

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

المركز الجامعي بورقلة

معهد الكيمياء الصناعية

مذكرة تخرج لنيل شهادة مهـندس دولـة

التخصص : كيمياء صناعية

الفرع : هندسة كيميائية

الموضوع :

استعمال اللاقط الضوئي  
في تحليل الماء بالطريقة اللونية

الأستاذ المشرف :

كمال الدين عيادي

إعداد الطلبة :

- زغود العيد

- حسيني ابراهيم

السنة الجامعية 1999 / 2000

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

المركز الجامعي بورقلة

معهد الكيمياء الصناعية

مذكرة تخرج لنيل شهادة مهندسة دولية

التخصص : كيمياء صناعية

الفرع : هندسة كيميائية

الموضوع :

استعمال اللاقط الضوئي  
في تحليل الماء بالطريقة اللونية

الأستاذ المشرف :  
كمال الدين عيادي

إعداد الطلبة :  
- زغود العيد  
- حسيني ابراهيم

السنة الجامعية 1999 / 2000

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# التشكرات

(( الحمد لله الذي وفقنا لإتمام هذا العمل ))

نتقد بالشكر الجزيل إلى الأستاذ المشرف كمال الدين عيادي على متابعته المستمرة لنا وتوجيهاته القيمة .

كما نتقدم بالشكر عرفانا منا بالجميل للهيئات العديدة التي ساعدتنا ونخص بالذكر الوكالة الوطنية للموارد المائية بورقلة (A.N.R.H) وخاصة السيد أحمد معمري الذي أمد لنا يد العون ولم يبخل عنا بأية معلومة تفيدنا من قريب أو بعيد .

كما نشكر عمال المؤسسة الوطنية للغازات الصناعية (E.N.G.I) لدعمهم المادي لنا .

وأخيرا نتقدم بالشكر الجزيل إلى كافة الأساتذة ، العمال ، الطلبة و الأصدقاء الذين ساعدونا ونذكر منهم : أحمد حوتي ، أحمد بن ختو ، السعيد بن فرج الله محمد عادل مجول ، توفيق مجول ، الطاهر بلمهدي وغيرهم وهم كثيرون .

# الإهداء

إلى والدي العزيز علي الذي ما أفديت له بالخير فلن ولن أوفيه حقه ...

إلى من غمرتني بحنانها وتتبعني بدعواتها أمي هانية

إلى أخوتي : محمد ، ابراهيم ، أحمد ، تبر.

إلى كل الأصدقاء وأخص بالذكر منهم : الطاهر ، عيسى ، لحسن ، بوبكر ، الحاج

محمد عادل ، توفيق ، ابراهيم ... .

إلى جميع زملائي في الدراسة .

إلى كل هؤلاء أهدي هذا العمل

زغور العير

# الإهداء

إلى فيض الحنان ومنبع الحب وموفور العناية ...

إلى من حملتني خلق من بعد خلق ، إلى من سهرت لأنام ومن تعبت

لأرتاح ، ومن شارفت الموت لأقبل الحيات ، إليكي أهدي ثمرة عملي ... يا أمي فريحة

إلى من كان سببا في وجودي ، إلى من تحمل الصعاب ليذلل لي أسباب الحياة

إلى من لم يجحد علي بصغيرة أو كبيرة حتى أوصلني إلى ما أنا فيه ، إليك أهدي عصارة

جهدي ... يا أبي بشير

كما أهدي هذا العمل إلى قدوتي في كسب العلم أخي العزيز محمد العيد وإلى الأخ

العزيز مسعود وإلى أختي الغالية نادية وإلى جميع أخواتي وأخوتي كل باسمه .

إلى الأصدقاء الأعزاء إسماعيل ، عامر و رضوان .

إلى زملائي وزميلاتي قسم الخامسة كيمياء صناعية دفعت 2000/1999 وأخص

منهم بالذكر فضيلة ونور الدين .

إلى كل هؤلاء أهدي هذا العمل

إبراهيم حسيني

01

الجزء النظري

02

الفصل الأول : عموميات حول الأشعة الكهرومغناطسية

03

1 ( الأشعة الكهرومغناطسية

03

1 . 1 ( طاقة الإشعاع

03

1 . 2 ( امتصاص وانبعث الاشعاع الكهرومغناطسي

04

1 . 3 ( طيف الامتصاص للذرة و الجزيء

06

1 . 4 ( استعمال الأشعة الكهرومغناطسية في التحليل الكيمياءني

06

1 . 5 ( الضوء المرئي

09

1 . 6 ( النواقل الكهربية وتأثرها بالإشعاعات

11

الفصل الثاني : الطريقة اللونية

12

1 ( طريقة القياس اللوني

12

1 . 1 ( مبداء الطريقة

12

1 . 2 ( قانون بير

19

1 . 3 ( اختيار الطول الموجي في الطرق اللونية

21

1 . 4 ( جهاز القياس اللوني

23

الفصل الثالث : عموميات حول المياه وتحليلها

24

1 ( عموميات حول المياه

24

1 . 1 ( دورة الماء في الطبيعة

24

1 . 2 ( بيئة جزيء الماء

25

1 . 3 ( خصائص الماء

26

1 . 4 ( المواد المنحلة في الماء

27

2 ( تحليل المياه

27

2 . 1 ( العناصر التي يتم تحليلها في الماء

28

2 . 2 ( طرق التحليل

الجزء العملي

29

الفصل الرابع : التركيبية المقترحة

30

1 ( المكونات

30

1 . 2 ( دراسة مكونات التركيبية

31

2 ( تصميم التركيبية

33

3 ( مبداء عمل التركيبية وهدفها

33	4 ( دراسة استقرار التركيبة
35	1 . 4 ( الملاحظات
36	الفصل الخامس : التطبيق على الماء
37	1 ( طريقة العمل وهدفها
37	2 ( الوسائل المستعملة
37	2 . 1 ( الأدوات
37	2 . 2 ( المحاليل
38	2 . 3 ( الكواشف
39	3 ( العمل التطبيقي الأول
39	3 . 1 ( التجربة الأولى
40	3 . 2 ( التجربة الثانية
41	4 ( العمل التطبيقي الثاني
41	4 . 1 ( التجربة الثالثة
41	4 . 2 ( التجربة الرابعة
41	5 ( العمل التطبيقي الثالث
42	الفصل السادس: النتائج و التحاليل
43	1 ( النتائج
49	1 . 1 ( نتائج تطبيق قانون بير
52	2 ( التحاليل

الاقتراحات

الخاتمة

المراجع

الملحق



## مقدمة :

لقد أصبحت تقريبا كل صفة فيزيائية لعنصر معين أو مركب قاعدة لطريقة تحليلية و عليه فإن إمتصاص الضوء من طرف مادة يمكن أن يستثمر ليصبح أسلوبا و طريقة للتحليل من خلال تصميم جهاز ذي كفاءة و حساسية لقياس هذه الصفة ، و بناءا على هذا تم اكتشاف عدت طرق ضونية للتحليل الكيميائي تختلف حسب نوعية التحليل (كمي ، نوعي ) أو حسب الضوء المستعمل ( مرني ، غير مرني ) إضافة إلى طبيعة المواد المراد تحليلها. و من بين هذه الطرق نجد الطريقة اللونية التي تستخدم لتحليل المواد التي لها القابلية لامتصاص الضوء المرني و هي تدرج ضمن طرق التحليل الكمي ، و أدخلت هذه الطريقة في مجال التطبيقات العملية لتقدير المواد الموجودة بكميات صغيرة جدا أو أثار من تلك الكميات.

تعتمد الطريقة اللونية في تقديرها للمواد على قياس كمية الضوء الممتصة من قبل هذه المواد بجهاز خاص يسمى جهاز القياس اللوني ، و طالما أن هذه الكمية الممتصة تعتمد على تركيز المادة الماصة فبذلك يكون من الممكن تحديد كمية المادة الموجودة.

لاستعمال الطريقة اللونية في تحديد كمية بعض العناصر الموجودة في الماء ، نقترح في بحثنا هذا تركيب بسيطة تحتوي على لاقط ضوئي بدلا من جهاز القياس اللوني و هذا من أجل التوصل إلى إمكانية استعمال هذه التركيبية في تحليل الماء.

يحتوي هذا البحث على ستة فصول بين النظري و العملي تتمحور حول مايلي :

- عموميات و معلومات حول الأشعة الكهرومغناطيسية تفيدنا في شرح الطريقة اللونية.
- شرح الطريقة اللونية من مبداء عملها إلى الجهاز المخصص لها في القياس.
- عموميات حول المياه و تحليلها.
- تصميم و دراسة التركيبية المقترحة.
- التطبيق على الماء و تحليل النتائج المتحصل عليها.

الجزء النظري :

## الفصل الأول

عموميات حول الأشعة الكهرومغناطيسية

## 1 ( الأشعة الكهرومغناطيسية :

إستناداً للشكل الموجي يمكن وصف الأشعة الكهرومغناطيسية على أنها تذبذب للمجالين الكهربائي و المغناطيسي ، وهي توجد بعدة أشكال من بينها الضوء المرئي ، الأشعة فوق البنفسجية، الأشعة تحت الحمراء ، الأشعة السينية ، أشعة غاما ، الأمواج القصيرة و أمواج الراديو. و الأشعة الكهرومغناطيسية هي حاملة للطاقة .

### 1 . 1 ( طاقة الإشعاع :

يمكن تشخيص الإشعاع من خلال طوله الموجي  $\lambda$  ، أو من خلال تردده  $\nu$  ( Fréquence ) و العلاقة التي تربطهما هي :

$$\nu = C / \lambda$$

$\nu$  : التردد ( ثا<sup>-1</sup> ، هرتز )

$C$  : سرعة الضوء (سم/ثا)

$\lambda$  : طول الموجة (سم)

تتكون الأشعة الكهرومغناطيسية من جزيئات صغيرة تدعى الفوتونات ( أو الكوانتا) ، وأن طاقة الفوتون تتغير بتغير تردد الإشعاع . (م2)

$$E = h . \nu$$

$E$  : طاقة الفوتون (جول )

$h$  : ثابت بلانك (  $10 \times 6,63 \times 10^{-34}$  جول.ثا )

ونستخلص من هذه المعادلة أن الشعاع ذو الطاقة العالية يكون تردده عاليا وطوله الموجي قصيرا .

### 1 . 2 ( إمتصاص وإنبعاث الإشعاع الكهرومغناطيسي :

لكي يحدث إمتصاص شعاع كهرومغناطيسي من طرف ذرة ( جزيء) لابد أن تكافئ طاقة الإشعاع فرق الطاقة بين مستويات الطاقة الكمية لهذه الذرة ( الجزيء) . ولو كان فرق الطاقة بين مستويات الطاقة لجزيء يتمثل بـ  $( \Delta E )$  وأن الطول الموجي للإشعاع هو  $\lambda$  ، فإن الطاقة الممتصة هي  $( \Delta E )$  وذلك من خلال العلاقة التالية :

$$\Delta E = h . C / \lambda$$

وعندما تمتص ذرة (أو جزيء) طاقة فإن إلكترون تلك الذرة (أو الجزيء) سيتحرك لمستوى طاقة أعلى ، أو يكون بحالة مثارة وتعتبر هذه الحالة هي الصفة الخاصة لذرة أو جزيء ما .

ولتبسيط فكرة إمتصاص الشعاع أو إنبعائه نلخصه بالمخطط 1 .



### المخطط 1 : رسم تخطيطي لمستويات الطاقة

حيث يمثل الخطان الأفقيان مستويين من الطاقة لنفس المادة .

$E^{\circ}$  : هو حالة الإلكترون الهامدة الطبيعية .

$E^*$  : هو حالة الإلكترون المثارة .

ويمكن للإلكترون أن ينتقل من  $E^{\circ}$  إلى  $E^*$  إذا أضيفت له طاقة ( ضوء ، حرارة... ) . وهذه

الطاقة الممتصة تؤدي بالذرة أو الجزيء لأن يكون بحالة مثارة .

وحالما تكون المادة بهذه الحالة تحاول أن تفقد الطاقة الزائدة على عدة طرق :

- من الممكن أن تصطدم الجزيئة ذات الطاقة العالية بالجزيئات الأخرى مسببة بذلك نقل

طاقتها إلى المحيط بها .

