

لجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

□□ عة 1 الإخوة □نتوري  
كلية علوم الطبيعة و الحياة  
قسم يولوجيا النبات و البيئة

## محاضرات في طريقة التحليل الفسيولوجي

**physiological analysis method course**

□□ نة الثالثة ليسانس ( L3 )

**Coefficients : 2**

**Crédits : 4**

**Pr Chougui Saida**

**2020-21**

## **Summary**

**Chapter 1 : Methods of sampling, collecting and storing samples**

**Chapter 2 : Spectrophotometry**

**Chapter 3 : Conductimetry**

**Chapter 4 : pHmetry**

## Chapter 1

### .Methods of sampling, collecting and storing samples

□ مقدمة :

□ مفهوم العينة

يعتبر اختيار الباحث للعينة Sample من الخطوات والمراحل الهامة للبحث ، والباحث يفكر في عينة البحث منذ ان يبدأ في تحديد مشكلة البحث. الباحث هنا يفكر في العديد من القضايا منها نوع العينة ، هل هي عينة واسعة وممثلة ام عينة محددة ، هل سيطبق دراسته على كل الأفراد ام يختار قسما منهم فقط.

□ تعريف العينة:

تمثل المجتمع الأصلي وتحقق أغراض البحث وتغني الباحث عن مشقات دراسة المجتمع الأصلي. وتعرف العينة بأنها جزء ممثل لمجتمع البحث الأصلي.

□ الأهداف العامة □ ن اختيار العينة:

- الحصول على المعلومات منها عن المجتمع الأصلي للبحث ومن الضروري ان تكون العينة ممثلة للمجتمع الأصلي وذات حجم كاف وان يتجنب الباحث المصادر الممكنة للخطأ في اختيارها والتحيز في ذلك
- من خلال دراسة العينة يتم التوصل إلى نتائج ومن ثم تعميمها على مجتمع الدراسة لأنه قد يتعذر على الباحث دراسة جميع عناصر المجتمع وذلك لعدة أسباب منها:
  1. قد يكون المجتمع كبيرا جدا لدرجة انه يصعب دراسة الظاهرة على جميع أفراد هذا المجتمع
  2. قد يكون من المكلف جدا دراسة جميع افراد المجتمع وتحتاج الى وقت وجهد
  3. قد يكون من الصعب الوصول الى كافة عناصر المجتمع
  4. تحتاج أحيانا إلى اتخاذ قرار سريع بخصوص ظاهرة معينة مما يتعذر معه دراسة كافة عناصر المجتمع

## الأهداف الرئيسية لإعداد وحضير العينة

- فصل المادة المراد تحليلها عن بقية مكونات المحلول الأم.
- إزالة أنواع التداخلات التي يمكن أن تحدث.
- زيادة تركيز المادة المراد تحليلها في حال كان تركيزها أخفض من حساسية جهاز التحليل، أو تخفيض تركيزها في حال كانت موجودة بتراكيز عالية مقارنة بحساسية جهاز التحليل.

## شروط اختيار العينة :

### العمر الفسيولوجي للنبات (رحلة نمو عينة)

ونعنى بالعمر الفسيولوجي مرحلة نمو معينة وليس العمر الزمني (على سبيل المثال وليس الحصر قبل طرد السنابل او قبل التزهير)

### الوضع المورفولوجي للورقة على النبات (كأخذ العينة)

بمعنى انه في اى مرحلة من مراحل النمو يختلف تركيب الاوراق .. اى تختلف الورقة الاولى في التركيب الكيميائى عن الثانية وهذه تختلف عن الثالثة وهكذا . اى ان الوضع المورفولوجي للورقة له اثر كبير فى تركيزات العناصر المختلفة الموجودة بها

## ⊠ ملاحظات هامة عند أخذ العينات:

- يجب أن تكون العينة متجانسة بشكل جيد وممثلة لكامل المواد المراد دراستها.
- ان تكون متوفرة بكميات كافية لاتمام اجراء الاختبارات المطلوبة.
- من المهم الحفاظ على سلامة ونوعية مكونات العينة عند جمعها وتحضيرها ومن ثم تحليلها.
- ضمان الحد الأدنى من الخسائر الناتجة عن تدهور، تبخر أو تلوث مكونات العينة.
- يجب وضع العينة في حاوية نظيفة تماما وخالية من أي ملوثات يمكن أن تؤثر في صحة النتائج.
- في النهاية يجب أن لا ننسى وضع ملصق يعبر عن محتوى العينة والتسمية الصحيحة وتفاصيل عن مكان وزمن ونوع العينة المراد تحليلها.

## طرق اختيار العينة

1. اختيار العينة عشوائيا

2. اختيار العينة طبقيا

3. اختيار العينة بالفئات

4. اختيار العينة المنتظمة

- 1. اختيار العينة عشوائيا : معناه ان جميع افراد مجتمع البحث تتاح لهم فرصة متساوية ومستقلة لكي يدخلوا العينة اي إن لكل فرد في المجتمع نفس الاحتمال في الاختيار وان اختيار اي فرد لا يؤثر في اختيار الفرد الآخر

### □ الاختيار العشوائى هو افضل طريقة □ فردة للحصول على عينة □ مثلة

وهي ضرورية حتى تستخدم الاساليب الاحصائية الاستدلالية وهذا امر مهم لان الاحصاء الاستدلالي يتيح للباحث ان يتوصل الى استدلالات عن مجتمعات البحوث مستندا في ذلك الى سلوك العينات وخصائصها

خطوات اختيار العينة عشوائيا: يتطلب اختيار عينة عشوائية

- تحديد مجتمع البحث

- تحديد او تمييز كل عضو فيه

- اختيار الافراد في العينة على اساس الصدفة وحدها

وهناك □ بعض الـ □ اراءات التي يجب □ باعها عند اخذ العينات النباتية

- تستبعد الاوراق صغيرة السن والكبيرة السن او البذور
- تستبعد النباتات المصابة بالامراض او الحشرات او التي تعرضت للتلف الميكانيكى
- كذلك النباتات التي تعاني من زيادة او نقص شديد فى الرطوبة
- يجب ان تؤخذ الاوراق من عدد كبير من النباتات فى الحقل وليس من مجموعة نباتات فى مساحة معينة

تأى □ الـ □ لا □ تعرض □ كا □ اخذ العينة □ ن □ عض المحاصيل الحقلية والخضر واشجار الفاكهة

العينة	كا □ اخذ العينة
القمح والشعير والارز	الثلاث ورقات العليا كاملة النضج مكان مورفولوجى (قبل بداية طرد السنابل) عمر فسيولوجى
الذره	الورقة كاملة النضج (عمر فسيولوجى (تحت الكوز) مكان مورفولوجى..(وهكذا
البر □ يم	الثلاث العلوى من النبات قبل الحش
□ نجر السكر	الاوراق الوسطية كاملة النمو قبل بدء تضخم الجذور
الطماطم	الورقة الثالثة والرابعة من القمة النامية خلال بداية التزهير
البطاطس	الورقة الثالثة من القمة النامية خلال بداية تكوين الدرنة
الفراوله	احدث اوراق كاملة النضج فى منتصف موسم النمو
الموالح	الاوراق كاملة النضج من الافرع الثمرية (عمر من 4 الى 5 شهور) من النموات الطبيعية
العنب	الاوراق من الخامسة حتى السابعة من قمة الفرع - كاملة النمو بعد بداية العقد باسبوع
الزيتون □	الورقة من 4 الى 6 من النموات الجديدة (الافرع الربيعية)
نخيل البلح	الوريقات الوسطية من الورقة (الجريدة) التى فى اباطها السوباطة وذلك فى شهر نوفمبر وتقطع اطراف الوريقات ويؤخذ الجزء الوسطى منها
محاصيل الحقل والخضر يمكن تدارك العلاج لعدم تأثر المحصول بدرجة كبيرة .. اما محاصيل	

الفاكهة فيكون ذلك للموسم القادم.  
يراعى عند اخذ عينات اشجار الفاكهة ان تكون من الاتجاهات الاربعة وعلى ارتفاع ثابت من  
الاشجار ويجب الاتقل العينة عن 100 ورقة  
توضع فى اكياس نظيفة من الورق وتكتب عليها البيانات اللازمة كتاريخ العينة وعدد الاوراق  
بالعينة وغيرها من البيانات

### التعامل مع العينة:

- في البداية وقبل قبول العينة لاعدادها وتحليلها يجب توثيق وكتابة تفاصيل العينة بشكل صحيح ودقيق وذلك من خلال فحص العينة بصرياً لمعرفة لونها وماهيتها ودرجة تجانسها ومدى تخربها بملوثات أخرى في حال وجودها، بالإضافة إلى كميتها (هل هي كافية لاختبارها بالأجهزة المتوفرة في المختبر).
- ويجب أن لا ننسى اجراء اختبارات في بيئة نظيفة، حساسة، خالية من الملوثات ومؤمنة بشكل جيد من أجل العينات السامة والخطرة.

