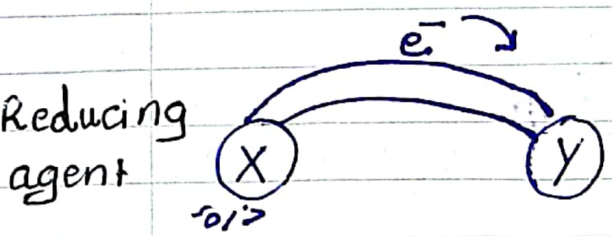
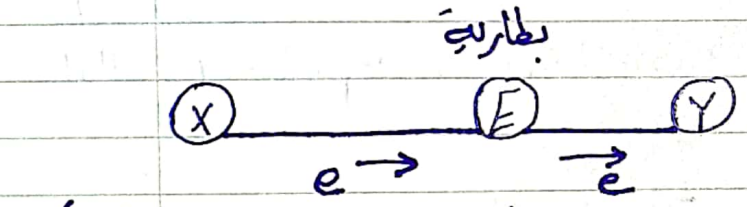
# Experiment (1)

## potentiometric Titration




عليه انتقال الكترونات من x إلى y
ولو ربطت هاي بجهاز راح يحسبلي
مرمه الجهد بين y و x

* عملية تحويل من Chemical reaction إلى Electricity ⇐




استخدمت البطارية (electricity) في توليد Chemical energe.
من خلال دفع الالكترونات من الذرة X إلى الذرة Y

* عملية تحويل من Electricity إلى Chemical reaction ⇐

⇐ تعد طريقة (potentiometric titration) مثال على Electrochemistry

هذه الطريقة تحتاج إلى indicator، لأنه فرق الجهد بين two electrodes راح يعطيلي التركيز تاع Analyte في Solution تاعي.

***Definitions:***

- **Electrochemistry:** Conversion of electrical energy (electricity) to chemical energy (chemical reaction) or vice versa.
- **Potentiometric titration:** A technique whereby the chemical reaction is converted to electrical energy. No indicator is used, instead the potential difference between two electrodes immersed in the analyte solution is measured after the successive addition of known increments of the titrant.

CamScanner

How can we utilize the chemical reaction to make electricity ?

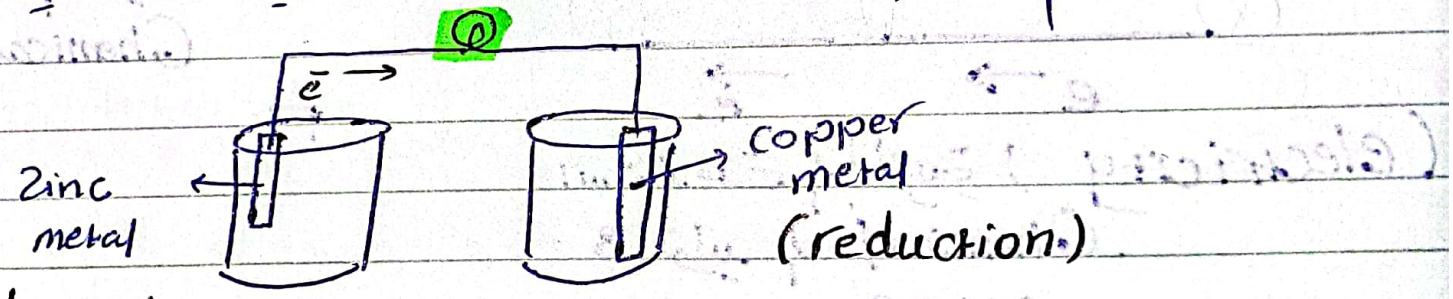
$Cu^{+2}$ ⇒ كسب الكترونات
من الزنك وتحوّل إلى Cu

Zn ⇐ فقد الكترونات
عندما وضعت الزنك في محلول $Cu^{+2}$ تأكسد من Zn إلى $Zn^{+2}$

Zn → $Zn^{+2}$ (oxidized)

Cu (reduced)

هنا لدينا $Cu^{+2}$ و Zn موجودين في نفس المحلول، أيا منهم راح استفيد من الكهربا الموجودة
لذلك أفصلهم عن بعض كل واحد في محلول خاص فيه لكي استفيد.



