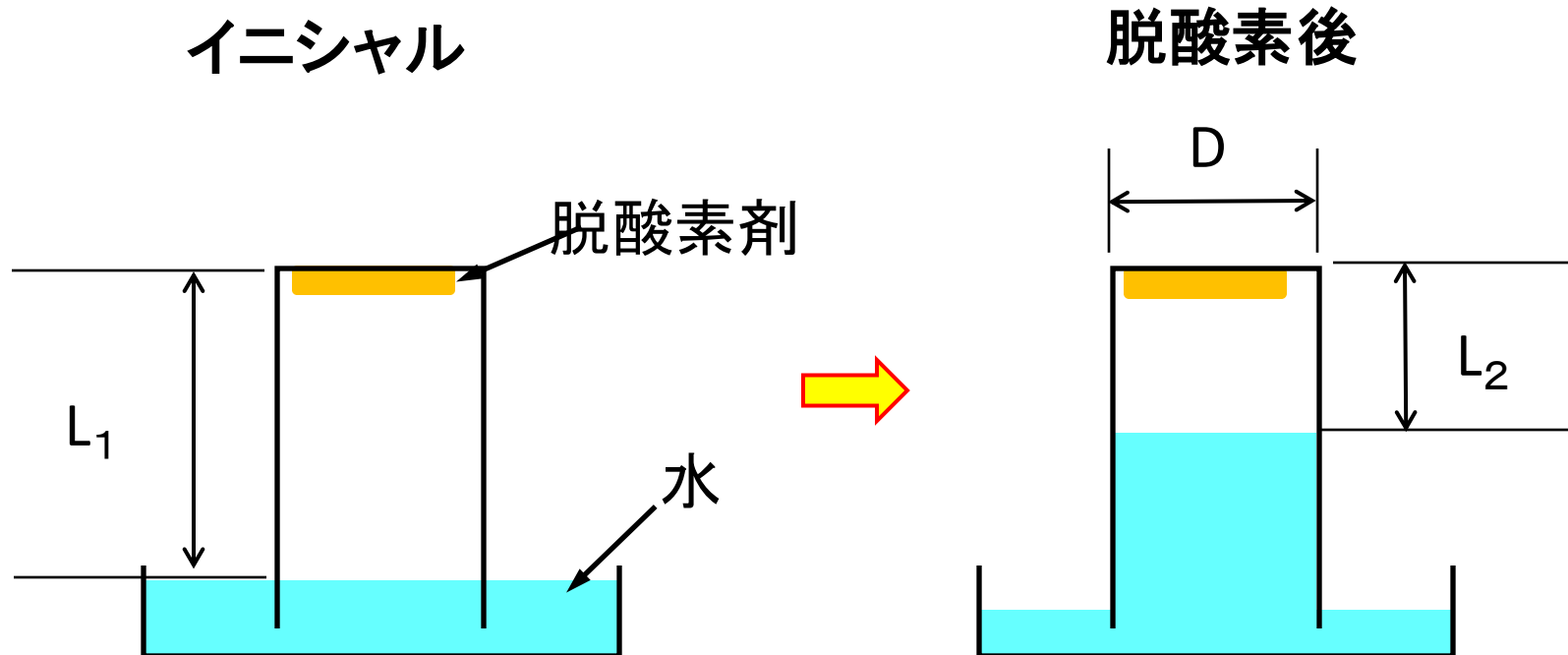
ピンク
ブルー



実習6-1 脱酸素剤の酸素吸収速度

[手順]