### إعداد وعينة وخزين العينات

- غسل الفواكه / الخضار مع الماء النقي والحرص على إزالة كل آثار التربة
  - تقسيم العينة الى جزئين : قطع النباتات دائما في الاتجاه طول من أجل ضمان تساوي القيمة والاتساق في تحليل (تجنب التلوث التدرج في حالة الجذور، الدرنات، سيقان، ...). (للأوراق سبيل المثال ينقلصان إلى النصف احترام الأخدود الوسطى) انظر الشكلين أدناه. سيتم الاحتفاظ بالعينة للتحليل والآخر الاحتفاظ بها كمكرر للتدقيق الممكن، لاحقة
  - وزن المادة الغضة للعينات
  - التفاف كل عينة على حدى في كيس من البلاستيك
  - تتم تسمية كل عينة على حدى (اسم العينة، تاريخ أخذ العينات، ونوع العينة، )
- يتم وضع جميع العينات في الثلجة عند درجة حرارة -20 درجة مئوية حتى 18 ° C (لمدة قصيرة قدر الإمكان، كحد أقصى يومان)

## □□ دوائر وقائية

- على أرض الواقع، لتجنب التلويث العينات النباتية، فمن الأفضل يصاحب اخذ العينات شخص اخر (شخص ياخذ عينات التربة والأخرى يجمع النباتات)
  - تجنب التعامل مع التربة والعينات، الأعشاب لا بد من استخدام قفازات المتاح
  - تخزين العينات في أماكن نظيفة و مهواة و تسجيل البيانات بإعطاء اسامي يدل على هوية العينة
  - عدم وضع العينات في الحاويات التي مصدرها غير معروف و لا يؤمن نظافتها (كيس من البلاستيك جديد مثلاً )
  - بعد اخذ كل العينات يجب أن تحلل بسرعة. و إلا يمكن تخزينها في غرفة باردة
- يوجد العديد من التقنيات التي يمكن من خلالها فصل وتنقية العينة المراد تحليلها عن باقي المكونات الأخرى:

- الاستخلاص سائل – سائل: عن طريق تجزيء أصناف مواد العينة بين سائلين غير قابلين للامتزاج ( العينة المراد تحليلها تنحل في أحدهما ولا تنحل في الأخر)
- الاستخلاص صلب – سائل: يعتمد نفس آلية الاستخلاص السابقة.
- ترسيب المادة المراد تحليلها عن طريق تفاعلها مع مادة أخرى تشكل معها راسب لا ينحل في الطور السائل الموجودة فيه ثم فصلها بالترشيح أو بالطرد المركزي.
- التقطير المجزأ لفصل السوائل عن بعضها البعض اعتماداً على نقطة الغليان لكل سائل.
- الفصل بالطرق الأنزيمية.

## زيادة □ ركيز العينة أو □ مديدها:

1. يجب زيادة تركيز العينات ذات التراكيز المنخفضة لجعلها قابلة للتحليل والقياس بأجهزة التحليل، وأكثر الطرق شيوعاً لهذا الغرض هي التبخير
2. أما بالنسبة لتمديد العينة لتخفيض تركيز العينات ذات التراكيز العالية (فوق مدى قياس جهاز التحليل) ويتم تمديد العينة بمرحلة واحدة أو على عدة مراحل. لكن عند التمديد عدة مرات يجب



الانتباه إلى الدقة في القياس وذلك لأن الخطأ سيتضاعف في كل مرحلة من مراحل التمديد  
(يفضل استخدام ماصة ميكروية لضمان الدقة في القياس)

#### □ رشيح العينة:

يمكن أن يحتوي محلول العينة على جسيمات صلبة صغيرة ميكروية يؤدي وجودها إلى انسداد أعمدة الكروماتوغرافيا أو فتحات أنظمة التحليل. لذلك يتم أخذ العينة في حقنة ليصار إلى ترشيحها عبر مرشحات ميكروية وتجمع الرشاحة في قارورة نظيفة.

#### □ تخزين العينة:

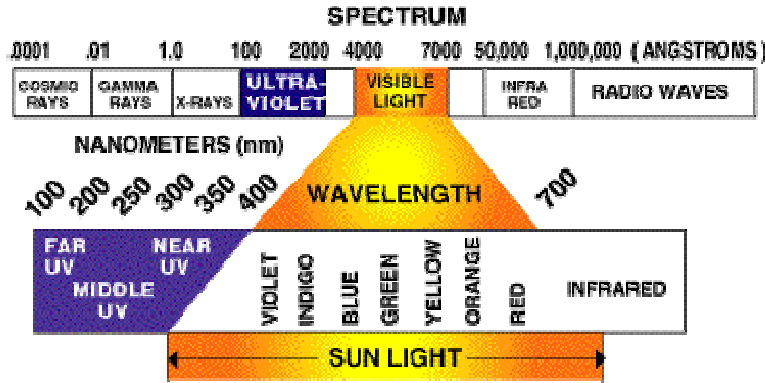
- يفضل البدء بالتحليل مباشرة بعد تحضير العينة للقياس والاختبار.
  - يجب أخذ الاحتياطات اللازمة عند تخزين العينة من حيث درجة الحرارة و مدى حساسيتها للضوء.
  - يجب تخزين العينات في أوعية مغلقة بإحكام لضمان عدم تلوثها أثناء التخزين.
- في النهاية يجب أن نضع في أذهاننا أنه حتى الأجهزة الأكثر تطوراً يمكن أن تنتج عنها بعض الأخطاء إذا لم يراعى الدقة والاحتياطات الضرورية عند أخذ العينة وتحضيرها

## Chapter 2

# Spectrophotométry

□ قدمة

: يسلك الضوء المرئي سلوك الضوء فوق البنفسجي في كثير من مظاهره حيث أن كلاهما ينتج عن إمتصاص. وإثارة إلكترونية في الجزيئات . كما أن أغلب الأجهزة التي تستخدم في طرق التحليل الطيفي في مجال الأشعة المرئية هي نفسها التي تستخدم في طرق التحليل الطيفي في مجال الأشعة فوق البنفسجية . لذا فقد جرت العادة على دراستهما معاً . ويغطي هذان الطيفان المجال من 100 إلى 700 نانو متر ( ميلي ميكرون )



## □ طيافية فوق البنفسجية والمرئية UV and Visible Spectroscopy

: المطيافية الإلكترونية هي أحد أنواع الدراسات الطيفية والتي تعتمد على إمتصاص الأشعة فوق البنفسجية أو المرئية ، ولقد سميت بهذا الإسم لأن إمتصاص الأشعة في هاتين المنطقتين يؤدي إلى إثارة الإلكترونات في الجزيء الذي يمتص تلك الأشعة.

### الإثارة الإلكترونية:

كما هو معروف تتكون الجزيئات من ذرات كل منها يتألف من نواة ومن إلكترونات تدور حولها في مستويات طاقة محددة . فإذا إمتصت الجزيئات طاقة معينة إنتقلت الإلكترونات من مستوى الطاقة الأدنى ( ground state ) إلى مستوى طاقة أعلى . ( excited state ) وهذا مايدعى بالإثارة الإلكترونية .

ولكي يسبب شعاع ضوئي إثارة إلكترونية ينبغي أن يكون هذا الشعاع في مجال الأشعة المرئية أو فوق البنفسجية

## الأطياف الإلكترونية Electronic Spectra

الطيف الإلكتروني لمركب ما عبارة عن منحنى يوضح تغير شدة الإمتصاص ( الإمتصاصية ) مع تغير طول موجة الأشعة المارة في محلول المركب تحت الدراسة . ويهمننا من هذا المنحنى معرفة طول الموجة التي تكون عندها شدة الإمتصاص أكبر ما يمكن ويرمز لها بالرمز  $\lambda_{max}$  وكذلك معامل الإمتصاص المولي  $\epsilon$  عند هذه الموجة . وترتبط شدة الإمتصاص ( A ) بتركيز المحلول ( C ) وطول الخلية ( L ) بالمعادلة التالية:

$$A = \epsilon c l$$

وتعرف هذه المعادلة أحياناً بإسم قانون Loi de Beer- Lambert ومنها يتضح أن شدة الإمتصاص للمركب ( أو إمتصاصية المركب ) تتناسب تناسباً طردياً مع كل من التركيز المولي ( C ) وطول الخلية ( L )، وأن معامل الإمتصاص المولي لمركب ما يساوي شدة الإمتصاص لمحلول المركب الذي تركيزه 1 مول / لتر وموضوع في خلية طولها 1 سم.