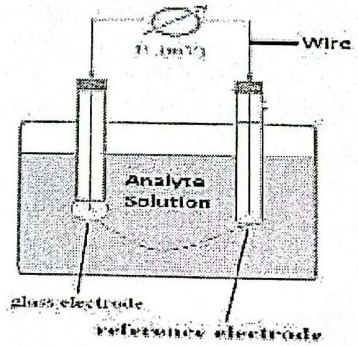

(oxidation)

(reduction)

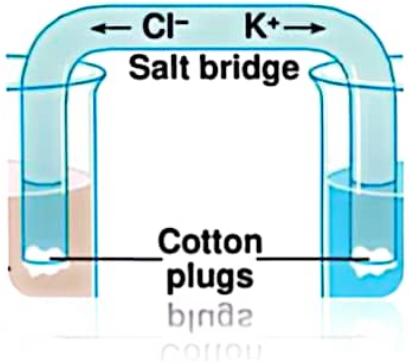
## - Potentiometric titration requirements:

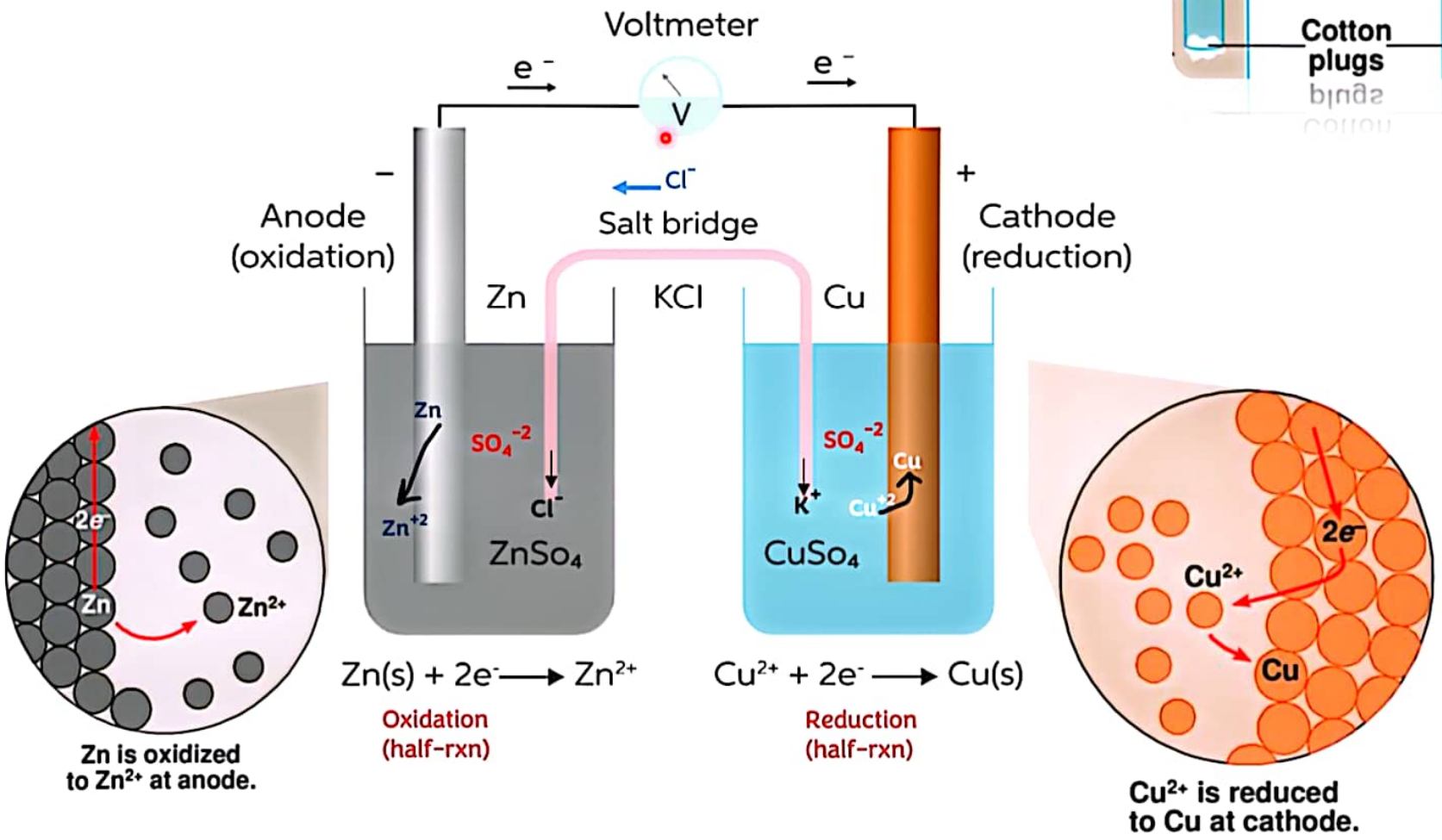
1) Two electrodes → Standard reference electrode (الداخلي)
   → Indicator electrode
2) Salt bridge
3) Wire
4) Voltmeter: measures ΔE (potential difference) developed by the cell, between the indicator and reference electrodes.