- قد تفقد الذرة تلك الطاقة بإطلاق الفوتونات (عملية إنبعاث) ، و الطاقة المفقودة هذه تكون

مساوية لفرق الطاقة بين المستويين  $E^*$  و  $E^{\circ}$  . (م2)

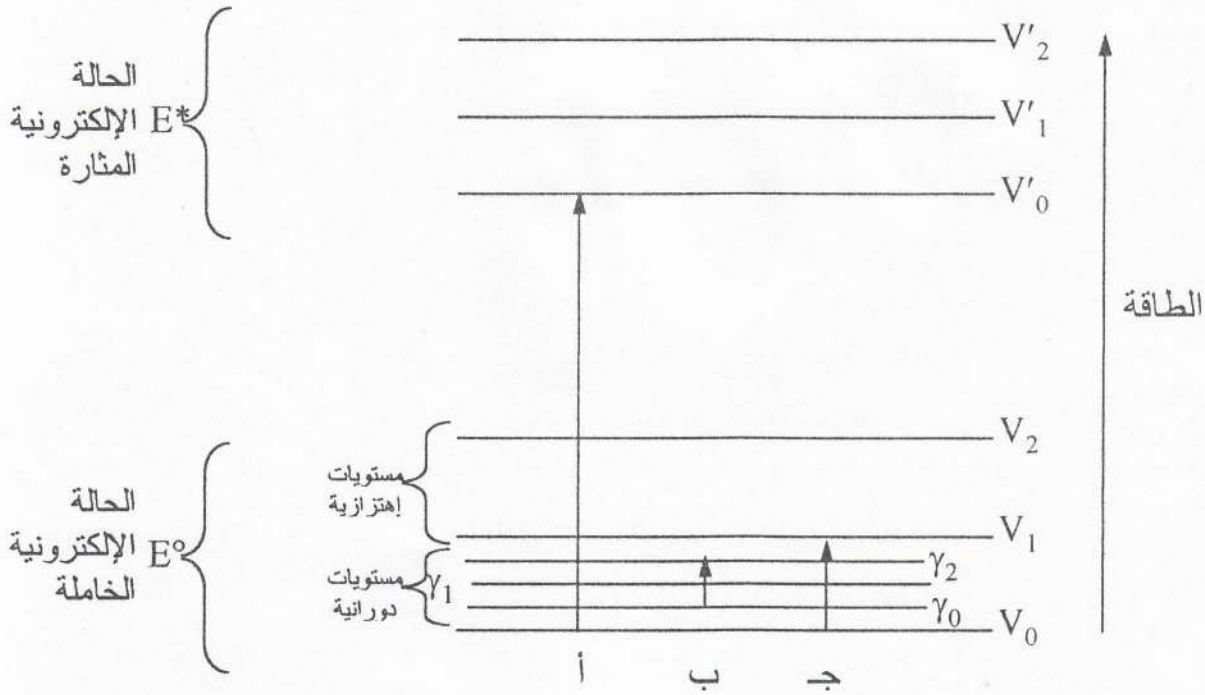
### 1 . 3 ) طيف الإمتصاص للذرة و الجزيء :

يمكن للذرة في جزيئة ما أن تهتز أو تدور بالنسبة للذرات الأخرى ، وأن هذه الإهتزازات

و الدورانات لها طاقاتها المميزة لها ولكن بفرق طاقي منخفض بين المستويين الأعلى و الأسفل

بحيث يكون أقل من فرق الطاقة مقارنة مع إنتقال الإلكترون ، وتوجد عدة مستويات لطاقة الإهتزاز

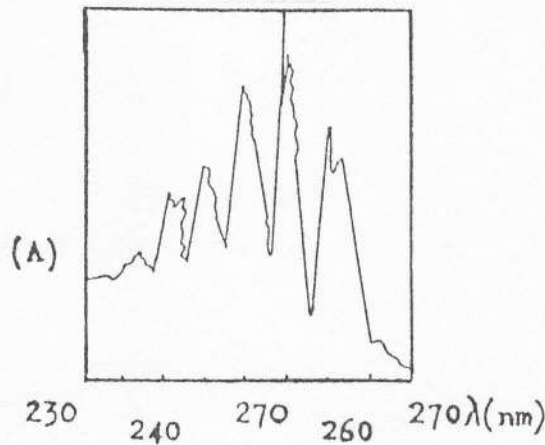
وطاقة الدوران فوق كل مستوى إلكتروني ( الشكل 1 ) .



الشكل 1 : مستويات الطاقة للجزيء

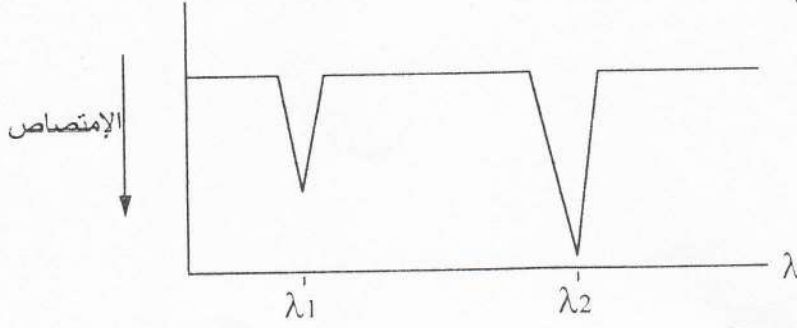
أ : إنتقالات إلكترونية      ب : إنتقالات دورانية      ج : إنتقالات إهتزازية

ومن الشكل 1 نلاحظ أن الإنتقال الإلكتروني يحتاج إلى طاقة أكبر بينما الإنتقال الدوراني يحتاج إلى طاقة أقل . ولكن قد تحدث إنتقالات أخرى من المستويات الدورانية أو الإهتزازية ضمن الحالة الخاملة إلى مثيلاتها في الحالة الإلكترونية المثارة ، وأن هذه الإنتقالات تؤدي إلى جعل طيف الجزيئة يظهر عريضا وغير مميز وهذا النوع من الطيف يسمى بالحزمة الطيفية لما تحتويه من عدة أطيف لعدة إنتقالات (الشكل 2) .



الشكل 2 : طيف الامتصاص لبخار البنزين

كما نلاحظ من الشكل قمم واضحة وكبيرة وأخرى صغيرة وغير مميزة ، وأن كل قمة تقابل إنتقال إلكترون من الحالة الإلكترونية الخاملة إلى الحالة الإلكترونية المثارة .  
أما في حالة الذرة فإنه لا يوجد إلا الإنتقالات الإلكترونية فقط مما يجعل الطيف واضحا ودقيقا (الشكل3) . (2م)



الشكل 3 : طيف الإمتصاص لذرة

#### 1 . 4 ) استعمال الأشعة الكهرومغناطيسية في التحليل الكيميائي :

لقد أصبح من السهل إذن أن نميز بين الإشعاع (المتص أو المنبعث ) أهو للذرة أم للجزيء . فالجزيئة تعطي حزمة أطياف بينما تعطي الذرة طيفا خطيا . هذا من جهة ومن جهة أخرى فإن الإختلاف في فرق الطاقة بين المستويات الإلكترونية للذرة تختلف عما عليه في الجزيئة لذلك فإن موقع هذه الحزم أو الخطوط الطيفية يمكن إستخدامها للتحليل النوعي للمادة قيد البحث . أما كمية الإشعاع الممتصة من طرف المادة فيمكن إستخدامها للتحليل الكمي لهذه المادة .

لدراسة طيف الجزيء أو الذرة يمكن إستخدام طاقة بكمية معينة ، فمثلا لإثارة الجزيء وجعله في حالة إلكترونية مثارة يتطلب ذلك إستخدام طاقة عالية وبذلك فإن الأشعة الفوق بنفسجية أو المرئية هي التي تستعمل . بينما تستخدم الأشعة تحت الحمراء ذات الطاقة القليلة لإحداث إنتقالات إهتزازية في حين أن الأمواج القصيرة تحدث إنتقالات دورانية فقط . (2م)

#### 1 . 5 ) الضوء المرئي :

الضوء المرئي ( الأبيض ) هو جزء من طيف الأشعة الكهرومغناطيسية حيث يشغل مجالا صغير يطلق عليه إسم المجال المرئي ويقع ما بين الأطوال الموجية 400 و750 نانومتر وينحصر تردده تقريبا ما بين  $10^{14}$  و  $10^{15}$  هرتز ، أما طاقة إشعاعه فهي ما بين  $10^4$  و  $10^5$  حريرة لكل مول من الفوتونات .

عند تحليل الضوء الأبيض بموشور فإننا نحصل على أضواء مرئية ملونة مما يدل على أن الضوء الأبيض هو تركيبة لمجموعة من الألوان ، وهذه الألوان لها أطوال موجية داخل المجال المرئي كما يوضحه الجدول 1 . (م3)

اللون	الطول الموجي (نانومتر)
بنفسجي	435 - 400
أزرق	480 - 435
أخضر	560 - 500
أصفر	595 - 580
برتقالي	650 - 595
أحمر	750 - 650

جدول 1 : يوضح الأطياف المرئية

1 . 5 . 1 ) سرعة إنتشار الضوء :

سرعة إنتشار الضوء تتوقف على نوع الوسط المادي الذي تنتشر فيه ، حيث تبلغ أكبر قيمة لها حين إنتشارها في الخلاء ( عمليا الهواء ) . وتقدر هذه السرعة بـ  $3 \times 10^8$  م/ثا .

1 . 5 . 2 ) إنعكاس وإنكسار الضوء :

عند إنتشار حزمة ضوئية في الهواء و تسقط على وسط مادي معين ( غير عاتم ) نلاحظ أن جزء من ضوء هذه الحزمة يرتد في الهواء وفق جهة معينة ، وتسمى هذه الظاهرة بإنعكاس الضوء . أما الجزء الأخر من ضوء الحزمة ينفذ في الوسط المادي مع حدوث تغيير في منحى إنتشاره ، وتسمى هذه الظاهرة بإنكسار الضوء . أما في الأوساط العاتمة فالضوء ينتشر في كل الإتجاهات ( الشكل 4 ) .

عموما تكون ظاهرتا إنعكاس الضوء وإنكساره متلازمتين إلا في حالات خاصة حيث تكون

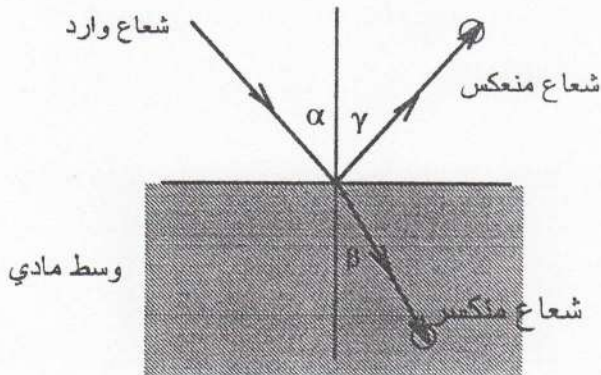
إحدى الظاهرتين منعدمة أو مهملة بالنسبة للأخرى .

$\alpha$  : زاوية الورد .

$\beta$  : زاوية الإنكسار

$\gamma$  : زاوية الإنعكاس

الشكل 4 : إنعكاس وإنكسار الضوء



وتقع الأشعة الواردة و المنعكسة و المنكسرة في نفس المستوي و العمودي على السطح الفاصل بين الوسطين . وتكونا زاويتي الورود و الإنعكاس متساويتين ، أما زاويتي الورود و الإنكسار فتكونا مختلفتين لكن النسبة بين جيبتي هاتين الزاويتين تكون ثابتة .

$$\sin \alpha / \sin \beta = \text{Constante}$$

$$V / V_1 = n$$

$V$  : سرعة الضوء في الفراغ (الهواء) .

$V_1$  : سرعة الضوء في الوسط المادي و المنكسر فيه الضوء .

نسمي هذا الثابت ( $n$ ) ب : قرينة الانكسار ( Indice de Réfraction ) . وتكون قرينة

الإنكسار لوسط ما ثابتة مثل الماء 1,33 ، الزجاج 1,5 .

في حالة وجود وسطين مختلفين غير الهواء فإنه

$$V_1 / V_2 = n_2 / n_1 = n_{2/1}$$

$V_1$  : سرعة الضوء في الوسط 1 ( الوارد منه الضوء )

$V_2$  : سرعة الضوء في الوسط 2 ( المنكسر فيه الضوء )

$n_1, n_2$  : قرينة الإنكسار للوسط 1 ، 2 على الترتيب

$n_{2/1}$  : قرينة الإنكسار النسبية للوسط 2 بالنسبة للوسط 1

### 1 . 5 . 3 ( إمتصاص الضوء و اللون :

يتكون الضوء الأبيض من أضواء ملونة وذات أطوال موجية مختلفة ، و يوافق كل لون

من هذه الألوان ألوان أخرى تسمى بالألوان المتممة (الجدول 2) . ( م 1 )



اللون المتمم	اللون	الطول الموجي ( نانومتر)
أصفر - أخضر	بنفسجي	435 - 400
أصفر	أزرق	480 - 435
برتقالي	أزرق - أخضر	490 - 480
أحمر	أخضر - أزرق	500 - 490
أرجواني	أخضر	560 - 500
بنفسجي	أصفر - أخضر	580 - 560
أزرق	أصفر	595 - 580
أزرق - أخضر	برتقالي	650 - 595
أخضر - أزرق	أحمر	750 - 650

### جدول 2 : يوضح الألوان المتممة

و يظهر اللون المتمم عند حذف لون ما من الضوء الأبيض و هو ما يحدث عند امتصاص الضوء من طرف محول يحتوي على مادة ماصة للضوء المرئي، فإذا كان الامتصاص يحدث مثلا لإشعاع في اللون البنفسجي فإن لون المحلول سوف يظهر بلون اصفر.