ويعتبر كلاً من  $\lambda_{max}$  و  $\epsilon$  من الثوابت الفيزيائية التي تميز المركبات العضوية عن بعضها . ولا تصلح هذه العلاقة في حالة التركيزات المرتفعة جداً . لذا ينصح في التطبيق العملي إستعمال المنحنى العياري ( Calibration curve ) للإمتصاص بدلالة التركيز عند قمة الإمتصاص الضوئي للمركب . كما يمكن تقدير الكثير من المواد التي لا تمتص الضوء مباشرة وذلك بإضافة مركبات معينة لتكون مركبات ماصة للضوء أو تكون مجموعة إمتصاص. ( Chromophore )

□ كونات □ هاز UV- Visible □ الأ □ ا □ ية:

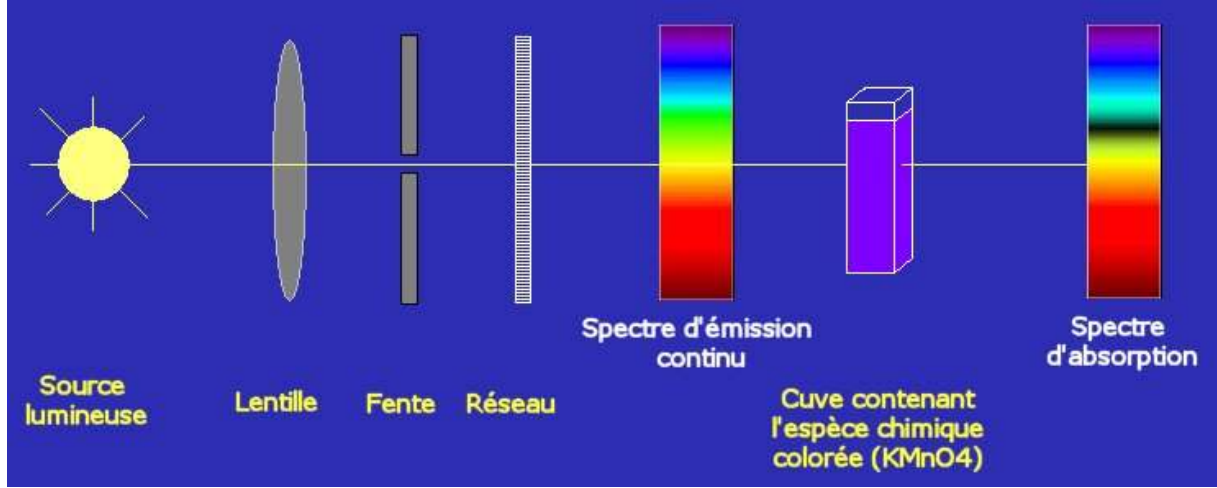
1- المصدر الضوئي

2- خلية العينة

3- □ وحد طول الموق □ ا □ ة

4- الكشاف

## 5- الشاشة (Monitor)



### المصادر الضوئية:

يوجد نوعين من المصادر الضوئية

1. الأول عبارة عن منبع تنجستن ( Tungsten lamp -) بالنسبة لقياس الأشعة المرئية ( Visible) في المدى ( 350 – 800 )
2. الثاني هو مصدر ضوئي عبارة عن منبع ديوتيريوم ( D2 lamp -) لا يفضل مشاهدتها بالعين المجردة لأنها يمكن أن تسبب العمى المؤقت نظراً لقوة إشعاعها . هذا بالنسبة لقياس الأشعة فوق البنفسجية في المدى ( 200- 350 )

### خلية العينة

وهي إما أن تكون مصنوعة من الزجاج أو تكون مصنوعة من الكوارتز والكوارتز أفضل لأن الخلية المصنوعة من الزجاج من ضمن مكونات صنعها الصوديوم الذي يمتص في مجال UV لذلك يفضل إستخدام خلايا مصنوعة من الكوارتز وهذه الخلايا لا يكون من ضمن مكونات صنعها الصوديوم

### □ وحد طول الموجة □ Monochromator

وهو عبارة عن المنشور الزجاجي وظيفته أنه يقوم بفحص العينة لتحديد الطول الموجي الذي حدث عنده أعلى إمتصاصة فعندما يسقط الضوء سواءً ضوء من منبع تنجستن لقياس الأشعة المرئية أو من منبع ديوتيريوم لقياس الأشعة فوق البنفسجية تتجه للموحد طول الموجة حزم كثير من الضوء يقوم Monochromator بعملية إستقبال الحزمة التي تكون زاوية سقوطها مناسبة على موحد طول

الموجة ومن ثم يقوم موحد طول الموجة بعملية إنعكاس للأشعة الساقطة عليه موجهاً إليها إلى فلتر يقوم هذا الفلتر باختيار الحزمة المناسبة بشكل دقيق جداً ومن ثم يستمر انتقال الحزمة إلى مرآة عاكسة تقوم بإرسال الحزمة الضوئية الساقطة إلى خلية العينة ومن ثم إلى الكشاف .

### المذيبات المستخدمة لتسجيل الأطياف الإلكترونية:

لتسجيل الطيف الإلكتروني لمركب ما يجب استخدام محلول المركب تحت الدراسة في مذيب مناسب . والمذيبات المستخدمة لهذا الغرض يجب أن تتميز بامتصاصية ضعيفة جداً أو لا تمتص على الإطلاق الأشعة في المنطقة التي يمتص فيها المركب . ومن أمثلة هذه المركبات الإيثانول ، الإيثرات ، السايكلوهكسان ، والكلوروفورم .

### الكشاف

وهو الكشاف الذي يبين كمية الضوء الخارج من خلية العينة ويقوم بتوضيح ما إذا كانت كمية الضوء الخارج من خلية العينة مساوي لكمية الضوء الداخل للعينه فإذا حدث ذلك وكانت كمية الضوء الداخل للعينه مساوي لكمية الضوء الخارج من العينه أنه لم يحدث إمتصاص وبالتالي لانحصل إلا على خط مستقيم ليس به أي إمتصاص . أما إذا حدث العكس وكان الضوء الخارج من خلية العينه أقل من الضوء الداخل للعينه نستدل من ذلك حدوث إمتصاص .

### أنواع أجهزة التحليل الطيفي للأشعة المرئية وفوق البنفسجية

1- □ هزة □ قياس طيف الأشعة المرئية فقط أو □ قياس طيف الأشعة فوق البنفسجية فقط

وهي أجهزة وحيدة الشعاع . وهي نوعين

النوع الأول يستخدم أنابيب ( Test tube ) في عملية التحليل

والنوع الآخر يستخدم خلايا (Cell) من الكوارتز أو الزجاج في عملية التحليل .

وفكرة هذا الجهاز أنه لإجراء عملية التحليل لا بد في البداية من القيام بتصفير الجهاز ويتم ذلك باستخدام البلانك Le blanc أو المذيب وبعد تصفير الجهاز ترفع أنبوبة أو خلية البلانك Le blanc ويوضع في مكانها أنبوبة أو خلية العينة المراد إجراء القياس لها . في الأجهزة التي تقيس فقط الأشعة المرئية المصدر الضوئي فيها عبارة عن منبع تنجستن .

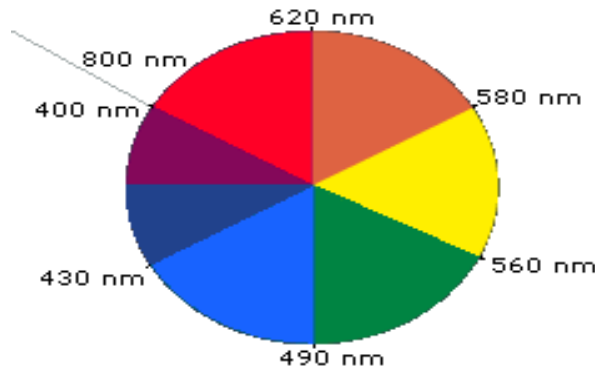
بينما المصدر الضوئي في الأجهزة التي تقيس الأشعة فوق البنفسجية عبارة عن منبع الديوتيريوم.

## 2- أجهزة قياس طيف الأشعة المرئية وطيف الأشعة فوق البنفسجية - عاً في جهاز واحد

وهي أجهزة ثنائية الشعاع وهذه الأجهزة ميزتها أنه لا داعي لعملية تصفير الجهاز يدوياً حيث يقوم الجهاز بذلك أتماتيكياً . كما أن هذه الأجهزة تحتوي على فتحتين الأولى لخلية البلاك Le blanc والفتحة الثانية لخلية العينة المراد قيلسها . فلو أردنا قياس الطيف المرئي في هذا الجهاز كل ما علينا فعله هو أن نقوم بإختيار المصدر الضوئي المناسب وهو هنا منبع التنجستن فقط ونضع خلية البلاك Le blanc في فتحة الخاصة ونضع خلية العينة في الفتحة الثانية ونقوم بإجراء التحليل . أما إذا أردنا إجراء قياس الطيف فوق البنفسجي فقط فما علينا إلا أن نختار منبع الديوتيريوم فقط

### طبيقات طيف الأشعة المرئية وفوق البنفسجية:

يعتبر طيف إمتصاص الأشعة في المجال المرئي وفوق البنفسجي وسيلة مفيدة لتأييد دليل على تركيب بنائي معين لمركب ما ويندر وجود إمتصاص مختار يعطي برهاناً قاطعاً على تفاصيل تركيب معين لكن بالطبع يمكن أن تساعد في ترجيح أحد الإحتمالات المتعددة . وعلى سبيل المثال فإن عدم وجود إمتصاص في المجال 270 – 280 نانو متر يعتبر دليلاً قاطعاً على عدم وجود حلقة بنزين في المركب . كما أن إنعدام الإمتصاص من 210 نانوميتر حتى المجال المرئي دليل قاطع على عدم وجود روابط ثنائية متناوبة . وإن عدم وجود الإمتصاص حتى 180 نانوميتر فإن هذا دليل على عدم وجود رابطة ثنائية في المركب. في هذه الأشكال التوضيحية نلاحظ أن زيادة عملية الإقتران في المركب تؤدي إلى زيادة في الطول الموجي كما أن وجود أو دخول إحدى المجموعات الوظيفية على المركب تؤدي أيضاً إلى زيادة في الطول الموجي