- **Standard reference electrode:** is a half cell with an accurately known electrode potential, that is independent on the concentration of the analyte or any other ions in the solution under study.
- **Indicator electrode:** is a half cell that develops a potential, that depends on the activity of the analyte.
- **Salt bridge:** Prevents the components of the analyte solution from mixing with those of the reference electrode. Potassium chloride (KCl) is a nearly ideal electrolyte for the salt bridge because the mobilities of the $K^+$ ion and $Cl^-$ ion are nearly equal. Thus canceling the potential that develops at each end of the bridge.



# Galvanic Cell




CamScanner

يحتوي هذا الوعاء على مصعد مهبط حيث يمثل الزنك (مصعد) Zn (Anode) (−)

وهو الجزء الذي يحدث له Oxidition.

أمّا بالنسبة للـ Copper(Cu) فهو يمثل المهبط من هذه العمليّة (Cathode) (+)
وهو الذي يحدث له reduction.

* تنتقل الإلكترونات (e) من المصعد (Zn) إلى المهبط (Cu).

* وظيفة الـ Voltmeter هي قراءة الفرق في الجهد بين الشحنات.

* راح يبدأ مع الزمن القطب (Zn) يتآكل ويقل حجمه بالعكس يزداد حجم القطب ($Cu^{+}$)

$Zn \rightarrow Zn^{+2}$

* معادلة الجهد هي
$Zn(s) + 2e^{+} \rightarrow Zn^{+2}$
المهبط $Cu^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Cu(s)$

## (Potentiometric titration requirements)

Potentiometric titration uese a potentiometer (ex: pH meter) to measure the amount of an analyte present in the given Solution by measuring the change in the change in the potential between a suitable working (indicator) electrode and a counter (reference) electrode, as a function of volume of titrant.

← وهي عملية أقيس فيها الـ Analyte عندي في عينة معيّنة باستخدام جهاز الـ potentiometer
وهذا الجهاز يعتمد على فرق الـ potential الموجود بين two electrode
واحد يكون الـ (working (indicator
الذي تتغير الـ potential تبعه بناءً على تركيز الـ Analyte في العينة اعتي.

و الثاني هو الـ Couter (reference) حيث الـ potential تبعه ثابت ومعروف داخل الخلية.

← كلما زاد كمية الـ Titrant اللي نزل على المحلول حتعادل كمية من الأيونات حتقل الأيونات الموجودة حول الـ electrode حتقل فرق الـ potential بين الـ working (ind) وبين الـ electrode الموجود عندي.

**Reference electrodes:** -: Reference electrodes لازم يكون عندي في

**Requirements**

- Has a known potential ← يكون potential معروف
- Has a constant potential → لازم يكون ثابت
- Completely insensitive to the composition of the solution under study ← ما بأثر على
- Rugged → قاسي
- Easy to assemble ← سهل الاستعمال

**Examples**

1 ← غير سام.

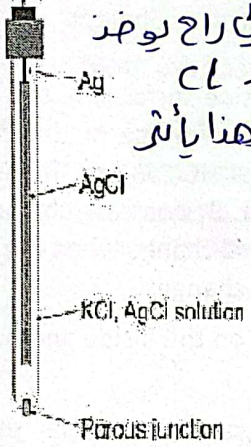
Calomel Electrodes: $Hg|Hg_2Cl_2(sat'd), KCl$ → for half cell

2 ← المستخدم في أغلب تجاربنا أكثر.

Silver-Silver Chloride Electrodes: Silver wire coated with a layer of silver chloride that is immersed in KCl solution saturated with AgCl

$Ag|AgCl(sat'd), KCl$ → وأيضاً الجهد potential موجود على الـ Junction

نستخدمه لأنه من الأنقى يعني نتيجة إنه الـ Ag (الفضة) مبارله اهتزاز بالتالي راح يوخذ من الـ Cl فيقل كمية الـ Cl الموجودة في المحلول تأثر وهذا يأثر على الـ potential




The silver-silver chloride reference electrode develops a potential proportional to the chloride concentration and remains constant as long as the chloride concentration remains constant.