- ①容器の内径及び L_1 を計測して脱酸素剤前の体積を算出する。
- ②時間を追って L_2 を計測して脱酸素中の体積を算出し、経時変化をプロットする。



実習7 異物検査

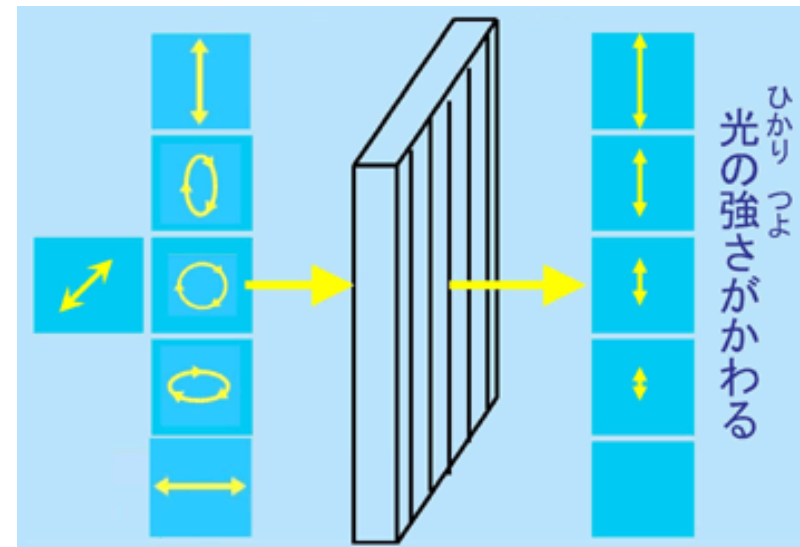
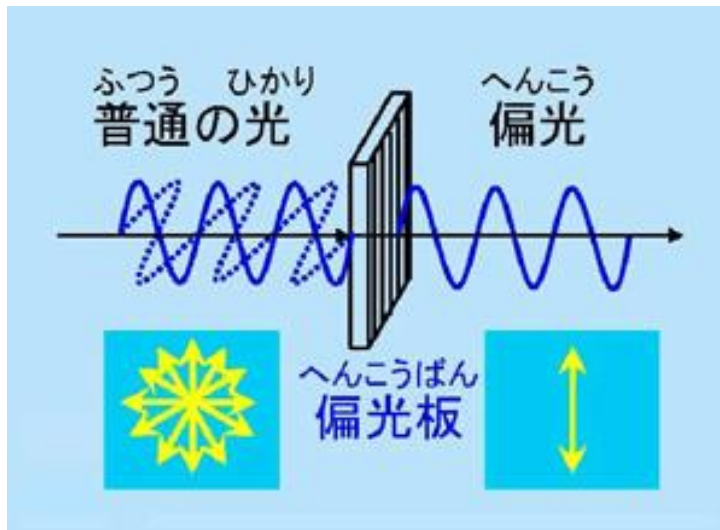
透明シート上に透明な異物があると目視では見つけられない

Q. どうしますか？



偏光を利用して異物を検知する

偏光とは



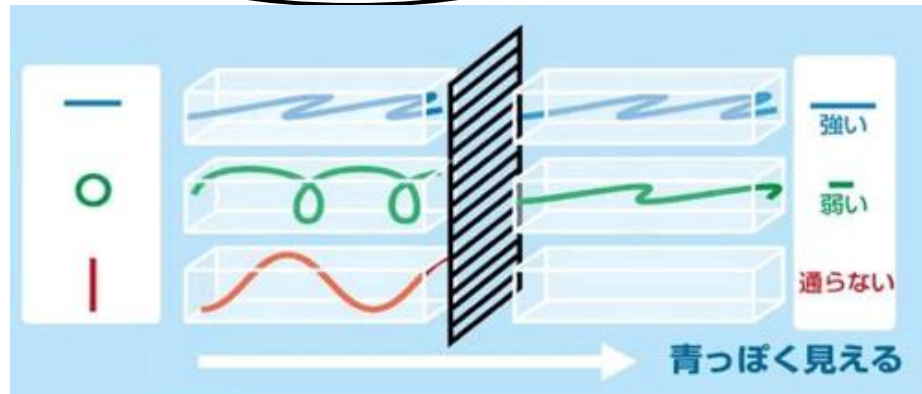
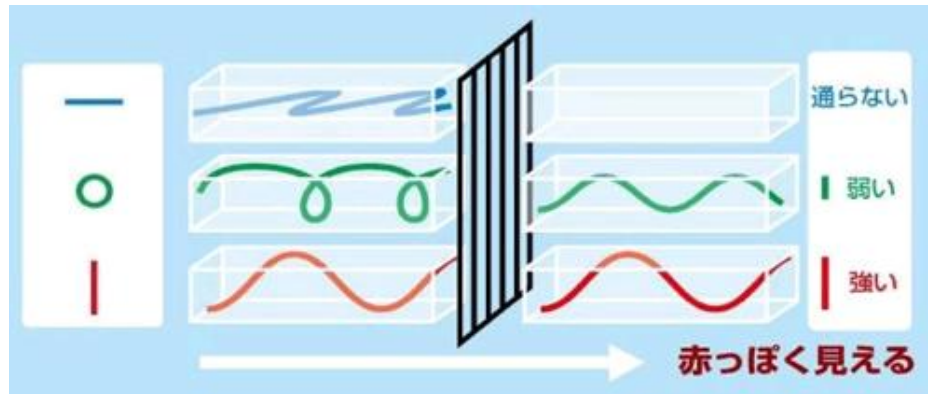
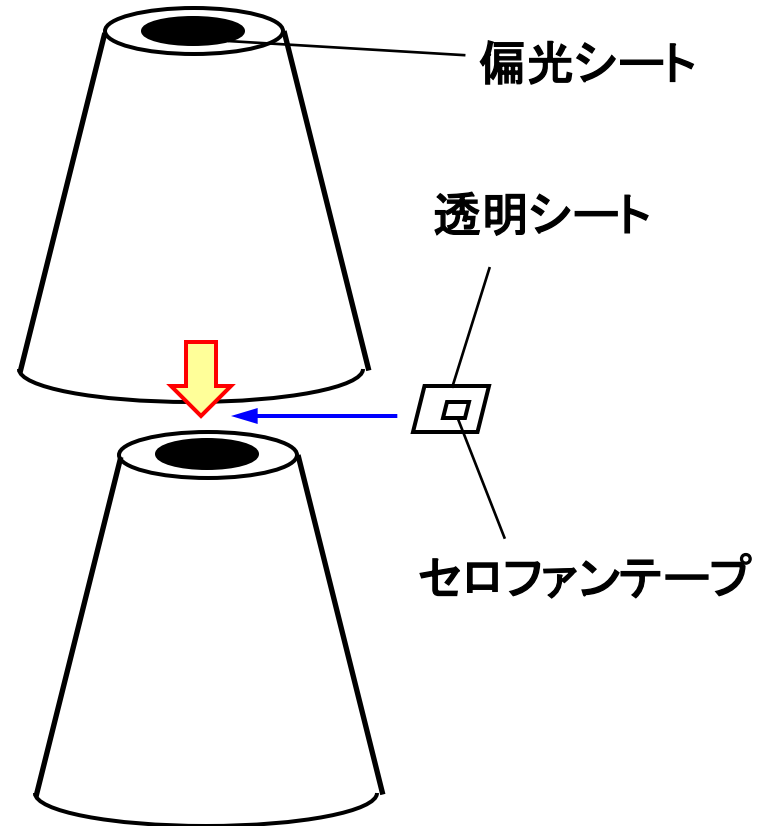
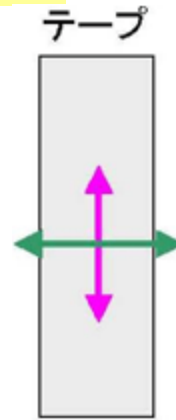
実習7 透明シート上の透明異物を見つける