وتداخل هذه الألوان فيما بينها يجعلها تشكل اللون الأبيض للضوء ، فإذا حذفت حزمة ضوئية ذات لون أزرق فإن الضوء المتبقي سوف يغلب عليه اللون الأصفر .(م3)

### 1 . 6 ( النواقل الكهربائية وتأثرها بالإشعاعات :

#### 1 . 6 . 1 ( النواقل الكهربائية :

لا تتألف العناصر الصلبة من جزيئات مستقلة ، بل هي ترتيب منتظم للذرات ، تتماسك فيما بينها بروابط مشتركة ، بحيث تساهم كل ذرة بالإلكترونات طبقتها السطحية لتكتمل هذه الطبقة في كل ذرة ، وهو ما يكسب الجسم الصلب تماسكه ، وقد تبقى الإلكترونات السطحية مقيدة لكبر قدرة تحررها أو إنتزاعها كما في العوازل أو تصبح حرة لصغر قدرة تحررها كما في النواقل .  
تتعلق الناقلية الكهربائية للجسم الصلب بعدد الإلكترونات الحرة التي فيه وبسهولة تحركها فتقسم الأجسام الصلبة إلى نواقل وعوازل وأنصاف نواقل .

تشمل النواقل المعادن وخالنطها ، تزداد مقاومتها النوعية بإطراد مع درجة الحرارة ومع وجود الشوائب، ولا تتعلق بشدة المجال الكهربائي المطبق . وأن عدد الإلكترونات الحرة في ناقل جيد لا يتعلق بدرجة حرارته ، إلا أن سهولة تحركها تنقص بإرتفاع درجة الحرارة لما تعانيه من صدمات متزايدة يسببها الهيجان الحراري ، وهذا ما يفسر التزايد الطفيف للمقاومة الكهربائية مع التسخين ، أما أنصاف النواقل فهي التي تكون ناقليتها بين النواقل و العوازل وهي تحوي عددا ضئيلا من الإلكترونات الحرة في درجة الحرارة العادية .

### 1 . 6 . 2 ) تأثير الإشعاعات :

المقاومة النوعية للناقل لا تتعلق بالإشعاعات المسلطة على الناقل سواء كانت مرئية أو غير مرئية ، وعلى العكس من ذلك فإن أنصاف النواقل التي كما قلنا تحوي عدد ضئيل من الألكترونات الحرة تتأثر بالإشعاعات المرئية أو غير المرئية لأن هذه الأشعاعات لها القدرة على تحرير الإلكترونات الحرة و بالتالي تزداد الناقلية الكهربائية وتقل المقاومة ، ولذلك فإن مقاومتها النوعية تتغير كثيرا مع تعرضها للإشعاع .

الجزء النظري :

## الفصل الثاني

### الطريقة اللونية

## 1 ( طريقة القياس اللوني :

تستخدم هذه الطريقة لتحديد كمية المادة التي لها القابلية لامتصاص الضوء المرئي وتعتمد على مقارنة محلول ملون ذي تركيز مجهول بمحاليل ملونة ذات تراكيز معلومة . (م2)

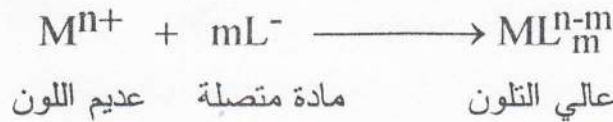
### 1 . 1 ( مبداء الطريقة :

يمكن تعريف التقدير اللوني مبدئيا بأنه عملية تقدير تركيز عنصر ما ، وذلك بإضافة جواهر كشافه معينة إلى هذا العنصر فيتكون لون ، و الذي فيه درجة عمق (كثافة) هذا اللون هو دليل على تركيز هذا العنصر .

تعتمد طريقة القياس اللوني على تحضير محاليل قياسية تحتوي على المادة المراد تقديرها وبتراكيز معروفة (محضرة بالوزن من المادة النقية ) وتقارن هذه المحاليل بمحاليل أخرى تحتوي على نفس المادة وبتراكيز مجهولة ، وهذا بعد إضافة كواشف للمادة و التي تحدث اللون . تتم المقارنة بالاعتماد على الامتصاص الضوئي للمحاليل السابقة وبمعرفة كمية الضوء الممتصة بواسطة جهاز القياس اللوني يتم تحديد التراكيز المجهولة بتطبيق علاقة تسمى بقانون بير .

### 1 . 1 . 1 ( طبيعة الكواشف :

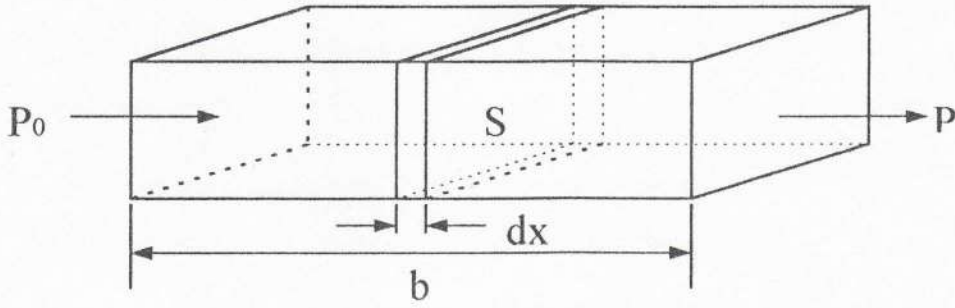
إن أغلب الكواشف التي تستعمل وتحدث اللون هي مواد تحتوي على مجاميع عضوية تسمى بالمتصلات ، وعند ترابط هذه الأخيرة بالأيونات تؤدي إلى تحويل المركب إلى مركب ملون والتوازن التالي بين ذلك : (م2)



ومن أهم المتصلات نجد :  $NO_2^{-}$  ,  $SCN^{-}$  ,  $CN^{-}$  ,  $F^{-}$  ,  $Cl^{-}$  ,  $Br^{-}$  ,  $I^{-}$

### 2 . 1 ( قانون بير :

إن حساب كمية الضوء الممتصة من قبل مادة يعتمد على فكرة عامة تسمى بقانون بير . لو تصورنا وعاء زجاجيا ذا أوجه مستوية ومتوازية يمر من خلاله شعاع أحادي اللون ، وقد ملئ بمادة ممتصة للضوء ومذابة في مذيب منفذ للأشعة (الشكل 5) .



الشكل 5 : شعاع يمر خلال محلول

- .  $P_0$  : شدة الإشعاع الداخل للمحلول .
- .  $P$  : شدة الإشعاع الخارج من المحلول .
- .  $b$  : طول مسار الإشعاع داخل المحلول .
- . عموما نعتبر الشعاع المنعكس عن سطح الوعاء أو الممتص من قبل الزجاج مهملا .

$$P_0 = P + P_1$$

- .  $P_1$  : شدة الإشعاع الممتص من قبل المحلول .

إن نقصان شدة الإشعاع المار بالمادة تتناسب مع كمية هذه المادة الماصة للإشعاع والمتواجدة في مسار الشعاع ، وهذا التعبير الكمي لهذه العلاقة عبر عنه ((بيير)) بصيغة رياضية عرفت بإسمه :

$$\frac{-dP}{P} = \frac{dS}{S}$$

وتحليل هذه العلاقة هو كما يلي :

$$dS = a \cdot dn$$

- .  $dS$  : مقطع من السطح  $S$  .
- .  $a$  : ثابت .
- .  $dn$  : عدد الجزيئات في المقطع  $dS$  .

$$\int_{P_0}^P \frac{dP}{P} = \int_0^n \frac{a \cdot dn}{S}$$

$$\ln \frac{P_0}{P} = \frac{a \cdot n}{S}$$

$$\log \frac{P_0}{P} = \frac{a \cdot n}{2,303 \cdot S} \longrightarrow (1)$$

العلاقة بين السطح وطول المسار هي :  $S = V / b$

$V$  : حجم المحلول

بالتعويض في (1) نجد :

$$\log \frac{P_0}{P} = \frac{a \cdot n \cdot b}{2,303 \cdot V} \longrightarrow (2)$$

نفرض  $N$  هو عدد المولات للمادة :

$$N = \frac{n}{6,02 \cdot 10^{23}} \text{ (mol)}$$

ونفرض أن  $c$  هو تركيز المادة في المحلول (مول/لتر)

$$c = \frac{n}{6,02 \cdot 10^{23}} \text{ (mol)} \cdot \frac{1000 \text{ (cm}^3\text{/l)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}}$$

$$c = \frac{1000 \cdot n}{6,02 \cdot 10^{23} \cdot V} \text{ (mol / l)}$$

بالتعويض في (2) نجد :

$$\text{Log} \frac{P_0}{P} = a.b.c. \frac{6,02 \cdot 10^{23}}{2,303 \cdot 10^3}$$

ولتبسيط هذه العلاقة أدخل ثابت  $\epsilon$  ، ويدعى هذا الثابت بمعامل الإمتصاص المولاري .

$$\text{Log} \frac{P_0}{P} = \epsilon . b . c$$

وتدعى هذه العلاقة الأخيرة بقانون بير .

1 . 2 . 1 ( معامل الإمتصاص المولاري :

هو صفة مميزة لمادة معينة وتتغير قيمته بتغير الطول الموجي ( في حالة مادة معينة )  
ويختلف من مادة لأخرى . ووحداته حسب وحدات التركيز وطول المسار ، وغالبا يأخذ  
التركيز (مول/لتر) وطول المسار (سم) .

1 . 2 . 2 ( الإمتصاصية :

يسمى المقدار (  $\text{Log} (P_0/P)$  ) بالإمتصاصية (A) .

$$A = \epsilon . b . c$$

كما تسمى كذلك بالكثافة الضوئية D ( Densite Optique ) .

طالما أن القوة النافذة للشعاع (P) يمكن أن تتدرج قيمها من 0 وحتى (P<sub>0</sub>) فإن (  $\text{Log} (P_0/P)$  )  
يمكن أن يتغير من الصفر وحتى اللانهاية ، ولكن عمليا قيم (A) أكبر من 2 أو 3  
يكون شيئا نادرا . (م2)

1 . 2 . 3 ( النفاذية :

وتعرف كمايلي :

$$T = \frac{P}{P_0}$$

وتؤخذ بالنسبة المئوية ( % )

$$T ( \% ) = \frac{P}{P_0} \cdot 100 \%$$

أما العلاقة بين الإمتصاصية و النفاذية :

$$A = - \text{Log } T$$

#### 1 . 2 . 4 ) تطبيق قانون بير :

إن قانون بير يشترط مايلي :

- أن يكون الشعاع الساقط أحادي اللون ( طول موجي وحيد ) .
- قانون بير يطبق على محاليل تحتوي على مواد ممتصة في حجم معين وفي خلية ذات مقطع منتظم .
- يطبق قانون بير على مواد موجودة بتركيز منخفضة ( عموما أقل من 0.01 مول/لتر ) . (م1)
- إن المواد الممتصة للشعاع لا تعتمد الواحدة على الأخرى خلال عملية الإمتصاص ولهذا فعندما يطبق قانون بير على نظام ذي مكونات متعددة بحيث لا يحدث أي تفاعل فيما بينها فإنه يمكن التعبير عن الإمتصاص الكلي لهذا النظام كمايلي : (م2)

$$A_{\text{total}} = b ( \epsilon_1 C_1 + \epsilon_2 C_2 + \epsilon_3 C_3 + \dots )$$

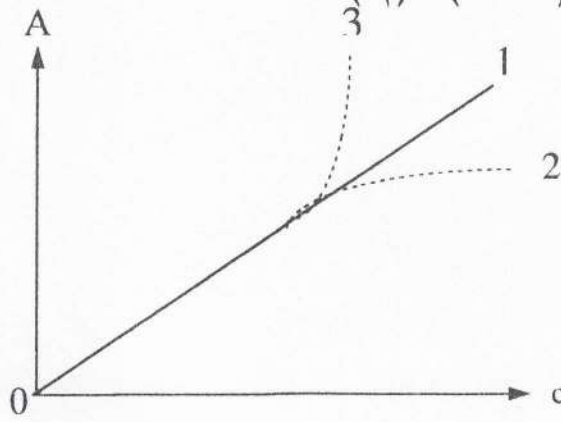
لقد بين بير بأن  $\epsilon$  لا تعتمد على التغير في التركيز أو طول المسار أو شدة الإشعاع الساقط كما أنه لا يبين تأثير درجة الحرارة أو طبيعة المذيب ، لكنه وجد عمليا بأن للحرارة تأثيرا ثانويا إذا لم يطرأ تغير فيها بشكل كبير حيث أن التركيز يتغير تبعا لتغير درجة الحرارة نتيجة تغير الحجم . كذلك فإن للحرارة تأثيرا على حالة التوازن القائمة بين المذاب مع المادة غير المذابة منه . هذا ومن جهة أخرى وجد أن بعض المواد يتغير إمتصاصها للشعاع في درجات حرارية منخفضة جدا ، وعلى هذا فإن درجة الحرارة لا يمكن إغفالها عمليا عند تطبيق قانون بير خاصة عند حساب إمتصاص مادة مجهولة بالمقارنة مع مادة قياسية بصورة مباشرة بل ويجب إجراؤها في درجة حرارية ثابتة .



أما تأثير المذيب على قابلية الامتصاص فلا يمكن معرفته بشكل عام ، ولكن يجب إختيار المذيب الذي يذيب المذاب بشكل جيد ويكون نفاذ للأشعة مثل الماء ، الكحول ، الإيثر .