Violet: 400 - 420 nm

Indigo: 420 - 440 nm

Blue: 440 - 490 nm

Green: 490 - 570 nm

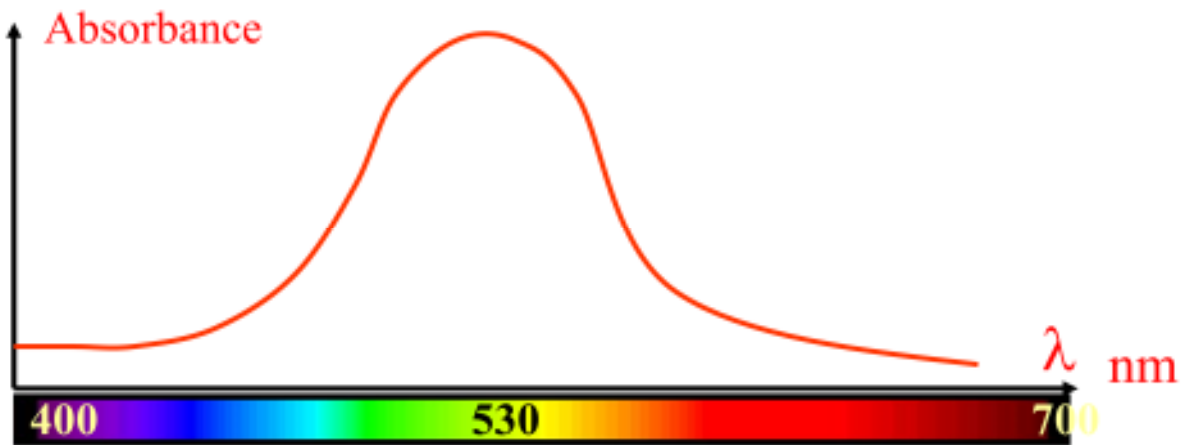
Yellow: 570 - 585 nm

Orange: 585 - 620 nm

Red: 620 - 780 nm

### لماذا حلول رنجنات البوتاسيوم هو الأزرق واني

- التحقيق في الطيف من محلول برمنجنات البوتاسيوم
- بمتص محلول برمنجنات البوتاسيوم بعض الأشعة
- يمتص محلول برمنجنات البوتاسيوم اللون الأخضر
- يمتص محلول برمنجنات البوتاسيوم على طول موجة  $500 \text{ nm} < l < 600 \text{ nm}$



Le violet, le bleu et le rouge  
الأرجواني  
Le pourpre

## ثال على شروب النعناع

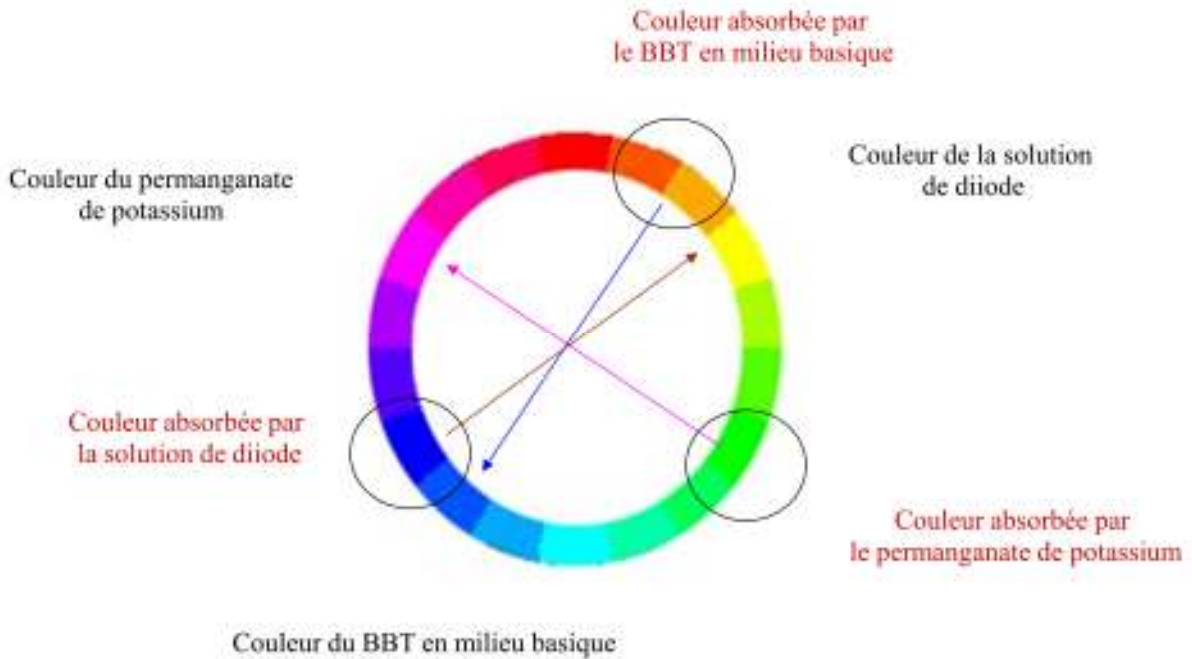
- الألوان الغير ممتصة هي (jaune + bleu = vert) le bleu, le vert et le jaune
- الألوان الممتصة هي violet, l'orange et le rouge

## ثال على حلول ثنائي اليود la solution de diiode



- لون هذا المحلول بتوقف على تركيزه فهو يكون بين الأصفر الفاتح الى البني jaune pâle au brun
- يمتص اللون violet et le bleu foncé
- لونه هو حصيلة مزج الألوان الغير ممتصة

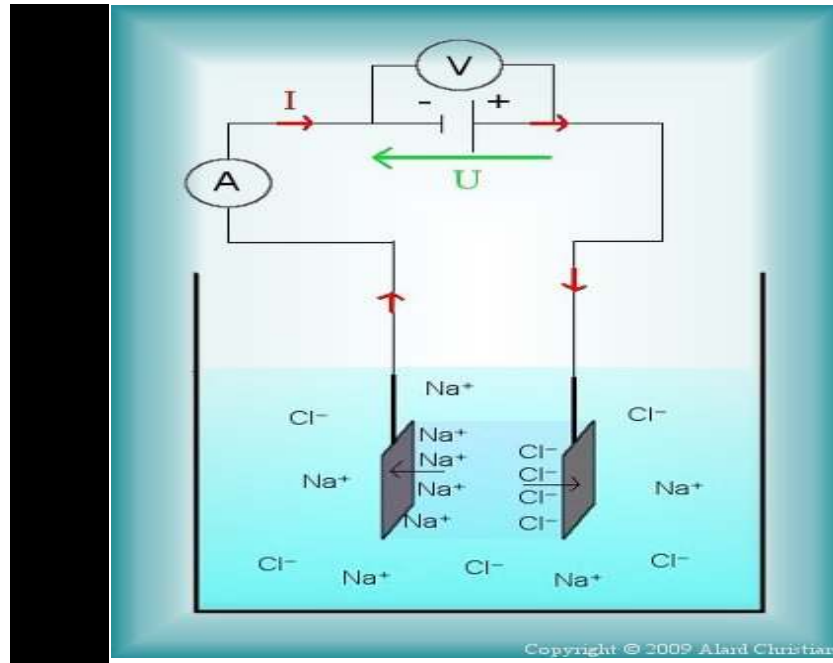
## كيفية التنبؤ للوول حلول ضاءة باضاءة يضاءة و ا هي الأشعة الممتصة ؟





## Chapter 3

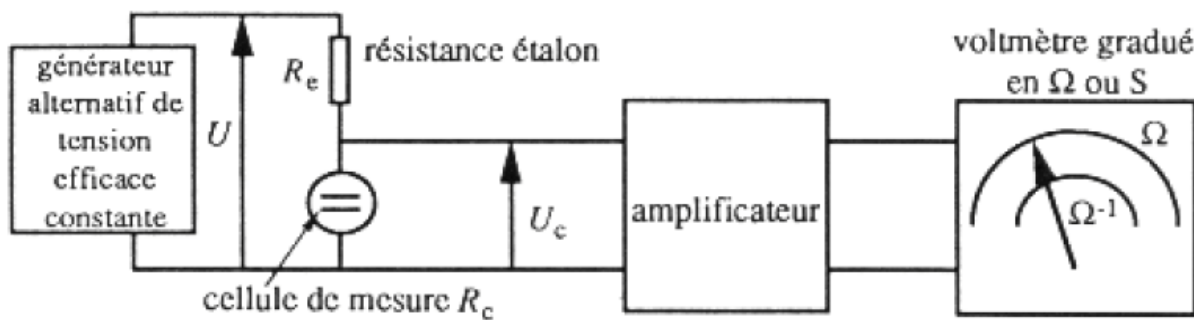
### Conductimétry

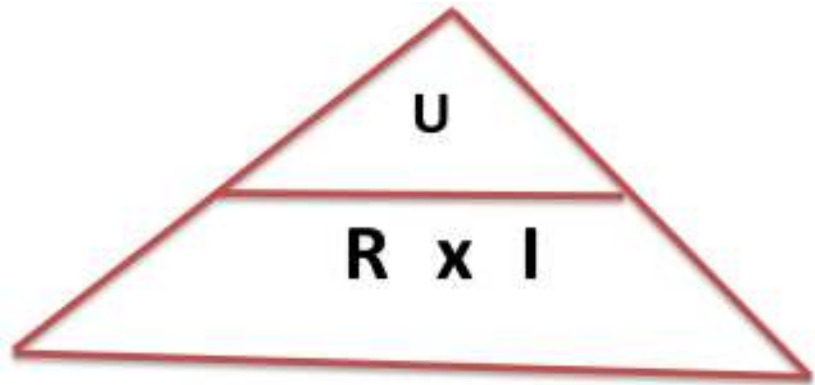
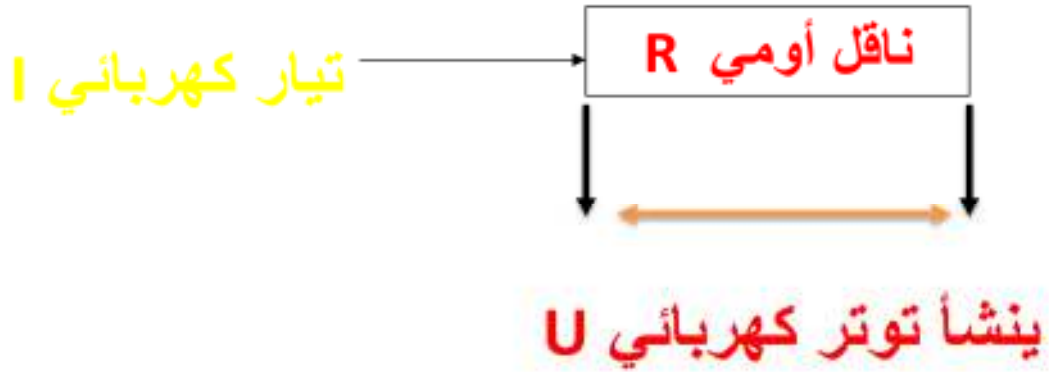