[手順]

- ①透明シートにセロハンテープを貼る
- ②2枚の偏光シートで透明シートを挟み、光にかざして見る



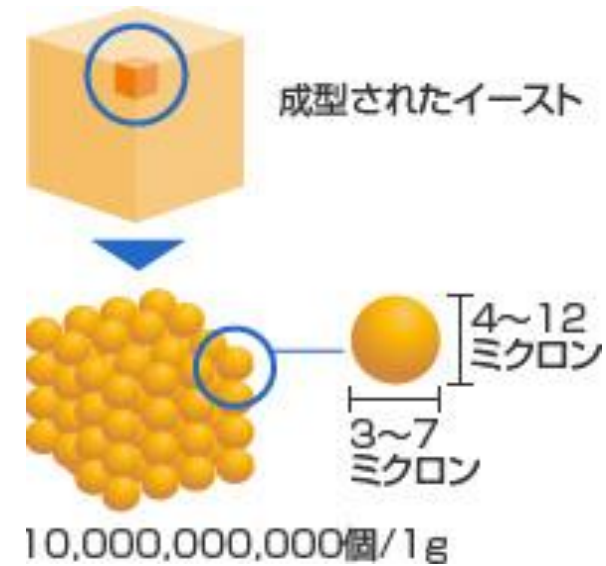
セロファンテープは方向により屈折率が異なるため、光の波長により通過する速度が変化し、以下のようなになる



実習8 微生物の増殖スピード

[手順]

- ①小麦粉、砂糖、お湯及びイースト菌をポリ袋に入れる
- ②手で熱を感じるまでこねる
- ③オリーブ油を入れて、取り出しやすくした後トレイ上に取り出し、出来るだけ平らにする
- ④温度計を差し込み、定規を立てる
- ⑤温度及び定規で膨張した高さを計測する



膨らむ理由

熱の理由

実習9 試薬の安全性

<https://www.youtube.com/watch?v=iwOZ3Ywr1g8>

[硫酸の特徴]

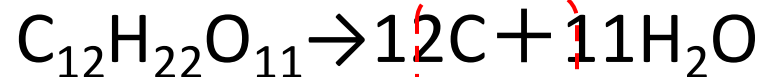
- ・強い酸(相手にプロトンを強く渡そうとする)
- ・希硫酸は強酸、濃硫酸は弱酸(←電離していないので)
- ・吸湿性(→デシケータで用いられる)
- ・水への溶解熱大
- ・水の密度<硫酸の密度 →硫酸の上に水が浮く → 水が沸騰

注) 希釈時は、水に硫酸を注ぐ(硫酸が沈み、溶解熱も分散)