### 1 . 2 . 5 ( الإنحراف عن قانون بير :

لو تم رسم الامتصاص (A) مقابل التركيز ( c ) فإن خطا مستقيما مارا بنقطة الصفر يجب أن يتحقق حسب ما جاء في المعادلة ( قانون بير ) ، و في بعض الأحيان يتحقق قانون بير ولكن يحدث إنحراف (الشكل 6) . (م2)



شكل 6 : يوضح تطبيق قانون بير

1 : يمثل لقانون بير .

2 : إنحراف سالب عن قانون بير .

3 : إنحراف موجب عن قانون بير .

ونلخص أهم أسباب الإنحراف عن قانون بير فيمايلي :

### 1 ( شعاع متعدد الألوان :

إن من أهم العوامل في تحقيق قانون بير هو استخدام شعاع ذي لون واحد ( طول موجي وحيد) ، ولكن بطبيعة الحال فإن أغلب الأعمال المخبرية تجرى بإستخدام حزمة من الأطوال الموجية وليس خطا واحدا ، ويمكن توضيح تأثير شعاع متعدد الألوان على علاقة التركيز والامتصاص كما يلي :

عندما يكون الشعاع الساقط مكونا من طولين موجيين  $\lambda$  و  $\lambda'$  ، فإن الامتصاص المقابل

$$\log \frac{P_0}{P} = A = \epsilon \cdot b \cdot c$$

$$\frac{P_0}{P} = 10^{\varepsilon \cdot b \cdot c}$$

ونفس الشيء بالنسبة للطول الموجي  $\lambda'$  :

$$\frac{P'_0}{P'} = 10^{\varepsilon' \cdot b \cdot c}$$

ويكون مجموع قوة الشعاع الساقط على المحلول هو  $P_0 + P'_0$  و الشعاع الخارج من المحلول هو  $P + P'$  .

$$A_{total} = \text{Log} \frac{P_0 + P'_0}{P + P'}$$

و بالتعويض عن قيم  $P$  و  $P'$  نحصل على :

$$A_{total} = \text{Log} \frac{P_0 + P'_0}{P_0 \cdot 10^{-\varepsilon \cdot b \cdot c} + P'_0 \cdot 10^{-\varepsilon' \cdot b \cdot c}}$$

إن قانون بير في هذه الحالة وحسب العلاقة أعلاه يمكن تطبيقه فقط عندما تكون  $\varepsilon' = \varepsilon$  وهذه الحالة نادرة الحدوث ولكن الحالة الإعتيادية عندما تكون  $\varepsilon' \neq \varepsilon$  فإن العلاقة بين التركيز والامتصاص الكلي ( $A_{total}$ ) تكون غير خطية (حيود عن قانون بير) ، ويمكن أن نميز حالتين :

- حالة  $\varepsilon' < \varepsilon$  فإن  $A_{total}$  المسجل يكون أقل من الامتصاص الحقيقي للشعاع أحادي اللون في طول موجي معين وبذلك فإنه سيعطي إنحرافا سلبيا في منحنى الامتصاص .

- حالة  $\varepsilon' > \varepsilon$  فإن  $A_{total}$  تكون أعلى من القيمة الحقيقية و النتيجة أن منحنى الامتصاص المسجل يكون منحرفا إيجابيا . (م2)

## 2 ) استخدام محاليل ذات تراكيز عالية :

إن تطبيق قانون بير له حدود خاصة في حالة التراكيز العالية (عموماً  $< 10^{-2}$  مول/لتر) حيث في هذه الحالة المسافة المتوسطة بين الجزيئات المسؤولة عن الامتصاص تقل مما يجعل الجزيئة لأن تقوم بإحداث اضطراب في توزيع الشحنة للجزيئة المجاورة لها . هذا التفاعل المتبادل يغير من سعة الجزيئة في امتصاصها للإشعاع .

## 3 ) درجة الحرارة :

نلاحظ أنه عند تسخين محاليل ملونة فإنه قد يتغير لونها نتيجة تغير درجة الحرارة . ولكن تأثير الحرارة لا يؤخذ بعين الاعتبار إذا كان تغيرها بحدود  $\pm 5$  درجة مئوية . (م2)

## 4 ) عوامل آلية أخرى :

- استخدام شعاع ذي قوة عالية جداً .
- استخدام مصدر ضوئي ذو قوة إشعاعية متغيرة .
- قد تكون فولتية التيار الكهربائي غير ثابتة .
- حساسية الجهاز غير جيدة لعدم تحسس الخلايا الكهروضوئية .

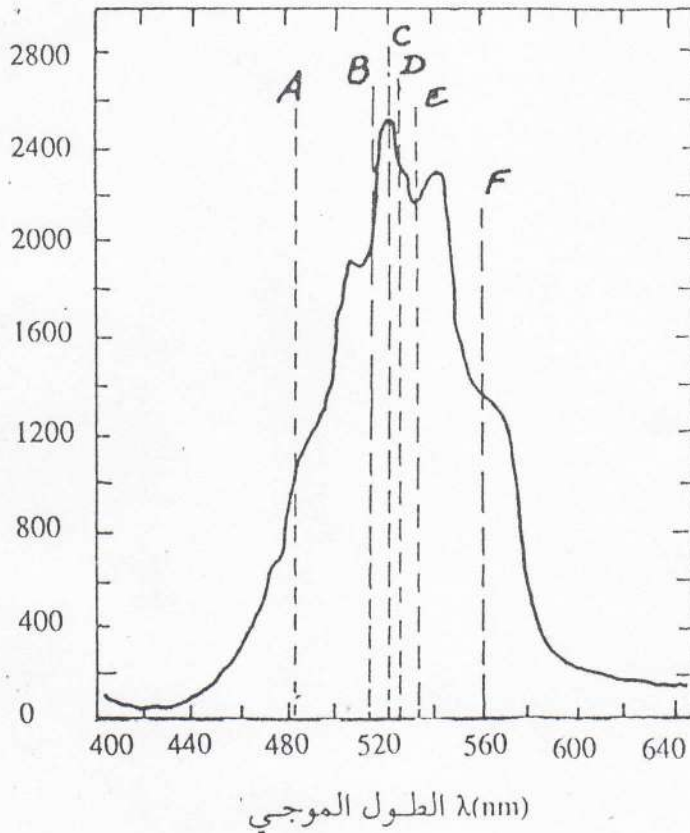
عند الإنحراف عن قانون بير فإنه يستخدم الخط المستقيم كمنحنى معايرة لتحديد تركيز المادة المجهولة ، أما التراكيز الأخرى والخارجة عن مجال الخط المستقيم فإنه لا يمكن الكشف عنها . ويجري في بعض التحاليل تخفيف المواد ذات التراكيز العالية بإضافة حجم معين من المذيب النقي إلى حجم آخر معروف من المحلول المراد الكشف عن تركيز المادة فيه ، وبعد تعيين قيمة التركيز تحول هذه القيمة إلى قيمتها الحقيقية في المحلول بدون تخفيف .

## 1 . 3 ) إختيار الطول الموجي في الطرق اللونية :

إن إمتصاص المادة للضوء يكون في طول معين ، وهذا لا يعني أنها لا تمتص في أطوال موجية أخرى . حيث أنه قد يحدث الإمتصاص في أطوال موجية قريبة من الطول الموجي الموافق للمادة ولكن بشدة إمتصاص مختلفة .

إن الطول الموجي الملائم هو الذي يكون فيه الإمتصاص أكثر ما يمكن ، ويتم إختياره بإستعمال عدة أطوال موجية ( تنتمي إلى اللون الممتص ) ونقاس الإمتصاصية عند كل طول موجي ثم يؤخذ الطول الموجي الملائم ، وهذه العملية تجرى على عينة من المادة موجودة بتركيز ثابت .

كما يتم في بعض الأحيان إستعمال حزمة ضوئية محصور طولها الموجي بين قيمتين متقاربتين لأن الحصول على طول موجي وحيد ليس سهلا .  
ومن نتائج إستعمال الطول الموجي الملائم هو الحصول على قيمة معامل الإمتصاص المولاري  $\epsilon$  التي تكون قريبة من القيمة الحقيقية .  
وهناك علاقة بين معامل الإمتصاص المولاري والحزمة الضوئية المستعملة ( في حالة إستعمال حزمة ضوئية ) ، حيث أنه كلما إتسع المجال الموجي للحزمة المستعملة كلما نقصت قيمة  $\epsilon$  وابتعدت عن قيمتها الحقيقية والتي تقاس في طول موجي وحيد ( الملائم ) والشكل التالي يبين ذلك ( الشكل 7 ) . ( 2م )



الشكل 7 : طيف الإمتصاص للمحلول المائي لبرمنغنات البوتاسيوم

لون برمنغنات البوتاسيوم هو أحمر أرجواني مما يجعله يمتص اللون الأخضر (490-560 نانومتر) وهو ما نلاحظه في الشكل أعلاه .  
- لو أخذت حزمة ضوئية من 480 إلى 560 نانومتر فإن معدل قيمة معامل الإمتصاص المولاري سوف تأخذ القيمة 1700 - 1800 .

- لو أخذت حزمة ضوئية من 500 إلى 540 نانومتر فإن معدل قيمة معامل الإمتصاص المولاري سوف تأخذ القيمة 2300 .

- لو أخذنا طول موجي وحيد 520 نانومتر فإن قيمة معامل الإمتصاص المولاري سوف تكون 2500 وهي الأقرب إلى الحقيقية .

#### 1 . 4 ) جهاز القياس اللوني ( Colorimètre ) :

إن أبسط أجهزة القياس اللوني تتكون من 5 عناصر أساسية .

##### 1 . 4 . 1 ) المصدر الضوئي :

يعتبر مصدر الطاقة الإشعاعية المستعمل بكثرة في حالة الضوء المرئي هو مصباح

الإضاءة العادي ( Tungstène ) ، ويضاء المصباح بتيار ذو توتر منخفض . (م2)

##### 1 . 4 . 2 ) موحد اللون :

ويستعمل لعزل شعاع أحادي اللون (طول موجي واحد) من شعاع متعدد الأطوال الموجية

ومن فوائد إستعمال طول موجي وحيد هو تطبيق قانون بير وكذا إرتفاع حساسية الجهاز .

يتكون موحد اللون من شقان ، عدستان وموشور ، حيث تمر الأشعة الضوئية الأتية

من المصدر عبر الشق الأول وتتجمع بواسطة العدسة الأولى ، ثم تمر بالموشور الذي يقوم

بتحليلها وبواسطة العدسة الثانية تنفرق ويمر الطول الموجي المطلوب من الشق الثاني . (م2)

##### 1 . 4 . 3 ) خلية الإمتصاص :

وهي التي توضع فيها العينة المراد تحليلها ، تصنع من مادة غير ماصة للأشعة .

##### 1 . 4 . 4 ) خلية كهروضوئية :

وهي التي تستقبل الأشعة الغير ممتصة وتقوم بتحويل شدتها الضوئية إلى شدة كهربائية .

و أبسط الخلايا الكهروضوئية تتكون من مسرى مستوي ( نحاس أو حديد ) موضوع فوقه طبقة

من نصف ناقل ( سينيوم أو أكسيد النحاس ) ، و السطح الخارجي من النصف ناقل مغطى بغشاء

رقيق شفاف من الرصاص أو الفضة والذي يمثل المسرى الثاني .

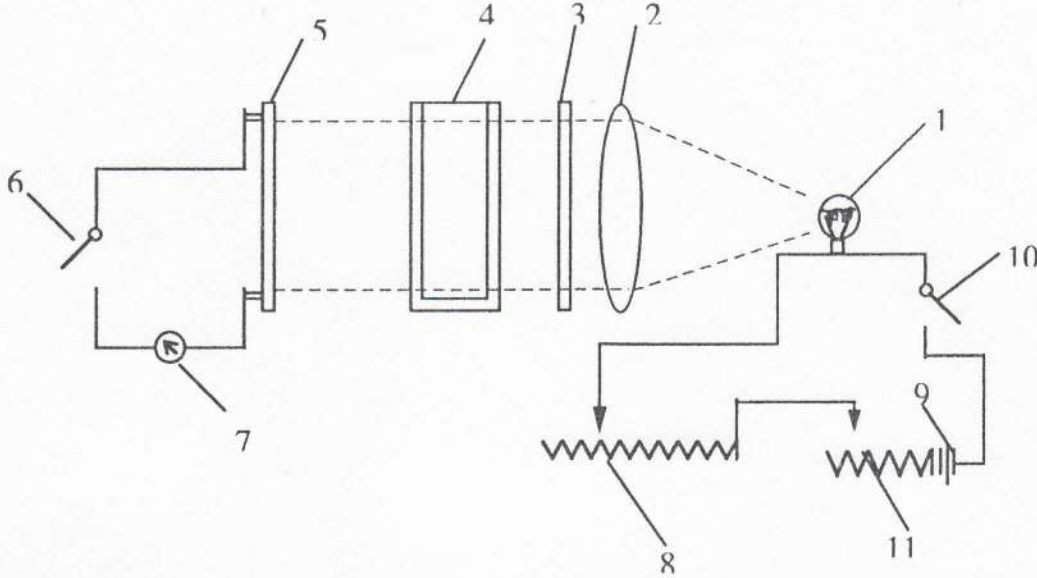
عند ربط المسريين بدارة كهربائية خارجية تحوي مقاومة ضعيفة فإن شدة التيار تكون

متناسبة مع شدة الإشعاع الساقط على الخلية وقيمته تكون من 10 إلى 100 ميكروأمبير وهذا

لتسهيل عملية القياس . (م1)

1 . 4 . 5 ) جهاز الغلفانومتر :

ويكون متصل بالخلية الكهروضوئية لقياس التيار ، ويكون مدرج حسب قيمة التيار العظمى والدنيا .