#### □ عريف الناقلية الكهربائية:

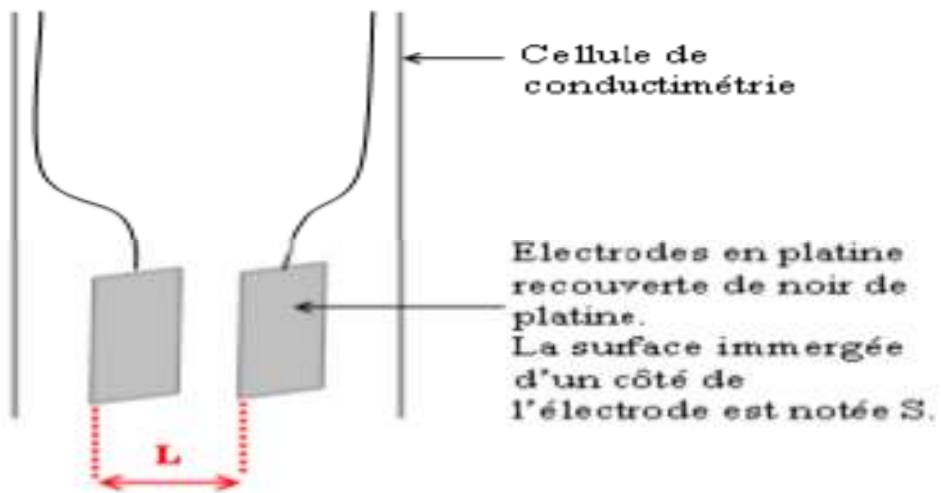
الناقلية\_الكهربائية هي عبارة عن اصطلاح عددي لقابلية محلول مائي لحمل تيار كهربائي وهذه القابلية تعتمد على الآتي: • نوع الأيونات • درجة تركيز الأيونات • تكافؤ الأيونات • درجة حرارة المحلول . معظم محاليل الأحماض الغير عضوية والقواعد والأملاح عامة تكون لها الناقلية\_جيدة

#### □ بدأ تشغيل الموصلية الكهربائية





المحلول الجزيئي لا يوصل الكهرباء بينما المحلول الإلكتروليتي يوصله : الأيونات هي التي تضمن النقل الكهربائي على مستوى هذه المحاليل لتقدير ذلك نستعمل خلية ناقلية



$$K (m) = \frac{S (m^2)}{L (m)}$$

---

الناقلية

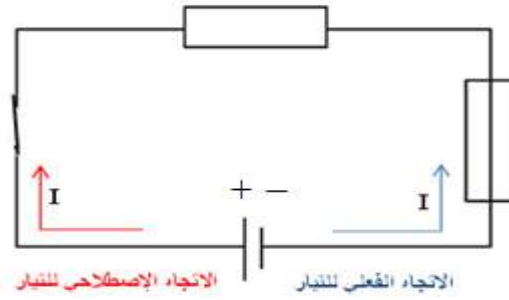
هي مقلوب المقاومة ؛ (المقاومة  $1/$ ) وهي مقياس جودة توصيل المعدن للتيار الكهربائي. ويعبر عنها في العادة بالحرف اللاتيني سيجما  $\sigma$  وحدتها بالوحدات العالمية

$$G = \sigma \frac{L}{A}$$

سيمنز لكل متر (S/m).

التيار الكهربائي المار بالسلك:

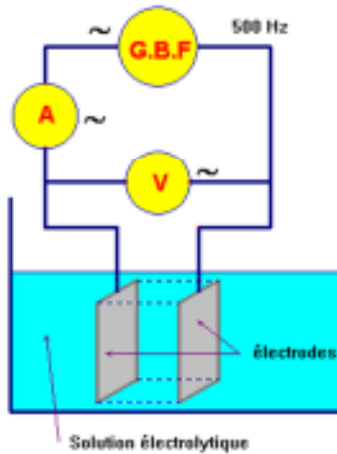
جميع المواد تتكون من ذرات (atoms), ولكل ذرة مركز يسمى النواة (nucleus). النواة تتكون من جزيئات لها شحنات موجبة تسمى بروتونات (protons), وجزيئات ليس لها شحنة (متعادلة) تسمى نيوترونات (neutrons). يحيط بالنواة جزيئات لها شحنة سالبة تسمى إلكترونيات. الشحنة السالبة للإلكترونات تساوي مقدار الشحنة الموجبة للبروتونات, وعدد الإلكترونات في الذرة في الغالب يساوي عدد البروتونات, ويكون هناك قوة متزنة داخلية بين الشحنتين بالذرة. عند تعرض الذرة لقوة خارجية فإن ذلك يؤثر على تلك القوة المتزنة الداخلية, ويؤدي ذلك إلى أن الذرة قد تكتسب أو تفقد إلكترون. عندما تفقد الذرة إلكترون, فإن الحركة الحرة لهذه الإلكترونات تشكل التيار الكهربائي.



### générateur de basse fréquence

Ampèremètre I

Voltmètre U



$$K (m) = \frac{S (m^2)}{L (m)}$$

محلول شاردي

$$G = K \cdot \sigma$$

### □ تحليل الدائرة الكهربية :circuit analysis

هناك العديد من القوانين التي تحكم العلاقة بين عناصر الدائرة الكهربية:

- 1- حساب شدة التيار المار في الدائرة الكهربية (أمبير) A
- 2- حساب فرق الجهد بين نقطتين في الدائرة (فولت) V
- 3- حساب قدرة الأجهزة المستخدمة في الدائرة (وات) W

المقاومة الكهربية

هي خاصية فيزيائية تتميز بها الموصلات المعدنية في الدوائر الكهربائية. تعرف على أنها قابلية المواد لمقاومة مرور التيار الكهربائي فيها. وهي إعاقة المادة لمرور التيار الكهربائي (الإلكترونات) خلالها. وتحدث الإعاقة في المادة سواء أكانت من الموصلات (كالفلزات) أو غير الموصلات ولكن بدرجات مختلفة. يلزم للألكترونات التغلب على هذه المقاومة للوصول إلى تعادل في الشحنة. وحدة المقاومة هي الأوم. يرمز لها بالحرف اللاتيني R ، تعطى قيمتها بالأوم (Ω) ترتبط هذه الخاصية بمفهوم المقاومة والتوصيل الكهربائيين.

### خصائص المقاومة و الناقلية الكهربائية

- يمكن حسابها بقانون *la loi d'ohm*

$$G = \frac{1}{R} = \frac{I}{U}$$

G: Conductance en S  
R: Résistance en Ω  
I: Intensité du courant en A  
U: tension délivrée en V

- لوك أي حل يتوقف على عاير الخلية و نقولية هذا المحلول

$$G = \sigma \frac{S}{L}$$

G: Conductance en S  
σ: conductivité en S.m<sup>-1</sup>  
S: Surface des électrodes en m<sup>2</sup>  
L: distance entre les électrodes en m

- نقولية أي حل يتوقف على ركيز الأيونات في المحلول و طبيعتها

$$\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$$

σ: conductivité en S.m<sup>-1</sup>  
λ: Conductivité molaire ionique en S . m<sup>2</sup> . mol<sup>-1</sup>  
[X<sub>i</sub>]: concentration molaire de l'ion en mol . m<sup>-3</sup>

## الناقلية

تتناسب الناقلية تناسباً طردياً مع مساحة مقطع الموصل  $A$  وعكسياً مع طول المنتظم  $L$

$$G = K \frac{A}{L}$$

$$G = \frac{1}{R} = \frac{I}{U} = K^* \sigma = \frac{S}{L} * \sigma$$

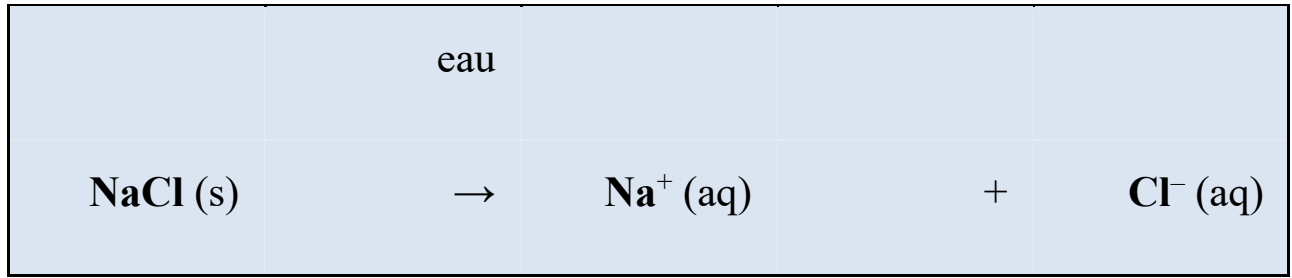
$K$  هي ثابت الخلية  $\sigma$  هي الناقلية النوعية،