- ・硫酸は不揮発酸
- ・脱水作用

炭化

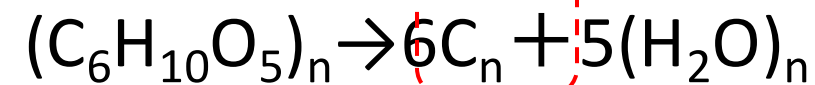
ショ糖



グルコース



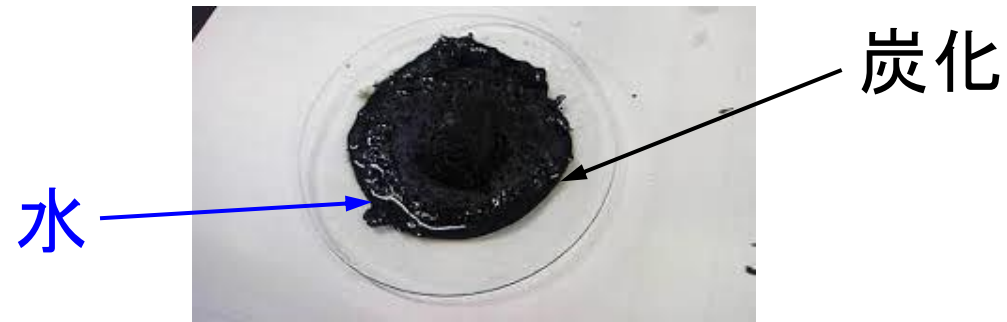
セルロース



実習9 硫酸は危険！！ 注意

実習9-1 紙に硫酸を1滴 滴下して、経時変化を観察

実習9-2 ブドウ糖に硫酸を1滴 滴下して、経時変化を観察



- ・希硫酸であっても、濃縮されるので拭き取った紙はゴミ箱に直接捨てない
- ・付着したら、直ぐに十分な水で洗い落とす

硫酸以外にも**危険な薬品**は多数あります。

フッ化水素 皮膚に接触すると、体内に容易に浸透し、
骨を侵す

水酸化ナトリウム タンパク質を溶かしますので、目に入
った場合、直ぐに水洗しないと失明

ケミカルハザード薬品

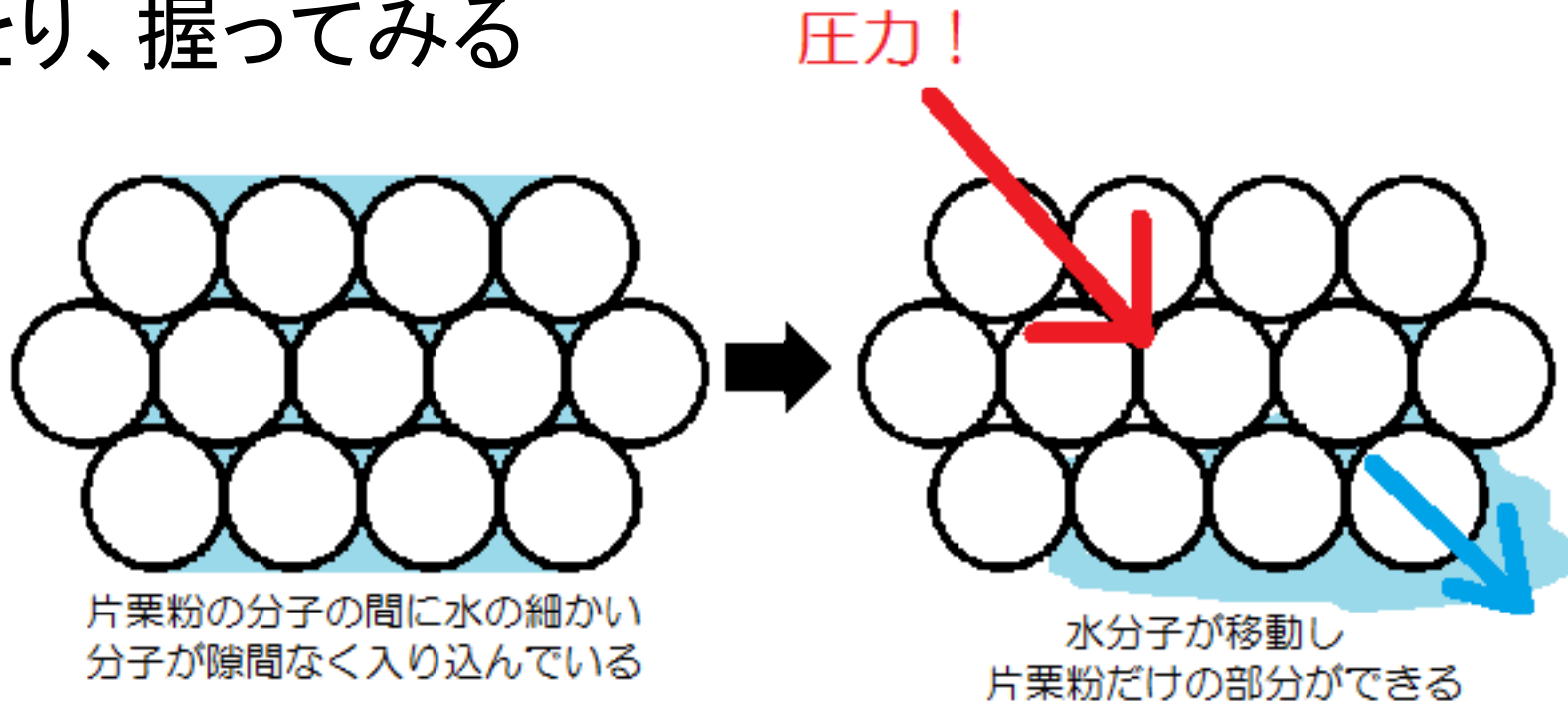
今後、提携先と**抗がん剤**を取り扱うことも出て来ますので、
注意しましょう。