الشكل 8 : رسم توضحي لجهاز القياس اللوني

- |                   |                    |                |
|-------------------|--------------------|----------------|
| 1 - مصدر ضوئي     | 2 - عدسة           | 3 - موحد اللون |
| 4 - خلية الإمتصاص | 5 - خلية كهروضوئية | 6 - قاطعة      |
| 7 - غلفانومتر     | 8 - معدلة (1)      | 9 - مولد تيار  |
| 10 - قاطعة        | 11 - معدلة (2)     |                |

يقوم جهاز القياس اللوني بقياس الإمتصاصية أو النفاذية للمحاليل الملونة (القياسية أو المجهولة) .

الجزء النظري :

## الفصل الثالث

عموميات حول المياه و تحليلها

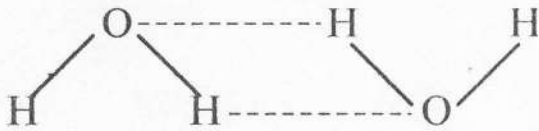
## 1) عموميات حول المياه

### 1.1) دورة الماء في الطبيعة :

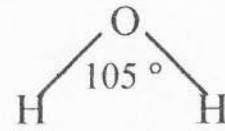
يعتبر الماء مصدر أساسي لاستمرار الحياة ، له استعمالات كثيرة ومصادره مختلفة ، حيث يتكون ثلاثة أرباع سطح الكرة الأرضية من مسطحات هائلة من البحار و المحيطات يتبخر منها الماء ليعود فيسقط على سطح الأرض على أشكال مختلفة ( أمطار ، ثلوج ...الخ) هذه الأخيرة عند سقوطها يتبخر بعضها مباشرة من سطح الأرض ويتسرب بعضها داخل الأرض مكونا ما يسمى بالمياه الجوفية ، أما الجزء الأكبر فإنه يسيل على سطح الأرض مكونا جداول صغيرة تتجمع في جداول أكبر منها حتى تصل إلى أنهار كبيرة تسير حتى تصب في البحار و المحيطات لتعود ثانيا وتتبخر إلى طبقات الجو ، وبذلك فالماء هو دورة لانتهائية من البحر إلى الجو ، من الجو إلى الأرض ، من الأرض إلى البحر . (م7)

### 2.1) بنية جزيء الماء :

إن بنية جزيء الماء ذو الصيغة  $H_2O$  غير متناظرة ، إذ ترتبط ذرتا الهيدروجين بذرة الأكسجين برابطتين تحصران بينهما زاوية قدرها  $105$  درجة ( الشكل 9 ) .  
تلك البنية تعطي جزيء الماء عزمًا قطبيا ، و بالتالي يعتبر الماء من أهم المحلات القطبية . إن الأقطاب المختلفة في جزيئات الماء تتجاذب وتشكل تجمعات جزيئية في كل من الماء السائل و الصلب ، غير أن الروابط الأساسية القائمة بين جزيئات تلك التجمعات هي روابط هيدروجينية (الشكل 10) .



شكل 10 : التجمع المضاعف



شكل 9 : بنية جزيء الماء

\_\_\_\_\_ : رابطة كيميائية

----- : رابطة هيدروجينية

يعتبر التجمع المضاعف  $(H_2O)_2$  من أكثر التجمعات ثباتا وذلك لوجود رابطتين

هيدروجينيتين بين جزيئين من الماء . (م8)



1 . 3 ( خصائص الماء :

1 . 3 . 1 ( الخصائص الفيزيائية :

1 ( الحالة الفيزيائية :

الماء عبارة عن سائل في درجة الحرارة العادية و الضغط الجوي .

2 ( الكتلة الحجمية :

تتغير الكتلة الحجمية للماء تبعا لدرجة الحرارة ، وتبلغ أكبر قيمة لها في الدرجة 4 مئوية وهي 1 كلغ/لتر ، أما خارج هذه الدرجة فإن الكتلة الحجمية للماء تقل ، وتغير الضغط عموما لا يؤثر على تغير الكتلة الحجمية .

3 ( اللزوجة الحركية :

تعتبر اللزوجة عن مقاومة السائل للحركة و تتناقص بازدياد درجة الحرارة وتزداد بزيادة ملوحة الماء .(م8)

4 ( التوتر السطحي :

يعرف التوتر السطحي بأنه القوة المطبقة على واحدة أطوال الخط المحيط بسطح المائع والعاملة على تقليصه ، إن قيمة التوتر السطحي للماء تتناقص خطيا بارتفاع درجة الحرارة .(م8)

5 ( الناقلية الكهربائية :

يعتبر الماء من النواقل الضعيفة للكهرباء ، ولكن وجود المواد المنحلة وخاصة الأملاح المعدنية تؤدي إلى ارتفاع تلك الناقلية . إن الحصول على ماء معدوم الناقلية عملية مستحيلة من الناحية التجريبية وأكثر العينات نقاوة أعطت ناقلية قدرها (  $4,2 \times 10^{-6}$  سيمنس/متر) في الدرجة 20 مئوية .(م8)

6 ( الحرارة النوعية :

إن غرام واحد من الماء يحتاج 4,18 جول لكي ترتفع درجة حرارته بدرجة مئوية واحدة ومنه الحرارة النوعية للماء هي 4,18 جول / غرام.درجة مئوية .(م8)

1 . 3 . 2 ( الخصائص الكيميائية :

تبلغ طاقة تشكل جزيء الماء 242 كيلوجول /مول ، مما يدل على الثبات الكبير الذي يتمتع به جزيء الماء . إن هذا الثبات مضاف إليه الصفات الكهربائية و البنية الجزيئية يجعله محلا جيدا للعديد من المواد .

وفعل الماء يتمثل في تحطيم كلي أو جزئي لمختلف القوى الرابطة بين الذرات و الجزيئات للمادة المنحلة وتعويضها بروابط جديدة مع الماء .(م8)

إن قابلية انحلال الغازات في الماء خاضعة لقوانين هنري ، أي أن كمية الغاز المنحلة متناسبة مع معامل الانحلال  $\alpha$  ومع تركيز الغاز في الطور الغازي الملامس للماء تحت الضغط P إن حجم الغاز المنحل يعطي بالعلاقة التالية

$$V = P \cdot C \cdot \alpha$$

أما انحلال السوائل في الماء متعلقة بقطبية جزيئات ذلك السائل ، فجزء الماء قطبي والجزيئات الحاوية على جذور أو شوارد  $OH^-$  ,  $SH^-$  ,  $NH_2^-$  ... الخ ، تعتبر شديدة القطبية وبالتالي فإنها تتحلل بالماء بشكل ممتاز .بينما السوائل اللاقطبية (فحوم هيدروجينية ، الزيوت والشحوم ) تكون ضعيفة الانحلال بالماء .(م8)

الماء الحاوي على مادة صلبة يشكل محلولاً حقيقياً (متجانس) في حالة كون المادة قابلة للانحلال ، أو جملة رغوية أو معلقاً في حالة كون تلك المادة ضعيفة الانحلال في الماء .(م8)

#### 1 . 4 ) المواد المنحلة في الماء :

تختلف المواد الصلبة المنحلة في المياه باختلاف المجري المائي أو المصدر . ولكن هناك كثير من الأملاح المشتركة و التي تنتج عن انحلال بعض أنواع الصخور خلال تلامسها مع الماء أثناء جريانه في داخل الأرض أو على سطحه وأهم تلك الأملاح نجد :

- كربونات الكالسيوم الحامضية ، كربونات المغنيزيوم الحامضية ، كربونات الصوديوم الحامضية كربونات الحديد الحامضية ، كربونات المنغنيز الحامضية .

- كلور الكالسيوم ، كلور المغنيزيوم ، كلور الصوديوم كلور البوتاسيوم .

- أملاح النترات و النتريت

أما المركبات العضوية فهي قليلة في الماء و إذا وجدت توجد في المياه السطحية ومصدر هذه المركبات هو بقايا نباتية و حيوانية .

وتوجد كذلك في المياه بعض الغازات مثل الأكسجين ، الأزوت وثاني أكسيد الكربون .(م8)

## 2 ( تحليل المياه :

تتم في عملية تحليل المياه عدة قياسات وهذا لمعرفة صلاحية الماء ومدى تأثيره على الكائنات الحية ، وأهم هذه القياسات هي :

- قياس اللون .
  - تقدير الرائحة .
  - قياس دليل الهيدروجين pH .
  - قياس الناقلية الكهربائية .
  - تحديد المواد الراسبة .
- أما الجزء الأكبر في تحليل المياه فيتمثل في التحديد الكمي للعناصر الموجودة في الماء .

### 1 . 2 ( العناصر التي يتم تحليلها في الماء :

وتقسم هذه العناصر إلى مايلي :

#### 1 . 1 . 2 ( العناصر الأساسية :

- الكالسيوم  $Ca^{++}$
- المغنيزيوم  $Mg^{++}$
- الصوديوم  $Na^{+}$
- البوتاسيوم  $K^{+}$
- الكلور  $Cl^{-}$
- الكبريتات  $SO_4^{2-}$
- الكربونات  $CO_3^{2-}$
- الكربونات الحامضية  $HCO_3^{-}$
- السيليوس  $SiO_2$

#### 2 . 1 . 2 ( العناصر الغير مستساغة :

- النحاس Cu
- الحديد Fe
- الزنك Zn
- المنغنيز Mn

2 . 1 . 3 ( العناصر السامة :

- الكاديوم Cd

- الكروم Cr

- النيكل Ni

- النحاس Pb

2 . 1 . 4 ( العناصر الدالة على التلوث :

- الأمونيوم  $NH_4^+$

- النيتريت  $NO_2^-$

- النترات  $NO_3^-$

- الفوسفات  $PO_4^{3-}$

2 . 2 ( طرق التحليل :

هناك عدد طرق تستعمل في التحليل الكمي المياه ولكن الطرق الأكثر استعمالا هي الطرق الضوئية وخاصة منها الطريقة اللونية و طريقة الامتصاص الذري باللهب . وهذه الطريقة الأخيرة تستعمل في تحليل العناصر الموجودة على شكل ذرات ، وهي طريقة سريعة وحساسيتها جيدة ، أما مبداء عملها فيعتمد على تفكيك الجزيئات إلى ذرات وتهيج هذه الذرات التي ترسل إشعاعات ، هذه الإشعاعات تكون كثافتها متعلقة بكمية الذرات المهيجة . و هذه العمليات تتم باستعمال جهاز قياس الامتصاص الذري باللهب . و العناصر التي لا يمكن تحليلها بهذه الطريقة يمكن أن تحلل بالطريقة اللونية (الملحق) .

الجزء العملي :

## الفصل الرابع

### التركيبية المقترحة

## 1 ( المكونات :

تتكون التركيبية المقترحة من العناصر التالية :

- مصباح كهربائي
- خلية الإمتصاص
- مقاومة ضوئية (اللاقط الضوئي)
- جهاز آوم متر
- مولد كهربائي
- أسلاك توصيل كهربائية

1 . 2 ( دراسة مكونات التركيبية :

1 . 2 . 1 ( المصباح المستعمل :

إن المصدر الضوئي المستخدم في المنطقة المرئية والمنطقة القريبة من تحت الحمراء هو مصباح التنغستن ( Tungstène ) ، والشعاع المتكون من هذا المصباح يكون نتيجة ارتفاع درجة حرارة السلك ( توهج ) . وهذا النوع من المصابيح يعطي شعاعاً مستمراً في المنطقة (320 - 2500 نانومتر) ، أي معظمه في المنطقة القريبة من تحت الحمراء . (م2)

إن الطاقة المنبعثة من المصباح ( تنغستن ) في المجال المرئي تتغير مع تغير التوتر المستعمل ، ولهذا يجب استعمال محول ذو توتر ثابت لكي يعطي أكثر استقراراً ، وفي معظم الأحيان يمول المصباح المستعمل بتوتر قدره 6 فولط . (م1)

لهذا الغرض فإن المصباح الذي سوف نستعمله هو مصباح الإنارة العادي (تنغستن) توتره 6 فولط .

1 . 2 . 2 ( خلية الإمتصاص :

يجب توفر شرطين في خلية الإمتصاص وهما وضعها من مادة منفذة للأشعة ذات الأطوال الموجية في المنطقة التي يجري فيها البحث ، وكذلك أن تكون مصممة بشكل يسهل فيها قياس طول المسار . (م2)

و الخلية المستعملة في المنطقة المرئية وفوق البنفسجية تكون مصنوعة عادة من مادة الكوارتز . أما لو استخدمت مادة الزجاج فإنها ستكون نافعة للمنطقة المرئية . (م2)

إن مجال استعمال خلية إمتصاص مصنوعة من مادة الكوارتز هو من 150 إلى 3000 نانومتر . (م1)

ولهذا فإننا سوف نستعمل خلية إمتصاص من الكوارتز طول مسارها 1سم ( سطح 1سم<sup>2</sup>) وإرتفاعها 4.5 سم . وتمتاز هذه الخلية بوجهين متقابلين يمكن للشعاع أن يمر خلالهما ، أما الوجهين الآخرين فإنهما غير نافذين .