## $\sigma$ sigma الناقلية النوعية وحدتها $S m^{-1}$

الناقلية النوعية الأيونية- تعرف الموصلة المكافئة  $\Lambda$  بموصلة مكافئ غرامي واحد من المذاب موجود بين قطبين تكون المسافة بينهما سنتيمتراً واحداً تصبح  $\Lambda$  مساوية إلى  $G$  عند وضع مكافئ غرامي واحد من المذاب بين قطبين تكون المسافة بينهما سنتيمتر واحد أن حجم المحلول  $V$  بوحدة  $3 \text{ cm}^3$  الذي يحوي مكافئ غرامي واحد من المذاب

الناقلية النوعية الأيونية (تعلق نقل الأيون) توقف على عدة عوامل

- الحركة الطبيعية للأيون
- درجة الحرارة تزيد هيجان الأيون الأمر الذي يزيد في حركته
- المذيبات يعني هل هذه الأيونات محاطة جيداً بجزيئة الماء
- الشحنات الكهربائية للأيون فالأيون الذي يحمل شحنتين كهربائيتين ذو فاعلية أكبر من الأيون الذي يحمل شحنة واحدة
- عدد الأيونات في المحلول أي تركيزه في المحلول كلما كان أكبر كلما تم نقل الشحنات الكهربائية أكثر



- $C = [Cl^-] = [Na^+]$
- $\sigma = \lambda(Cl^-) \cdot [Cl^-] + \lambda(Na^+) \cdot [Na^+]$
- $\sigma = \{\lambda(Cl^-) + \lambda(Na^+)\} \cdot C$

## LambdA $\Lambda$ الناقلية النوعية المولية الشاردية

### وحداتها $S/m^2/mol^{-1}$

حيث و  $\square$  د  $\square$  جريبيا  $\square$  لكل شاردة ناقلية نوعية خاصة  $\square$  ها

الناقلية النوعية المولية الشاردية (  $\lambda$  )  $\square$  مّيت :

- ناقلية نوعية : لأنها  $\square$  خص نوعا  $\square$  ن المحاليل

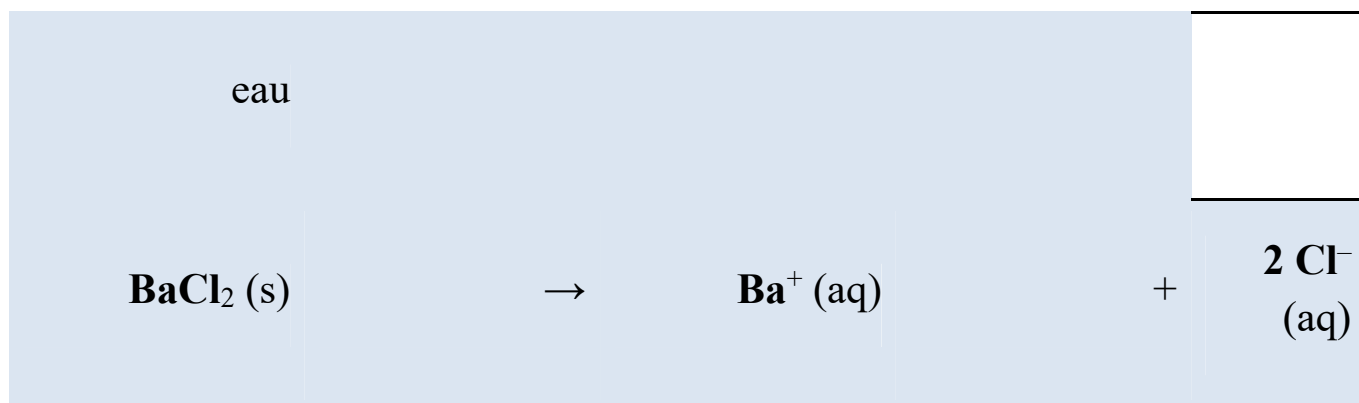
- ولية : لأنها  $\square$  خص  $\square$  ولا واحدا  $\square$  ن الشوارد .

- شاردية : لأنها  $\square$  ميّز شاردة واحدة .

-  $\square$  تعلق الناقلية النوعية المولية الشاردية  $\square$  - : -

✓ در  $\square$ ة حرارة المحلول

✓ نوع الشاردة



$$[\text{Ba}^{2+}] = C \text{ et } [\text{Cl}^-] = 2 C$$

- $\sigma = \lambda (\text{Cl}^-) \cdot [\text{Cl}^-] + \lambda (\text{Ba}^{2+}) \cdot [\text{Ba}^{2+}]$
- **Expression en fonction de C :**
- $\sigma = \lambda (\text{Cl}^-) \cdot 2 C + \lambda (\text{Ba}^{2+}) \cdot C$
- $\sigma = (2 \lambda (\text{Cl}^-) + \lambda (\text{Ba}^{2+})) \cdot C$

### □ تطبيق قانون Kohlrausch □

الناقلية النوعية  $\sigma$  لمحلول شاردي □ تنا □ ب □ ع □ ركيزها المولي

$$\sigma = k \cdot C$$

□ ن خلال قياس الناقلية لمحلول يمكن □ حديد □ ركيزه

$\sigma = k \cdot C$	$C$ ; concentration en mol . L <sup>-1</sup>
	$k$ : coefficient de proportionnalité en S . m <sup>-1</sup> . mol <sup>-1</sup>



	<b><math>\sigma</math> : conductivité de la solution en <math>S \cdot m^{-1}</math></b>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------

□ عادات قوانين Beer-Lambert و Kohlrausch □ تماثلة

$$\sigma = k \cdot C$$

$$A = k c$$



العلاقة بين الموصلية و التركيز ( عمل المنحنى القياسي )

□ تعامل □ يا □ عايرة خلية لا □ تنتاج □ ركيز □ حلول :

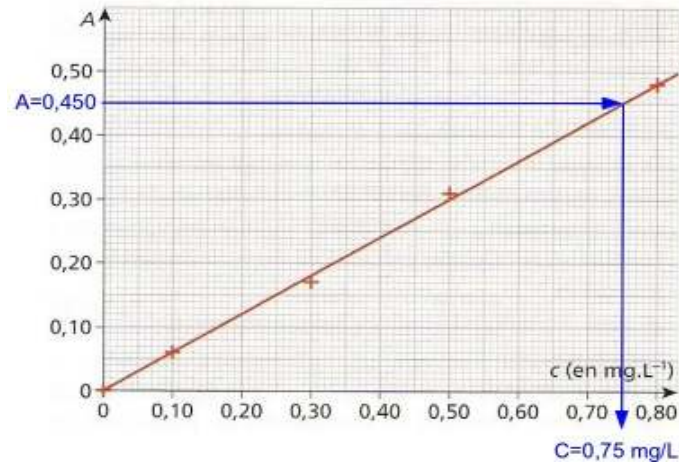
نريد □ تلاء □ معرفة □ ركيز □ حلول □ اني ( S ) لكلور البوا □ يو □ (  $K^+, Cl^-$  ) □ و □ طة قياس  
ناقليته □ □ ن □ ل هذا الغرض نحضر □ تداء □ ن □ حلول □ ل (  $K^+, Cl^-$  ) □ (المحلول الأ)

$$C_0 = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

□ حائل أخرى (المحاليل الأناء) □ راكيزها المولية هي

- $C_1 = 10 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- $C_2 = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- $C_3 = 2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- $C_4 = 1 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- $C_4 = 0.5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

<b>C (mmol.L<sup>-1</sup>)</b>	10	5	2	1	0.5
<b>σ (Ms /m)</b>	1.71	1.05	0.81	0.52	0.31



$$\sigma = K \cdot C$$

التركيز المولي للمحلول : S

□ ن البيا □ نستنتج التركيز المولي الموافق للناقلية



### جهاز TDS

وهذا الجهاز متخصص في قياس نسبة الأملاح الذائبة الكلية الموجودة في الماء حيث يمكن استعماله في المنزل أو في محلات التحلية أيضا فهو يقيس نسبة الكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم الموجودة في الماء كما يمكنه التعرف على صلاحية الماء ويمكن استخدامه للماء العذب أو المالح



### -جهاز EC

هذا الجهاز يعمل بشكل آخر حيث يقيس درجة توصيل الكهرباء الناتجة من الماء فهو

يعتمد على قياس نسبة كلوريد الصوديوم الموجودة بالماء والتي تعمل على زيادة درجة التيار الكهربائي فالمعروف أن هذه النسبة تزيد بزيادة ملوحة الماء كما يبين الجهاز درجة نقاوة الماء وصلاحيته للشرب