上記以外にも、たくさんありますので、各事業所で聞いてく
ださい

ダイラタンシー

ダイラタンシー（英: dilatancy）とは、ある種の混合物が示す、**遅いせん断刺激**には**液体**のように振る舞い、より**速いせん断刺激**に対してはあたかも**固体**のような抵抗力を発揮する性質

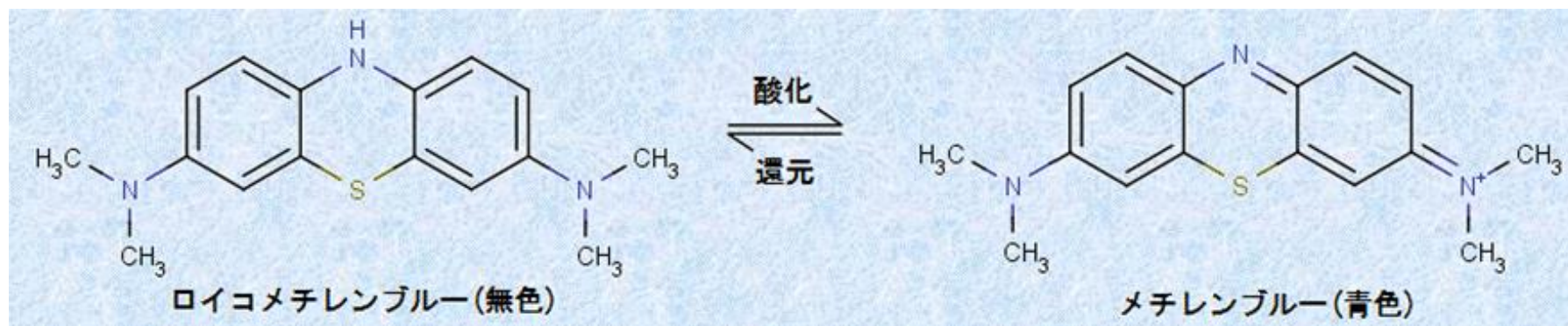
- ①片栗粉**2**に対して水**1**で混ぜる
- ②手にとり、握ってみる



振動する溶液

酸化反応： $\text{C}_{16}\text{H}_{19}\text{SN}_3 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{SN}_3^+ + \text{OH}^-$

還元反応： $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{SN}_3^+ + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 20\text{H}^- \rightarrow \text{C}_{16}\text{H}_{19}\text{SN}_3 + \text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_7^- + \text{H}_2\text{O}$