### 1 . 2 . 3 (المقاومة الضوئية) ( photorésistance ) :

هي نوع من أنواع المقاومات ولكن مقاومتها غير ثابتة ، حيث تتغير بتغير شدة الضوء (حساسة للضوء) ، وهذا راجع إلى نصف الناقل التي تحتويه . تزيد مقاومتها مع نقص الإضاءة وتقل مع زيادة الإضاءة .

إن المقاومة الضوئية المستعملة هي من نوع ( LDR ) . حيث تحتوي على نصف ناقل من كبريت الكادميوم ( CdS ) موجود داخل علبة من البلاستيك سوداء (60مم × 26مم × 23مم) وهذه الأخيرة بها ثقب ( 20مم × 15مم) تدخل الإضاءة من خلاله . وهي مؤطرة بالزجاج أو الكوارتز من الخارج .

تختلف حساسية المقاومة الضوئية للإشعاعات باختلاف نصف الناقل التي تحتويها ، فكبريت الكادميوم حساس للإشعاعات الضوئية المحصورة أطوالها الموجية بين 400 و 675 نانومتر . تصل قيمة المقاومة لمقاومة من نوع ( LDR ) في حالة الضلام التام إلى حوالي 10 ميغأوم . (9م)

### 1 . 2 . 4 ( الجهاز الأوم متر :

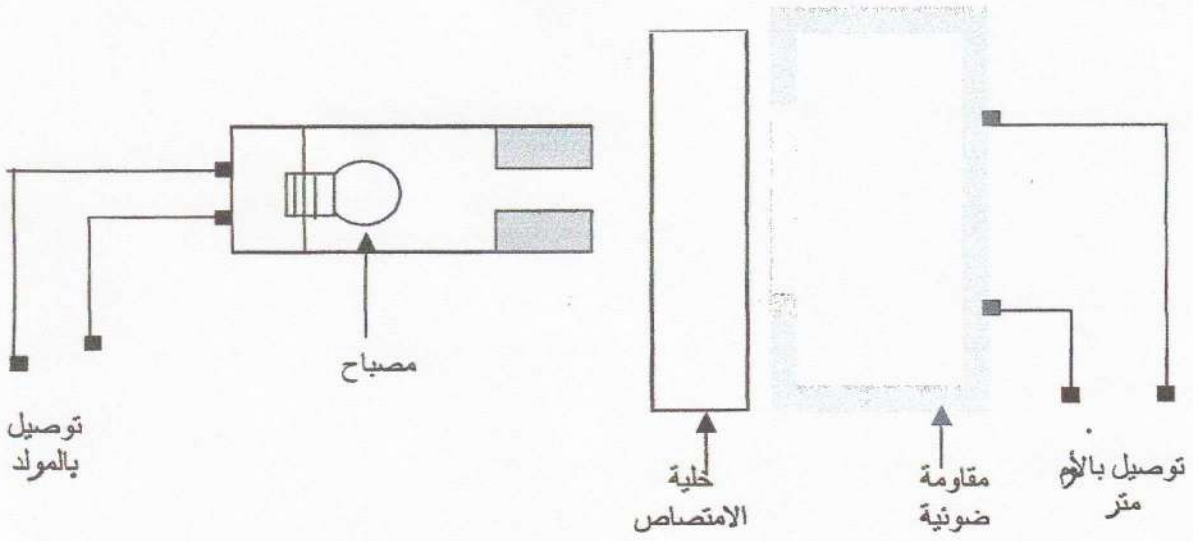
قمنا باستعمال جهاز متعدد القياسات (توتر ، تيار ، مقاومة ) ولكن لأجل قياس المقاومة فقط .

### 2 ( تصميم التركيبية :

تصمم التركيبية بشكل يسمح لنا القياس بأكثر دقة وهذا بالطريقة التالية :

- نستعمل أنبوبة قطرها الداخلي 1 سم حيث تمر داخلها الأشعة الضوئية الصادرة من المصباح .
- نضع حاجز على السطح الحساس للمقاومة الضوئية به ثقب قطره 1 سم تمر من خلاله الأشعة .
- ننجز حامل لخلية الإمتصاص حيث نثبت فيه هذه الأخيرة .
- نثبت المقاومة الضوئية و المصباح لمنع حركتهما بشكل يجعل ثقب الحاجز وفتحة الأنبوبة متقابلين ومتناظرين . ونفصلهما مسافة تسمح بوضع خلية الإمتصاص بينهما (ملحق 3).
- لمنع بعض التأثيرات الجانبية نثبت التركيبية المصممة داخل صندوق أسود ويوصل المصباح بالمولد الكهربائي بينما توصل المقاومة الضوئية مباشرة بالجهاز المتعدد القياسات (الشكل 11) .

## التركيبية المقترحة



## التركيبية المقترحة



### 3 ( مبداء عمل التركيبية وهدفها :

عند تعرض المقاومة الضوئية إلى أشعة المصباح فإنها تعطي قيمة معينة للمقاومة يمكن قراءتها من الجهاز المتعدد القياسات . فعند وضع محاليل مختلفة اللون في خلية الامتصاص ووضع هذه الأخيرة أمام أشعة المصباح فإن امتصاص المحاليل لهذه الأشعة يكون مختلف من محلول إلى آخر مما يجعل الأشعة الخارجة من المحاليل مختلفة كذلك ، هذه الأشعة تستقبلها المقاومة الضوئية وتعطينا قيمة المقاومة الموافقة لها . والهدف من استعمال هذه التركيبية هو أخذ هذه القيم للمقاومة التي يمكن معاملتها فيما بعد .

### 4 ( دراسة استقرار التركيبية :

هناك تغير طفيف يحدث في قيمة المقاومة المسجلة أثناء تعرض المقاومة الضوئية إلى أشعة المصباح رغم أن المصباح ممول بتيار ذو توتر ثابت ، يمكن أن نرجع هذا التغير إلى ارتفاع درجة حرارة المقاومة الضوئية لأن هذا التغير في اتجاه واحد ( متزايد ) . ولدراسة ذلك نقوم بتسجيل قيم المقاومة في أوقات زمنية مختلفة مع قياس درجة الحرارة على سطح المقاومة الضوئية (الجدول 3) .

التركيبية المقترحة

درجة الحرارة (درجة مئوية)	المقاومة (كيلوآوم)	الزمن (دقيقة)
33.4	1.27	00 (بداية تشغيل المصباح)
33.5	1.36	01
33.5	1.40	02
33.6	1.41	03
33.7	1.42	04
33.8	1.43	05
33.9	1.43	06
34.1	1.44	07
34.2	1.44	08
34.4	1.45	09
34.9	1.45	12
35.1	1.46	13
35.8	1.46	17
35.9	1.47	18
36.8	1.47	24
36.9	1.48	25
37.6	1.48	32
37.7	1.49	35
38.4	1.49	44
38.4	1.50	45
39.0	1.50	60
39.1	1.51	61
39.4	1.51	81
39.4	1.52	82
39.7	1.52	108

جدول رقم 3 : يوضح تغير قيمة المقاومة الضوئية ودرجة حرارتها تبعا لزمان

1 . 4 ( الملاحظات :

نلاحظ من الجدول أنه في الدقائق الأولى يكون هناك تغير معتبر في المقاومة ، لكن مع مرور الزمن تبدأ نوعا ما في الاستقرار فمثلا عند مرور ساعة من الزمن تستقر قيمة المقاومة حوالي 20 دقيقة . ونفس الشيء نلاحظه بالنسبة لدرجة الحرارة التي تبدأ قيمة تغيرها تتقلص مع مرور الزمن .

الجزء العملي :

الفصل الخامس

التطبيقات على الماء

## 1 ( طريقة العمل وهدفه :

سنقوم في هذا العمل باستعمال التركيبة المقترحة في التحليل الكمي لعنصرين أساسيين في الماء وهما الكلور و الكبريتات بالاعتماد على مبداء الطريقة اللونية ، وسوف نبداء بالعمل الأول للحصول على المنحنى العياري وفي العمل الثاني نستعمل هذا المنحنى لتحديد الكمي لهاذين العنصرين في مياه مختلفة وهي ماء " القولية " المعدني وثلاثة مياه أخرى من مناطق مختلفة بورقلة ( بامنديل ، المخادمة ، سكرة ) .

إضافة إلى ذلك استعملنا ماء عياري معروف تركيزه بدقة من أجل معرفة دقة قياساتنا . أما طريقة العمل فسوف نتبع نفس الطريقة المستعملة في مخبر معالجة المياه التابع للوكالة الوطنية للموارد المائية بورقلة ( A.N.R.H ) ، مع استعمالنا للتركيبة الكهروضوئية مكان جهاز القياس اللوني .

## 2 ( الوسائل المستعملة :

### 2 . 1 ( الأدوات :

- التركيبة المقترحة
- مجموعة من البيشر .

### 2 . 2 ( المحاليل :

المحلول	طريقة التحضير
محلول مائي لكبريتات الأمونيوم $[(NH_4)_2 SO_4]$ ذو تركيز 10 غرام / لتر من الكبريتات $(SO_4^{-2})$	إضافة 13,75 غرام من $[(NH_4)_2 SO_4]$ في لتر من الماء المقطر
محلول مائي لكلور البوتاسيوم ( KCl ) ذو تركيز 10 غرام/لتر من الكلور $(Cl^-)$	إضافة 21 غرام من ( KCl ) في لتر من الماء

جدول 4 : يبين المحاليل المستعملة وطريقة تحضيرها

3. 2 ( الكواشف :

طريقة التحضير	الكاشف
يحضر بإذابة 100 غرام من كلور الباريوم (BaCl <sub>2</sub> ) و 20 غرام من الجلاتين في لتر من الماء المقطر مع كمية ضئيلة من الفينول	محلول كلور الباريوم و الجيلاتين
يحضر بإذابة كمية إجمالية قدرها 67 غرام من Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> و (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> في 430 مل من حمض النتريك المركز ويكمل الحجم إلى 1 لتر بالماء المقطر	محلول Alun ferrique [ Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> , (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 12H <sub>2</sub> O ]
يحضر بإذابة 1 غرام من Hg(SCN) <sub>2</sub> في 1 لتر من الماء المقطر	محلول Thiocyanate mercurique [ Hg(SCN) <sub>2</sub> ]

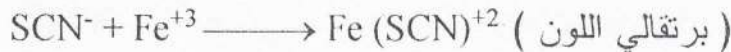
جدول 5 : يبين الكواشف المستعملة وطريقة تحضيرها

1 . 3 . 2 ( عمل الكواشف :

- الكبريتات تتكثف على شكل كبريتات الباريوم بوجود كلور الباريوم ، وهذا التكثف يكون دقيقا ومستقرا في وجود الجيلاتين . (م10)



- الكلور بوجود ( Thiocyanate mercurique ) و ( Alun ferrique ) يقوم بإعطاء لون برتقالي .



3 ( العمل التطبيقي الأول :

وهو خاص برسم المنحنى العياري الذي يمثل تغير المقاومة المسجلة بدلالة التركيز .

3 . 1 ( التجربة الأولى :

وهي خاصة بالكبريتات

3 . 1 . 1 ( تحضير المحاليل القياسية :

التركيز من الكبريتات ( مغ / لتر )	طريقة التحضير		رقم المحلول القياسي
	حجم من الماء المقطر(مل)	حجم من محلول كبريتات الأمونيوم (مل)	
00	1000	0	1
50	995	5	2
100	990	10	3
150	985	15	4
200	980	20	5
300	970	30	6
400	960	40	7
500	950	50	8
600	940	60	9
800	920	80	10
1000	900	100	11

جدول 6 : يبين تحضير المحاليل القياسية للكبريتات

3 . 1 . 2 ( إضافة الكواشف :

نضع 5 مل من كل محلول قياسي في بيشر ونظيف له 20مل من كلور الباريوم

و الجيلاتين ونترك العينات لمدة 20 دقيقة .

3 . 1 . 3 ( القياس :

نبدأ القياس في التركيبة الكهروضوئية إنطلاقاً من قيمة ابتدائية تستقر فيها المقاومة لمدة تسمح لنا بقياس كل المحاليل القياسية . ونسجل في كل مرة قيمة المقاومة الموافقة لكل محلول قياسي . وهذه القيمة الابتدائية للمقاومة هي 1,49 كيلوأوم (بدون وجود خلية الامتصاص) .

3 . 2 ( التجربة الثانية :

وهي خاصة بالكلور  $Cl^-$  .

3 . 2 . 1 ( تحضير المحاليل القياسية :

التركيز من الكلور ( مغ / لتر )	طريقة التحضير		رقم المحلول القياسي
	حجم من الماء المقطر (مل)	حجم من محلول كلور البوتاسيوم (مل)	
00	1000	0	1
50	995	5	2
100	990	10	3
200	980	20	4
250	975	25	5
350	965	35	6
450	955	45	7
500	950	50	8
650	935	65	9
800	920	80	10
1000	900	100	11

جدول 7 : يبين تحضير المحاليل القياسية للكلور



3 . 2 . 2 ( إضافة الكواشف :

نضع 5 مل من كل محلول قياسي في بيشر ونظيف له 18 مل من محلول  
( Thiocyanate mercurique ) ثم 18 مل من محلول ( Alun ferrique ) ونترك العينات لمدة  
30 دقيقة .