#### -جهاز TDS. EC-

هذا الجهاز هو جهاز شامل ومتكامل يمكنه قياس نسبة الأملاح الموجودة في الماء بدرجة عالية جدا كما يمكنه أيضا معرفة درجة نقاوة الماء ونسبة الشوائب الموجودة به كما أن الجهاز يمكنه قياس درجة الحرارة أيضا فهو من الأجهزة المتكاملة لقياس نسب الملوحة في الماء



جهاز BLUELAB

5-

يمكن شراء هذا الجهاز لأنه مكون من جهازين وهما جهاز لقياس درجة حرارة الماء والأخر لقياس نسبة الأملاح الموجودة في الماء كما يعمل أيضا الجهاز على قياس نسبة المحلول المغذي في الزراعة المائية لذلك فهو يصلح للاستخدام المنزلي وفي معامل تحلية مياه الشرب



## 6-جهاز DIGITAL TDS METER

وهو جهاز لقياس درجة الأملاح الموجودة في الماء فهو من إصدار شركة HANNA ويعتبر الجهاز الأول المتخصص في قراءة النسبة الصحيحة للأملاح بالماء ويمكن استخدامه في المنزل أو في معامل تحلية المياه كما يعتبر الجهاز الأول المستخدم في قياس نسبة الأملاح الذائبة في أحواض الأسماك



## جهاز CALIBRATE WITH NaCl

يعمل هذا الجهاز على قياس نسبة الأملاح الموجودة في مياه الشرب حيث ثبتت فعالية كبيرة جدا في الوصول إلى النسبة الصحيحة فهو جهاز متخصص في معرفة نقاوة مياه الشرب حيث يقيس هذا الجهاز من نسبة صفر إلى 9990



## -جهاز TRAKER

يعمل هذا الجهاز على قياس درجة الحرارة في الماء كما يعمل أيضا على قياس نسبة الأملاح الذائبة بالماء ويقيس أيضا الأوكسجين المذاب فهو جهاز ثلاثي متكامل لا يمكن الاستغناء عنه في معامل تحلية مياه الشرب وحتى في الاستخدام المنزلي.



## Chapter 4

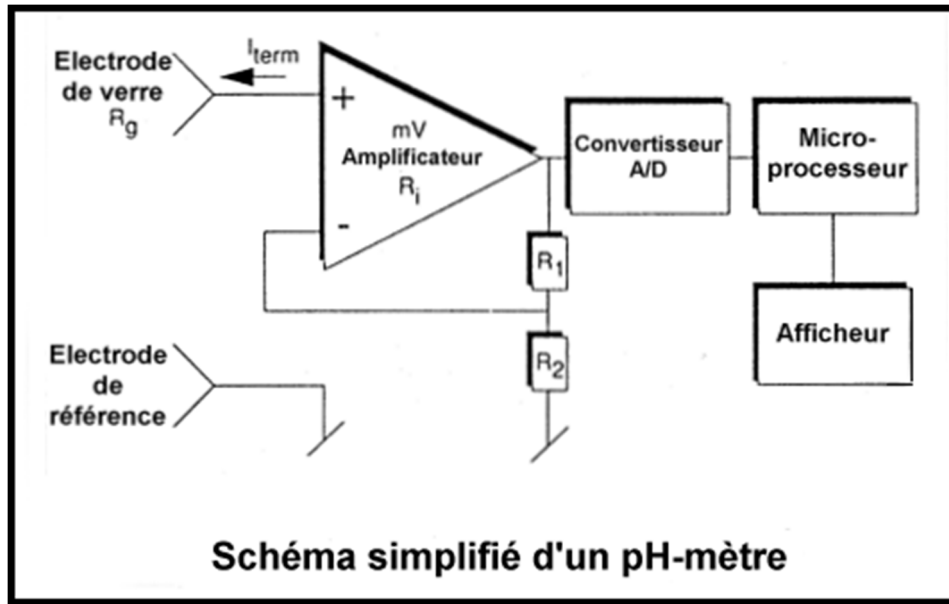
### pHmétry

□ قبة : □

□ هاز الأس الهيدرويني (بالإنجليزية (pH meter): هي أداة إلكترونية تستعمل لقياس الأس الهيدروجيني) درجة الحموضة أو القاعدية لسائل معين. عادة ما يتكون من قطب خاص (قطب زجاجي) متصل بمقياس إلكتروني يقيس ويعرض رقم الأس الهيدروجيني.

#### القطب

القطب يقيس الأس الهيدروجيني تبعاً لنشاط الأيونات الهيدروجينية المحيطة بالبصيلة الزجاجية (bulb) ذات الجدار الرقيق. هذه البصيلة موجودة على طرف القطب. ينتج القطب فرق كمون صغير (حوالي 0.06 فولت لكل وحدة من الأس الهيدروجيني). هذا الفرق في الكمون يتم قياسه وعرضه على شاشة الجهاز كوحدة للأس الهيدروجيني.



## المقياس

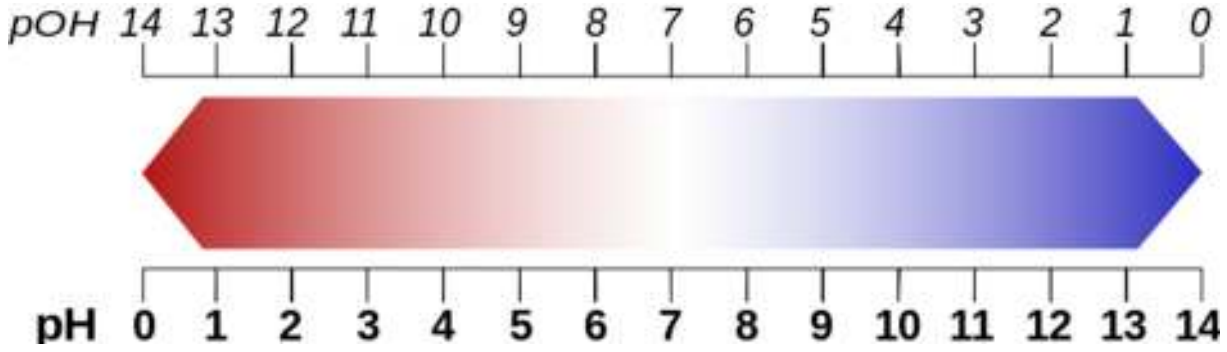
ينحصر دور المقياس في قياس فرق الكمون، مثل مقياس الجهد الكهربائي، غير أنه يعرض القياسات كوحدة الأس الهيدروجيني بدلا من وحدات الفولط. مع ملاحظة أن الأس الهيدروجيني للمحاليل المنظمة صالحة فقط عند درجة الحرارة  $25^{\circ}\text{C}$ . عند قياس PH لمحلول يكون (7) للمحلول المتعادل مثل الماء واقل من (7) للمحاليل الحامضية واكثر من (7) للمحاليل القاعدية وان قيمة PH العددية تقل بزيادة حموضة المحلول اي زيادة تركيز  $\text{H}^+$  وتزداد بزيادة قاعدية المحلول اي بزيادة تركيز  $\text{OH}^-$

## □ معايرة الجهاز و□ تعمله

تتم المعايرة على الأقل بمحلولين منظمين ولكن من الأفضل استعمال ثلاث محاليل منظمة. يحتاج الجهاز للمعايرة تقريبا عند كل استعمال. هناك بعض الأجهزة الحديثة الصنع التي يمكن أن تحتفظ بالمعايرة لمدة شهر. المحلول المعياري المنظم والنموذجي يملك أسا هيدروجينيا متعادلا (pH 7) يتم اختيار المحلول المنظم الثاني تبعا لمجال الأس الهيدروجيني الذي ستتم فيه القياسات. في معظم الأحيان، الأس الهيدروجيني 10 للمحاليل القاعدية و 4 للمحاليل الحمضية.

## أس هيدرو□ يني

الأس الهيدروجيني (أو درجة الحموضة أو القوة الهيدروجينية) بالإنجليزية power of hydrogen : (pH or ويرمز لها بالرمز pH هي القياس الذي يحدد ما إذا كان السائل حامضا أم قاعديا أم متعادلا. تعتبر السوائل ذات درجة حموضة أقل من 7 أحماضا وتعتبر السوائل ذات درجة حموضة أعلى من 7 محلولاً قلوياً أو قواعد. أما درجة الحموضة 7 فهي تعتبر متعادلة وهي تساوي حموضة الماء النقي عند درجة حرارة 25 مئوية. ويمكن معرفة درجة حموضة أي محلول باستخدام مؤشر الرقم الهيدروجيني. (درجة الحموضة) يسمونها أحيانا الأس الهيدرو□ يني (هي سالب لوغاريتم تركيز أيون الهيدروجين في محلول ما ويشير الي درجة حموضة ذلك المحلول ، ويمكن قياسه عن طريق مؤشر الأس الهيدروجيني.



### □ مؤشر الأس الهيدروجيني □

هي مادة كيميائية تمتلك خاصية التلون الحمضي مما يمكن التعرف على الرقم الهيدروجيني بسهولة لمحلول ما عند إضافتها إليه، سواء أكان حامضي أو قاعدي. وبمعنى آخر فإن مؤشر الرقم الهيدروجيني هو كاشف كيميائي عن أيونات الهيدروجين. وعادة ما يؤدي إضافة هذه المادة إلى تغيير لون المحلول تبعاً لرقمه الهيدروجيني.