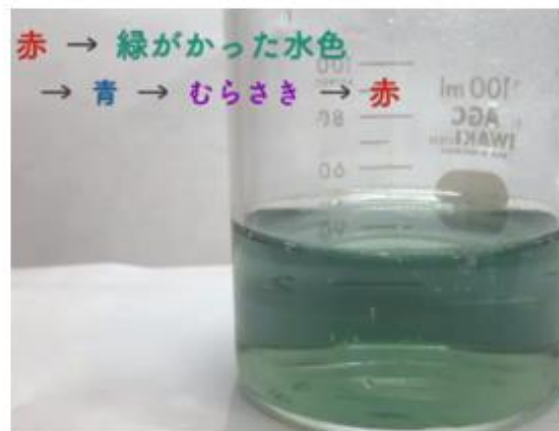


<https://www.youtube.com/watch?v=JwJr4nBPPMk>

ベロウソフ・ジャボチンスキー反応

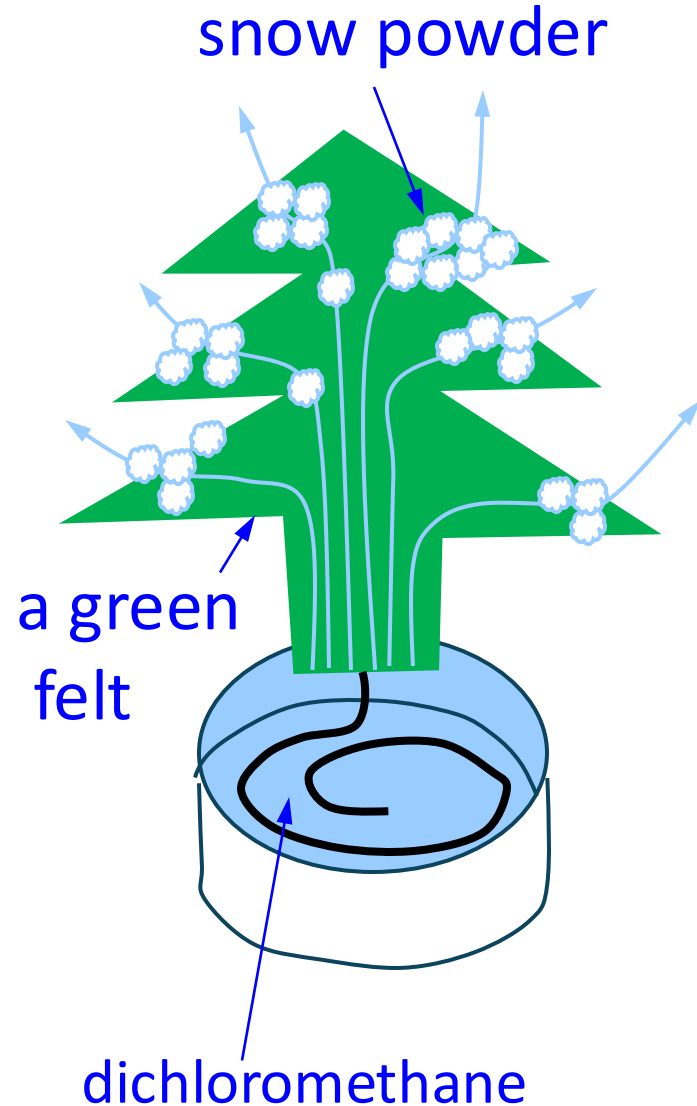


<https://www.youtube.com/watch?v=BZxGpwNMzts>



<https://www.youtube.com/watch?v=kJoTL3fp-Wo>

夏のクリスマスツリーに雪が降る

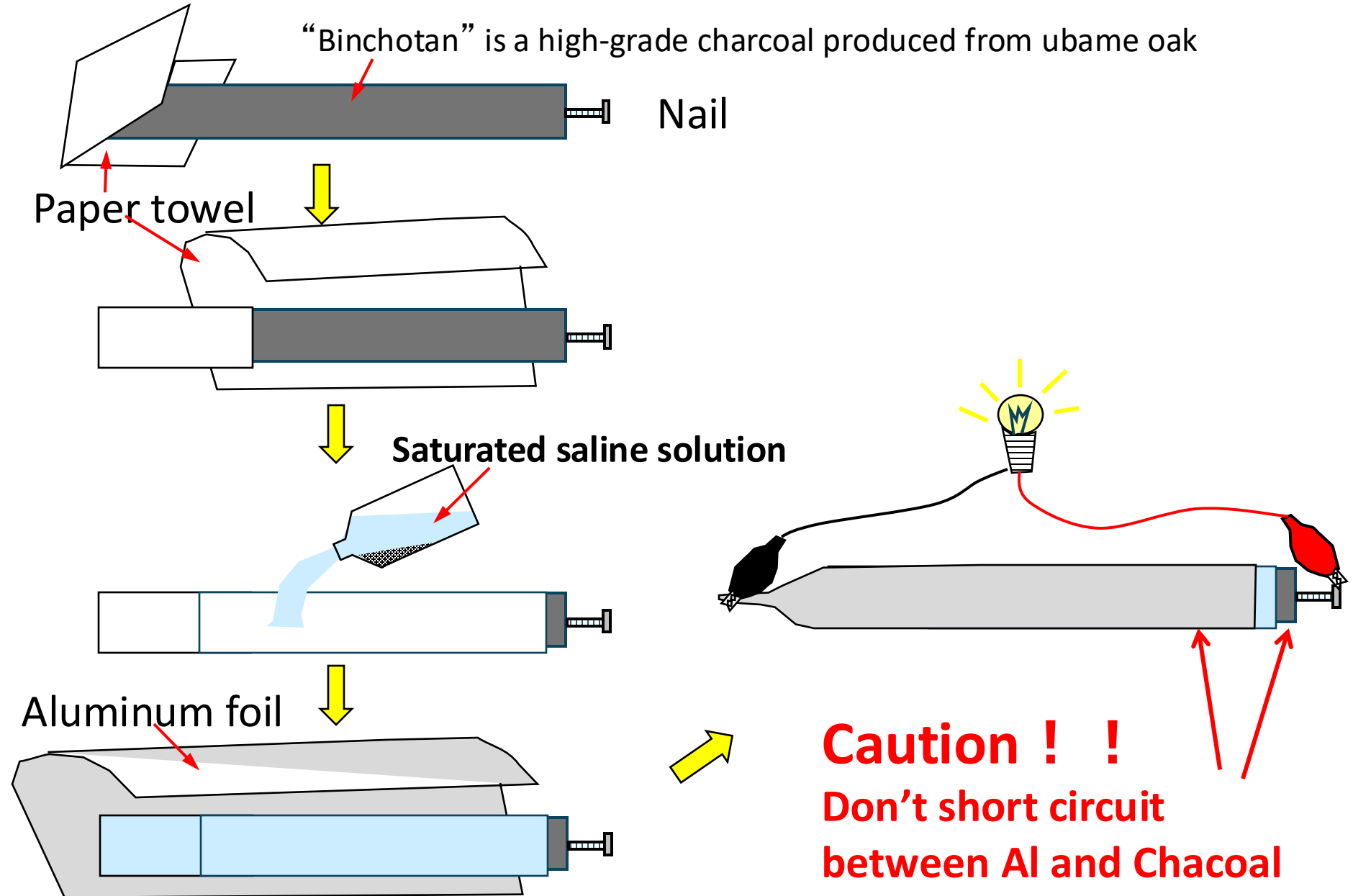


ジクロロメタンが緑のフェルト内の毛管現象により上昇して、ジクロロメタンの気化熱によりフェルト周囲の水蒸気の熱が奪われて、温度が降下する。この後、たくさんの雪のパウダーが現れる

溶媒 Solvent		雪形成 Formation of snow	降下温度 [°C] temperature reduction	蒸発熱 [kJ/mol] heat of vaporization	沸点 [°C] boiling point
エタノール ethanol	C ₂ H ₅ OH	×	9.8	38.6	78.3
クロロホルム chloroform	CHCl ₃	×	21.9	39.0	61.2
ジエチルエーテル diethyl ether	(C ₂ H ₅) ₂ O	○	32.7	26.5	34.4
ジクロロメタン dichloromethane	CH ₂ Cl ₂	○	32.0	28.0	40.2
ペンタン pentane	C ₅ H ₁₂	○	34.7	25.7	36.0
メタノール methanol	CH ₃ OH	×	17.5	35.2	64.6
アセトン acetone	(CH ₃) ₂ CO	×	22.0	29.0	56.3