3 . 2 . 3 ( القياس :

نفس الطريقة في التجربة الأولى .

4 ( العمل التطبيقي الثاني :

وهو خاص بالكشف عن كمية الكلور و الكبريتات في المياه المستعملة.

4 . 1 ( التجربة الثالثة :

نضع 5 مل من كل ماء من المياه المستعملة في بيشر ونظيف له 20 مل من كلور الباريوم  
ونترك العينات لمدة 20 دقيقة ، ثم نقوم بالقياس بنفس الطريقة في التجربة الأولى . وهذه التجربة  
خاصة بالكبريتات .

4 . 2 ( التجربة الرابعة :

نضع 5 مل من كل ماء من المياه المستعملة في بيشر ونظيف له 18 مل من محلول  
( Thiocyanate mercurique ) ثم 18 مل من محلول ( Alun ferrique ) ونترك العينات لمدة  
30 دقيقة ، ثم نقوم بالقياس بنفس الطريقة في التجربة الأولى . وهذه التجربة خاصة بالكلور .

5 ( العمل التطبيقي الثالث :

وهو عمل إضافي نقوم فيه بقياس امتصاصية المحاليل القياسية و المياه المستعملة ولكن  
بدون استعمال للكواشف .

الجزء العملي :

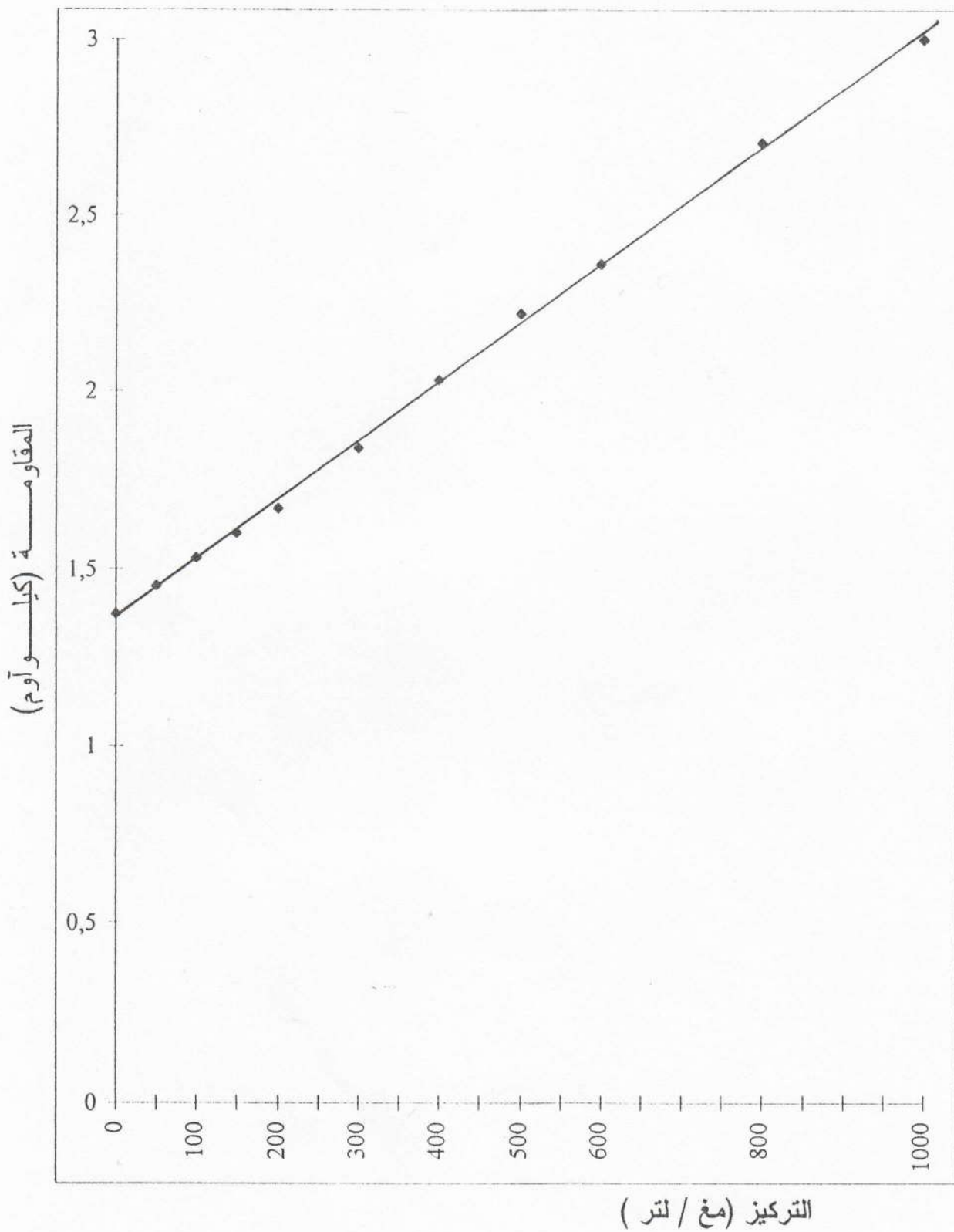
الفصل السادس

التتأج والتحاليل

1 ( النتائج :

رقم المحلول القياسي	التركيز من الكبريتات (مغ / لتر)	قيمة المقاومة المسجلة R (كيلو أوم )
1	00	1,37
2	50	1,45
3	100	1,53
4	150	1,60
5	200	1,67
6	300	1,84
7	400	2,03
8	500	2,22
9	600	2,36
10	800	2,70
11	1000	3,00

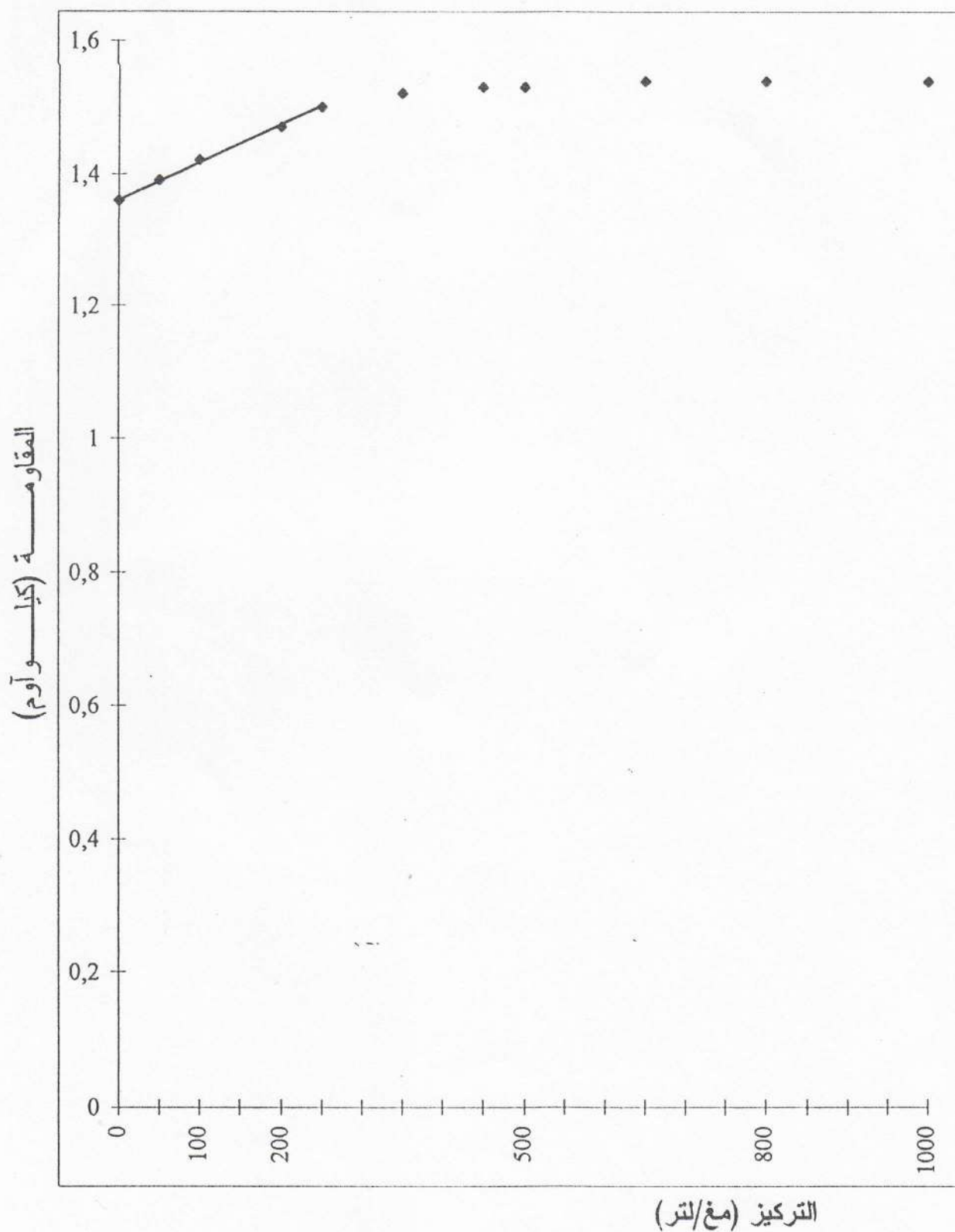
جدول 8 : نتائج التجربة الأولى من العمل التطبيقي الأول



المنحنى 1 : المنحنى العياري للكبريتات

رقم المحلول القياسي	التركيز من الكلور (مغ / لتر)	قيمة المقاومة المسجلة R (كيلو أوم )
1	00	1.36
2	50	1.39
3	100	1.42
4	200	1.47
5	250	1.50
6	350	1.52
7	450	1.53
8	500	1.53
9	650	1.54
10	800	1.54
11	1000	1.54

جدول 9 : نتائج التجربة الثانية من العمل التطبيقي الأول



المنحنى 2 : المنحنى العياري للكlor

قيمة المقاومة المسجلة R (كيلوآوم)	نوع الماء
1,45	ماء القولية المعدني
2,38	ماء منطقة بامنديل
2,52	ماء منطقة المخادمة
2,60	ماء منطقة سكرة
2,21	ماء عياري 500 مغ/لتر من الكبريتات

جدول 10 : نتائج التجربة الثالثة من العمل التطبيقي الثاني

قيمة المقاومة المسجلة R (كيلوآوم)	نوع الماء
1,37	ماء القولية المعدني
1,53	ماء منطقة بامنديل
1,54	ماء منطقة المخادمة
1,53	ماء منطقة سكرة

جدول 11 : نتائج التجربة الرابعة من العمل التطبيقي الثاني

نوع الماء	كمية الكبريتات (مغ/لتر)	كمية الكلور (مغ/لتر)
ماء القولية المعدني	50	20
ماء منطقة بامنديل	610	خارج المنحنى العياري
ماء منطقة المخادمة	695	خارج المنحنى العياري
ماء منطقة سكرة	750	خارج المنحنى العياري
الماء العياري	510	

جدول 12 : تحديد كميات الكلور و الكبريتات في المياه المدروسة

نوع العينة	قيمة المقاومة المسجلة R (كيلوآوم)
محلول قياسي رقم 1 جدول 6	1,35
محلول قياسي رقم 3 جدول 6	1,35
محلول قياسي رقم 5 جدول 6	1,35
محلول قياسي رقم 9 جدول 6	1,35
محلول قياسي رقم 2 جدول 7	1,35
محلول قياسي رقم 4 جدول 7	1,35
محلول قياسي رقم 6 جدول 7	1,35
محلول قياسي رقم 8 جدول 7	1,35
محلول قياسي رقم 11 جدول 7	1,35
ماء القولية المعدني	1,35
ماء منطقة بامنديل	1,35
ماء منطقة سكرة	1,35

جدول 13 : نتائج العمل التطبيقي الثالث



1 . 1 ) نتائج تطبيق قانون بير:

لتطبيق قانون بير يجب تحويل الشدة الضوئية إلى شدة تيار كمايلي :

$$\begin{array}{l} P_0 \longrightarrow I_0 \\ P \longrightarrow I \\ \text{Log } \frac{P_0}{P} \longrightarrow \text{Log } \frac{I_0}{I} \end{array}$$