تتكون مؤشرات الرقم الهيدروجيني عادة من أحماض أو قواعد ضعيفة والتي ترتبط عند إضافتها إلى المحلول بأيونات الهيدروجين أو أيونات الهيدروكسيد. وينتج تغير اللون من التشكيلات المختلفة التي يمكن أن يرتبط بها المؤشر بهذه الأيونات.

نظراً لأن نتيجة فحص المحاليل باستخدام هذا المؤشر تعتمد على تحديد اللون الناتج عن الإضافة فإن النتيجة لا تكون ذات دقة عالية. ويلجأ عن الحاجة إلى دقة أكبر في معرفة الرقم الهيدروجيني إلى مقاييس الحموضة.

تستخدم مؤشرات الرقم الهيدروجيني عادة في عمليات المعايرة الكيميائية في تجارب الكيمياء التحليلية والعلوم الحياتية لمعرفة مدى تقدم التفاعل الكيميائي.

يبين الجدول التالي عدد من مؤشرات الرقم الهيدروجيني المستخدمة في المخبر. عند الكشف عن محاليل ذات رقم هيدروجيني متوسط بين مدخليين من مدخلات الجدول فإن اللون الناتج يكون متوسطاً بين اللونين. فعلى سبيل المثال، عند الكشف باستخدام الفينول الأحمر على محلول ذي رقم هيدروجيني بين 6.6 و 8.0 يكون اللون الناتج برتقالياً. وكذلك فإن التغيير في اللون قد يعتمد على عوامل خارجية عدا عن الرقم الهيدروجيني كتركيز المؤشر في المحلول ودرجة الحرارة التي يستعمل عندها.

## العلاقة بين pH و pOH

ترتبط فاعليتي الأس الهيدروجيني والأس الهيدروكسيلي بمعادلة التفاعل) تفكك الماء:



هذا تفاعل عكوس ويتميز بثابت توازن:

$$K_W = \frac{a_{\text{H}_3\text{O}^+} \cdot a_{\text{OH}^-}}{a_{\text{H}_2\text{O}}}$$

وبأخذ اللوغاريتم للأساس 10 السالب نحصل على:

$$-\log_{10} K_W = -\log_{10} a_{\text{H}_3\text{O}^+} - \log_{10} a_{\text{OH}^-} + \log_{10} a_{\text{H}_2\text{O}} = \text{pH} + \text{pOH}$$

أي أن التركيزان مرتبطان ببعضهما البعض بحيث تكون:

$$\log_{10} K_W = \text{pH} + \text{pOH} .$$

ونظراً لأن نشاط الماء في المحلول المخفف نعتبره 1 ، فيكون لوغاريتمه صفراً. ونحصل على ثابت التوازن في الظروف العادية لدرجة الحرارة والضغط ، أي عند 25 درجة مئوية والضغط الجوي العادي:

$$K_W = 10^{-14}$$

أي أن العلاقة بين pH و pOH هي:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

## طرق قياس pH

تستخدم عدة طرق لتعيين pH.

### الفلمتر

تعتمد طريقة معظم الأجهزة المستخدمة على طريقة الفولتمتر. وفيها ثملاً كرة غشائية زجاجية بمحلول منظم وتغطس في المحلول المراد قياسه. ونظراً لميول أيونات الهيدروجين للالتصاق بالطبقة الرقيقة من السيليكاك لسطح الزجاج ينشأ جهد كهربائي بحسب فرق ال PH بين داخل وخارج الكرة الزجاجية. وتقاس تلك القوة الدافعة الكهربائية بواسطة قطبين مرجعيين ، أحدهما داخل الكرة الزجاجية والآخر خارجها في محلول العينة المراد قياس ال PH لها. (أنظر إلكتروني pH .

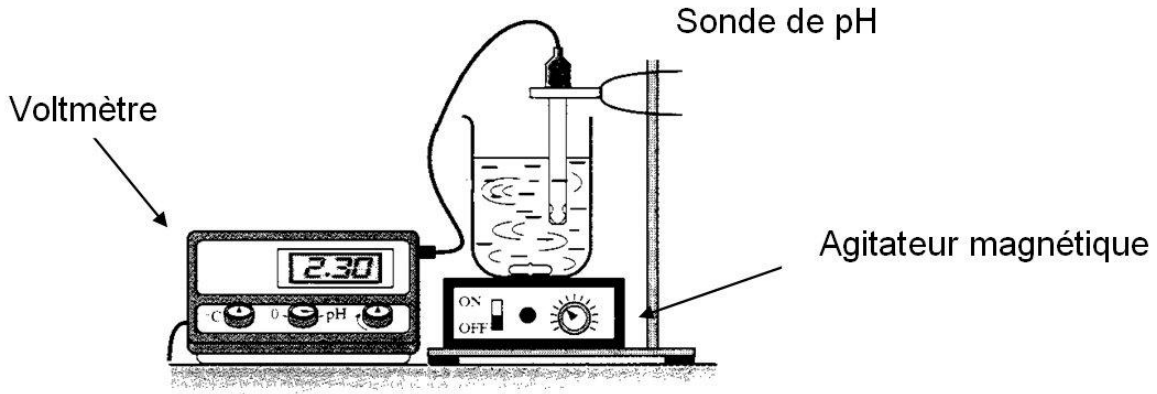
### □ قحل حقلي حساس

عمل المقحل الحقلي يشبه عمل قطب الكرة الزجاجية. تتراكم أيونات الهيدروجين على السطح الحساس لغشاء المدخل Gate Membran للمقحل ISFET فينشأ جهد كهربائي عليه ، مما يغير مرور التيار

الكهربائي في الترانسيستور. ويمكن تحويل ذلك التغير في التيار إلى إشارة كهربائية بواسطة جهاز مناسب بحيث تعطي قيمة ال PH مباشرة.

### □ عيين ال PH كاشف لوني

يمكن تعيين الأس الهيدروجيني لمحلول بواسطة استخدام طريقة مقارنة اللون تستخدم فيها كواشف لونية



### المحلول المنظم:

هو محلول كيميائي يُقاوم أيّ تغيير في تركيز أيون الهيدروجين وأيون الهيدروكسيد، عند إضافة كميات قليلة من حمض قوي أو قاعدة إليها، أو عند تخفيف المحلول. وبذلك «يُنظّم» أيّ يُحافظ على درجة الحموضة) الرقم الهيدروجيني (عند (أو قريباً من) قيمة ثابتة. يتكون المحلول المنظم من خليط لحمض ضعيف وأحد أملاحه أو خليط لقاعدة ضعيفة وأحد أملاحها.

يتكون محلول منظم من مخلوط تتغير فيه قيمة pH قليلا عند إضافة حمض أو قاعدة إليه ، أي يكون تغييره في المحلول المنظم أقل من تغييره في حالة عدم كونه محلولاً منظماً. وينشأ عمل المحلول المنظم من تفاعل أيونات أكسونيوم ( $H_3O^+$ ) المضافة مع حمض إلى حمض ضعيف ، أو تفاعل أيون هيدروكسيد ( $OH^-$ ) المضافة بواسطة إضافة قاعدة إلى قاعدة ضعيفة والتي لا تميل إلى إنتاج أيونات أو أكسونيوم أو أيونات هيدروكسيد بنفسها على التوالي.

تنتج المحاليل المنظمة في الكيمياء باستخدام محلول مائي منظم. كما يوجد في جسم الإنسان والحيوان محاليل منظمة معقدة التركيب طبيعياً في الدم.

pH	حلول A □	حلول B □	يكمّل الحجم الماء □
1	25 ml de KCl à 0,2 mol/L	+ 54,2 ml d'HCl à 0,2 mol/L.	100 mL
2	25 ml de KCl à 0,2 mol/L	+ 5,9 ml d'HCl à 0,2 mol/	100 mL
3	50 ml d'hydrogénophthalate de potassium à 0,1 mol/L	+ 22.3 ml d'HCl à 0,1 mol/L.	100 mL
4	50 ml d'hydrogénophthalate de potassium à 0,1 mol/L	-	100 mL
5	50 ml d'hydrogénophthalate de potassium à 0,1 mol/L	+ 22.6 ml de NaOH à 0,1 mol/L.	100 mL
6	50 ml d'hydrogénophthalate de potassium à 0,1 mol/L	+ 45 ml de NaOH à 0,1 mol/L.	100 mL
7	50 ml dihydrogénophosphate de potassium (KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) à 0,1 mol/L	+ 29,1 ml d'e NaOH à 0,1 mol/L.	100 mL
8	50 ml dihydrogénophosphate de potassium (KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) à 0,1 mol/L	+ 46.7 ml d'e NaOH à 0,1 mol/L. Compléter à 100 mL avec de l'eau.	100 mL
9	50 ml de borax à 0,025 mol/L	+ 4,6 ml d' HCl à 0,1 mol/L	100 mL
10	50 ml de borax à 0,025 mol/L	+ 18,3 ml de NaOH à 0,1 mol/L.	100 mL
11	50 ml de di-sodium hydrogéné phosphate à 0,05 mol/L	+ 4,1 ml de NaOH à 0,1 mol/L.	100 mL
12	50 ml de di-sodium hydrogéné phosphate à 0,05 mol/L	+ 26,9 ml de NaOH à 0,1 mol/L.	100 mL

### أهمية المحلول المنظم في النبات

1. أن الأنزيمات تحتاج لوسط تكون فيه قيمة PH ثابتة تقريباً لتعمل بنشاط
2. معالجة التربة لنمو المحاصيل المختلفة.