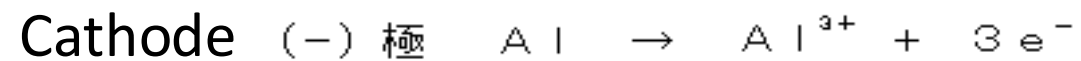
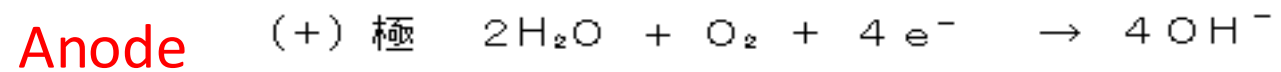
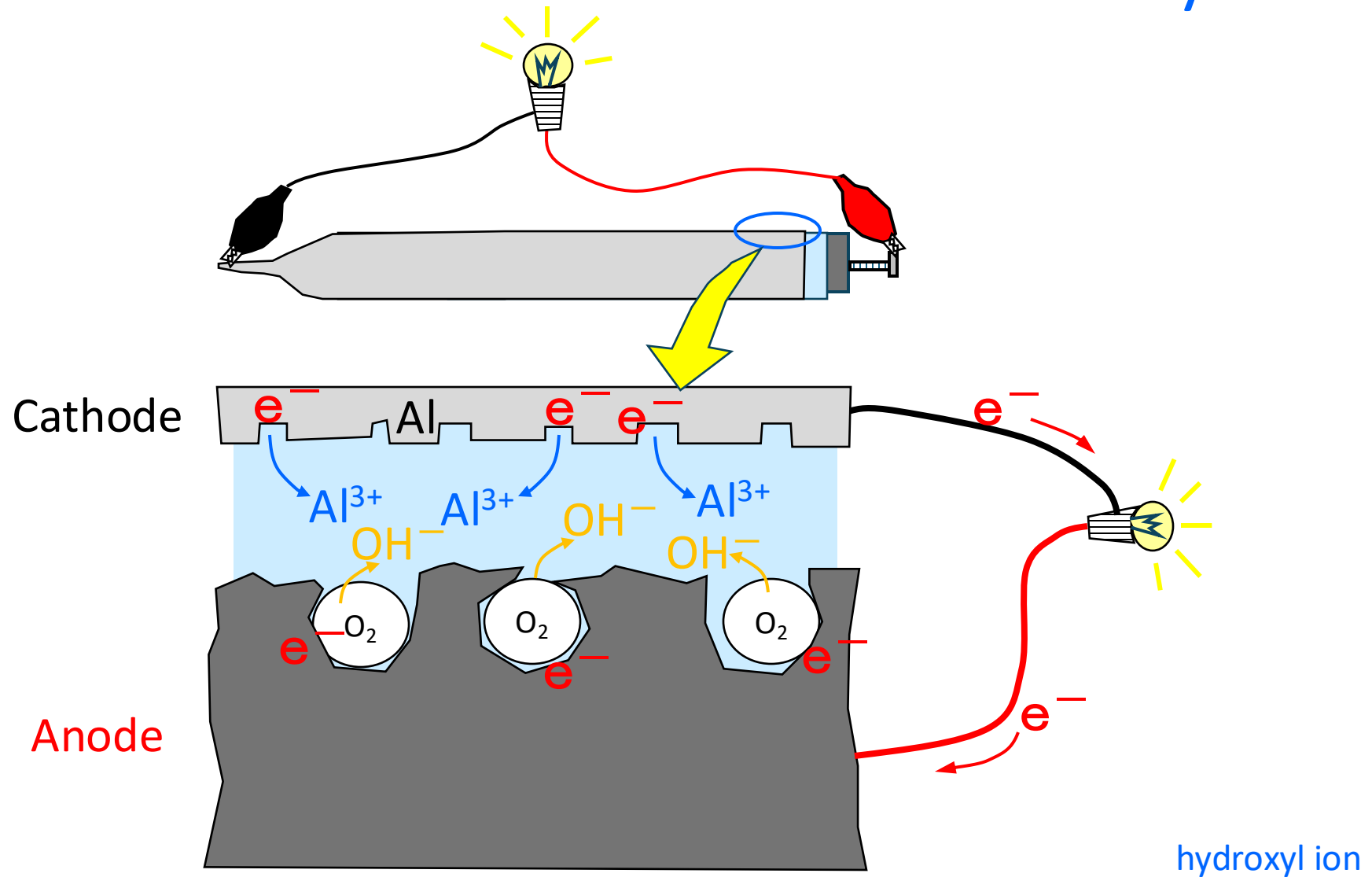
炭電池

<https://www.youtube.com/watch?v=CluBdyizOnA>



炭電池

A mechanism of a Charcoal battery



番外 危ない実験

<https://www.youtube.com/watch?v=9Lar7BeJx7Y>

https://www.youtube.com/watch?v=_XE5PxdNZDo

<https://www.youtube.com/watch?v=Vm34B3uNRuQ>

<https://evolvingbook.com/2018/11/11/chemical/>

金属ナトリウム: <https://www.youtube.com/watch?v=TtPUIVsIGu4>

池に投げ込む: <https://www.youtube.com/watch?v=SpoAOzDmndk>

臭素とアルミニウム: <https://www.youtube.com/watch?v=ZpQkgM0msj4>

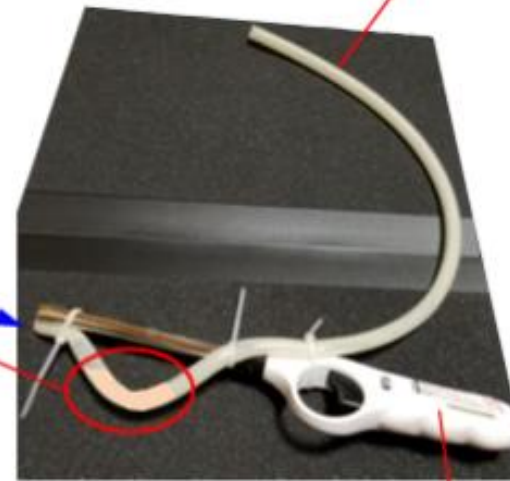
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ とKI: <https://www.youtube.com/watch?v=AcxHlpg-uGI>

水素ガスを石鹼水に入れてバブリング: <https://www.youtube.com/watch?v=ZmbVnWV7rmw>

火炎放射器の作り方



①石松子の粉末
をチューブの
赤丸の部分に
入れる



シリコンチューブ

チャッカマン



④石松子の粉末が勢いよく燃える

③石松子の粉
末が飛び出す



②チャッカマンで火をつけ、矢印から吹く

放射炎の移り変わり