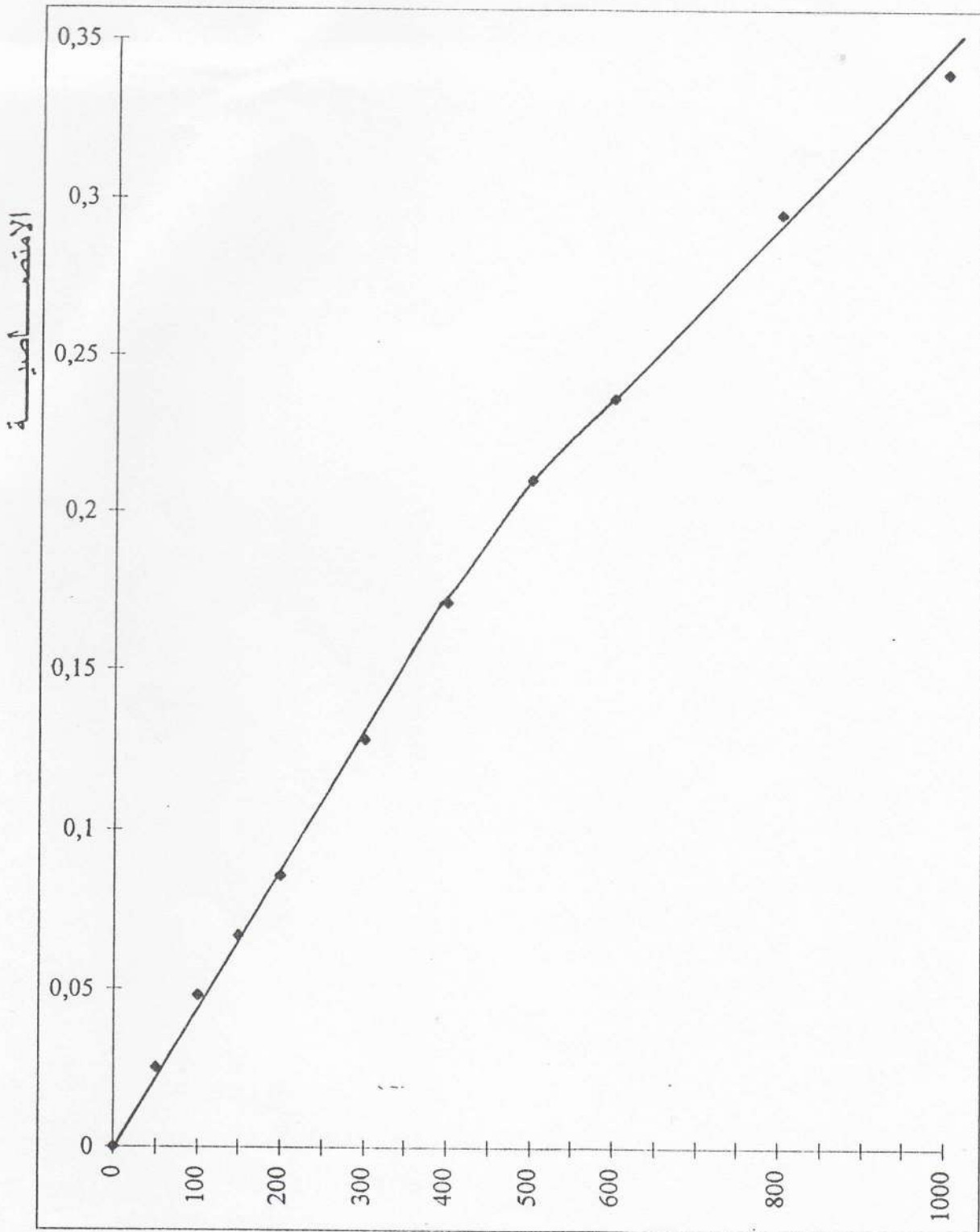
وبما أنه لدينا قيم المقاومة فنحوض التيار بالمقاومة

$$\text{Log } \frac{I_0}{I} \longrightarrow \text{Log } \frac{V/R_0}{V/R}$$

V : التوتر ( ثابت )

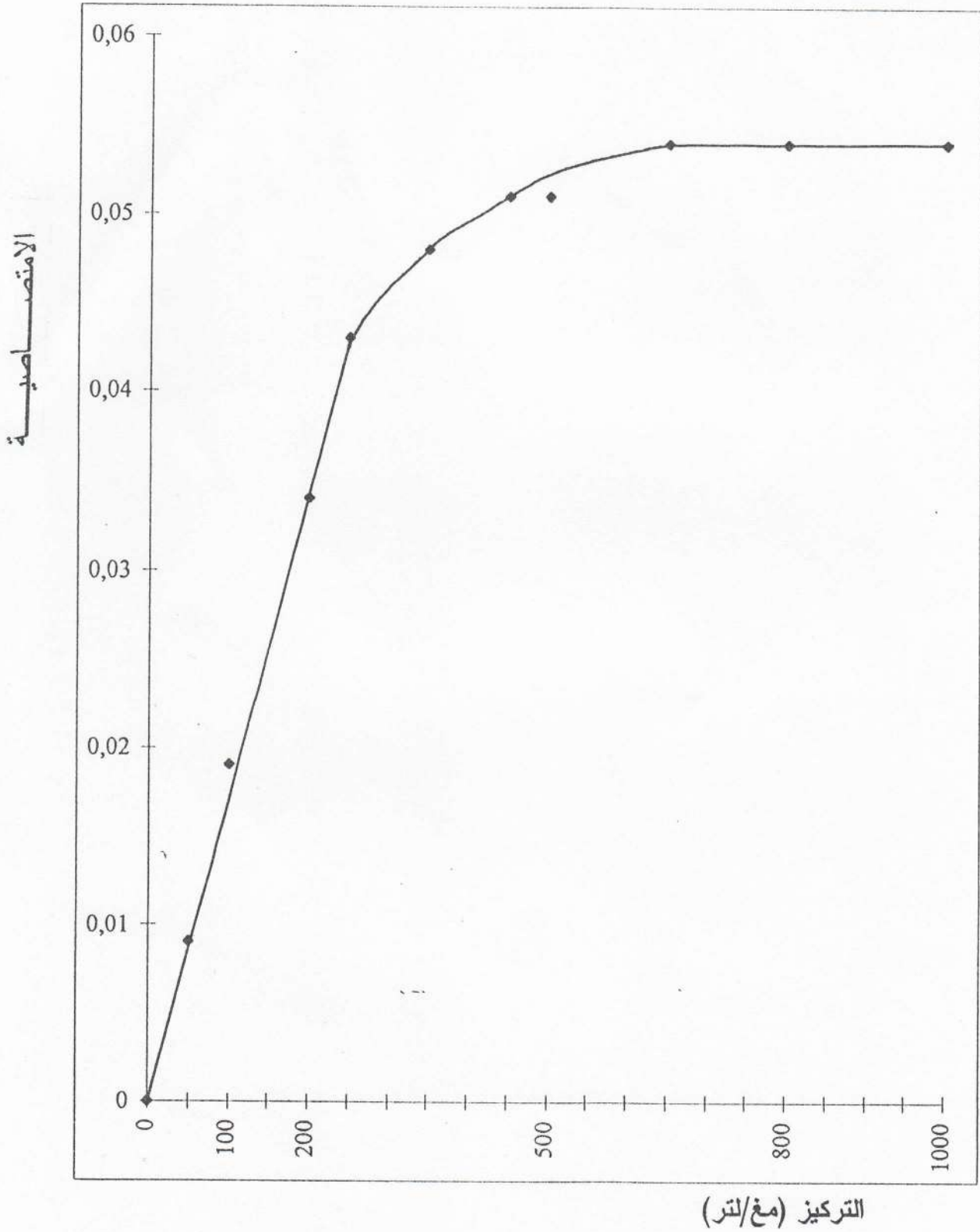
$$\text{Log } \frac{P_0}{P} \longrightarrow \text{Log } \frac{R}{R_0}$$

نقوم برسم العلاقة المنحنية بين الامتصاصية والتي نعتبرها  $\text{Log } (R/R_0)$  بدلالة التركيز حيث  $R_0$  هي قيمة المقاومة المسجلة و الموافقة للمحلل القياسي رقم 1 (معدوم التركيز) .



التركيز (مغ/لتر)

المنحنى 3 : العلاقة المنحنية بين الإمتصاصية و التركيز للكبريتات



المنحنى 4 : العلاقة المنحنية بين الإمتصاصية و التركيز للكلور

## 2 ( التحاليل :

في التجربة الأولى الخاصة برسم المنحنى العياري للكبريتات لاحظنا أن النتائج أعطت منحنى عياري يمكن استعماله في تحديد الكميات الأقل من 1000 مع /لتر ، أما فيما يخص التجربة الثانية الخاصة برسم المنحنى العياري للكلور فلاحظنا أن النتائج أعطت منحنى عياري يمكن استعماله في تحديد الكميات الأقل من 250 مغ/لتر، والأكثر من هذه الكميات لا يمكن تحديدها لأن قيمة المقاومة بداءت في الاستقرار رغم زيادة التركيز وهذا يدل على أن الإمتصاص أصبح متساويا تقريبا .

في التجربة الثالثة النتائج المتحصل عليها للمقاومة هي داخل مجال المقاومة الموافق للمنحنى العياري ، و بالتالي يمكن تقدير كمية الكبريتات للمياه المدروسة بينما في التجربة الرابعة تحصلنا على نتيجة واحدة للمقاومة داخل مجال المقاومة الموافق للمنحنى العياري ومنه يمكن تقدير الكلور في الماء الذي أعطى هذه النتيجة ، أما المياه الأخرى فيجب تخفيفها لتحديد كمية الكلور فيها بواسطة هذا المنحنى العياري .

إن دقة نتائج التحليل المتحصل عليها تعود إلى دقة القياس ، هذه الأخيرة تعتبر متناسبة مع دقة جهاز الأوم متر . فلو أخذنا جزء من المنحنى العياري للكلور ( من 0 إلى 50 مغ/لتر) نلاحظ أنه يمكن تحديد أربعة تراكيز فقط ( 0 ، 20 ، 35 ، 50 مغ/لتر ) لأن قيم المقاومة التي يمكن قراءتها هي محدودة ( 1,36 ، 1,37 ، 1,38 ، 1,39 كيلو أوم ) ، ومنه نتائج التحليل الكمي للكلور تكون تقريبية ، بينما في الكبريتات تكون النتائج أكثر تقريبا لأنه يمكن قراءة قيم أكثر للمقاومة .

لقد بينت نتائج العمل التطبيقي الثالث أن الإمتصاص يكون بوجود اللون رغم أننا استعملنا مياه مختلفة وبتراكيز مختلفة .

عند تطبيق قانون بير تحصلنا على جزئين في المنحنى ، جزء يمثل لقانون بير وجزء آخر منحرف عن قانون بير، وبالرجوع إلى الإنحرافات عن قانون بير ( الفصل الثاني ) فإن الأسباب الواضحة لهذا الانحراف تعود إلى التراكيز العالية و كذلك استعمالنا لشعاع متعدد الألوان ( الضوء الأبيض ) .

## الاقتراحات :

- استعمال جهاز أوم متر أكثر دقة .
- استعمال هذه التركيبة من أجل عناصر أخرى في الماء .
- إجراء عملية مقارنة بين النتائج المتحصل عليها بواسطة هذه التركيبة والنتائج المتحصل عليها بواسطة جهاز القياس اللوني .

## الخاتمة :

في هذا العمل توصلنا إلى إمكانية تحديد كميات الكلور و الكبريتات في الماء باستعمال اللاقط الضوئي و بتطبيق الطريقة اللونية، و مع إدخال تعديلات على التركيبة المقترحة و خاصة استعمال جهاز أوم متر يعطي القيم بدقة أكثر فإنه يمكن تحسين النتائج المتحصل عليها.

## المراجع

Chimie Analytique SKOOG . WEST . HOLLER 1997	1م
الطرق الآلية في التحليل الكيميائي الدكتور أحمد الصفار ديوان المطبوعات الجامعية 1991 - الجزائر -	2م
المطيافية العضوية و الاصطناع الكيميائي الدكتور وفائي حقي الدكتور يحي قدسي ديوان المطبوعات الجامعية 1992 - الجزائر -	3م
Optique Chimie J.Niard - R.Antoine - Y.Goyon 1984	4م
Analyse Quantitative V. Alxeexv . Edition Mir . Moscou	5م
Cours de Chimie Analytique Générale Goston Charlot 1971 Paris	6م
طرق تحليل المياه الدكتور نصر الحايك ديوان المطبوعات الجامعية 1989 - الجزائر -	7م
تلوث المياه وتنقيتها الدكتور نصر الحايك ديوان المطبوعات الجامعية 1989 - الجزائر -	8م
Enseignement Supérieur Travaux Pratiques Physique Volume 3	9م
Travaux Pratiques - Analyse Fondamentale des eaux - (A.N.R.H Ouargla )	10م

الملحق

الطرق الضوئية المستعملة في تحديد كمية العناصر في الماء (م7، م10)

العناصر	الطريقة اللونية	طريقة مطيافية الالهب
Mg <sup>+</sup>	×	
K <sup>+</sup>	×	×
Na <sup>+</sup>	×	×
Cl <sup>-</sup>	×	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	×	
PO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	×	
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	×	
SiO <sub>2</sub>	×	
Ag	×	
Cd	×	×
F	×	
Cr		×
Pb	×	×
Cu	×	×
Zn	×	×
Ni		×
Mn		×

( × ) تدل على الطريقة التي يمكن استعمالها



نتائج تحاليل المياه المدروسة باستعمال جهاز القياس اللوني:

كمية الكلور (مع/لتر)	كمية الكبريتات (مع/لتر)	نوع الماء
21	43	ماء القولية المعدني
360	600	ماء منطقة بامنديل
790	650	ماء منطقة المخادمة
423	850	ماء منطقة سكرة