Most of reference electrodes use a saturated KCl solution with an excess of KCl crystals. The extra KCl dissolves into the electrolyte as the potassium and chloride ions diffuse out through the liquid junction in normal use. This extra buffer of KCl extends the time before the reference cell starts to drift due to the depletion of chloride ions in the electrolyte.

extra KCl ليش نضيف؟ → يزيد من عمر الـ electrode قبل ما يصير له تآكل وتلف.

**Advantages of Calomel Electrodes:**

React with fewer sample components than do silver ions.

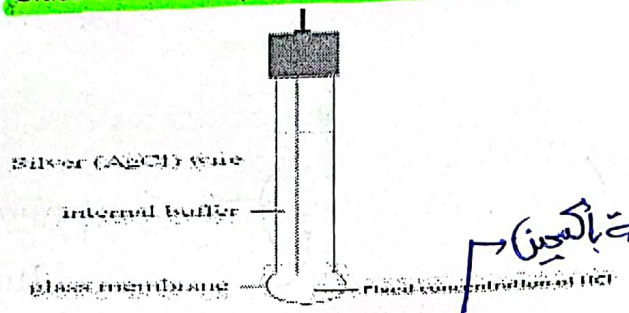
**Advantages of Ag-AgCl Electrodes:**

Can be used at temperatures greater than 60°C. يتحمل حرارة أكثر



CamScanner

## Indicator electrodes:

| | |
|---|---|
| **Requirements** | Responds rapidly and reproducibly to changes in activity of the analyte ion |
| **Types** | ➢ Metallic<br>➢ Membrane (Ion Selective Electrodes) (ISE): responds selectively to the activity of particular ions. |
| **Example on ISE** | Glass electrode (GE) for pH measurement<br>  <br><br>Glass is a network of Si-O bonds. Some Si atoms terminate in Si-OH groups.<br>Relevant equilibrium: $Si\text{-}OH \rightleftharpoons SiO^- + H^+$<br>Neutral Charged<br>Both the inside and outside surfaces of the glass membrane in the GE bulb have SiOH groups. The interior surface of the glass membrane is in contact with a constant concentration of HCl, and so the number of $SiO^-$ groups on the interior surface remains constant. By contrast, the number of $SiO^-$ groups on the exterior of the glass membrane will change when the pH of the solution, in which the glass membrane is immersed, changes.<br>The difference in charge on the inside and outside of the glass membrane results in a membrane potential.<br>Since glass is not a conductor, an internal reference electrode (Ag-AgCl) is placed inside the glass electrode. |
| **Advantages of the pH glass electrode** | ➢ Accurate (±0.01 pH unit).<br>➢ Fast responding.<br>➢ Suitable for turbid, colored or viscous solutions.<br>➢ Can be used for small volumes of solutions (down to 1 ml).<br>➢ Can be used to measure pH of physiological systems.<br>➢ Easy to use, portable and inexpensive.<br>➢ Operative over a wide pH range. |
| **Disadvantages of the pH glass electrode** | - Slow response in dilute solutions.<br>➢ Highly fragile.<br>➢ Frequent calibration is necessary.<br>➢ Alkaline errors at (pH > 9) and acidic errors at (pH < 0.5) |

date / /

معادلة Nernst Equation لحساب electrical potential

اقدر اقيس فيها جهد خلية كهروبائية

تعتمل

$$\Rightarrow E_{cell} = (E_{ind} - E_{ref}) + E_j$$

n = هي عدد الالكترونات المنتقلة من العامد للمهبط

$E_j$ = Salt bridge

$E_{ref}$ = reference electrode

$E_{ind}$ = indicator electrode

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.0592}{n} * \log Q$$

HA

weak acid + NaOH → NaA + $H_2O$

moles HA = moles NaOH

لحساب تركيز Unknown استخدم معادلة $M_1V_1 = M_2V_2$

date / /

* As a quantity بالنسبة لـ Unknown

$M_1V_1 = M_2V_2$ باستخدم المعادلة

* As a quality ← (pKa) عن طريق استخدام

$$pH = pKa + \log\left[\frac{[Ionized]}{[unionized]}\right]$$