

## الاستطارة الخلفية لجسيمات بيتا

### النظرية:

تعرف الاستطارة الخلفية بأنها ارتداد الجسيمات لنفس الجهة التي أتت منها وذلك عند مرورها بمادة سميكة وذات عدد ذري عالي.

فعند دخول الإلكترون داخل مادة ما سيتجاذب كولومي مع النواة ويكون كتلة الإلكترون أقل بكثير من كتلة النواة فان الإلكترون سيعاني انحرافا كبيرا عن اتجاه سيره. فعندما يكون سمك المادة ملموسا فحينها قد تحدث عدة تصادمات متعاقبة تسبب انحراف الإلكترون عن اتجاه سيره الأصلي بزاوية أكبر من  $90^0$  أي يمثل هذه الحالة سيرتد الإلكترون لنفس الجهة التي أتت منها أي ستحدث الاستطارة الخلفية.

ويعرف معامل الاستطارة الخلفية  $F_B$  لمادة ما بأنه نسبة معدل العد بوجود المادة المشتتة الى معدل العد بعدم وجودها.

$$F_B = \text{counting rate with scatter} / \text{counting rate without scatter} \dots (1)$$

تنحصر قيمة معامل الاستطارة الخلفية  $F_B$  بين الواحد والاثنين،  $1 < F_B < 2$  وتزداد قيمة  $F_B$  لمادة ما بزيادة سمكها إلى أن تصل قيمته قيمة عظمى، وتسمى قيمة الإشباع  $d_s$  Saturation Value وتجريبيا وجد إن قيمة الإشباع  $d_s$  تساوي

$$d_s = 0.2R$$

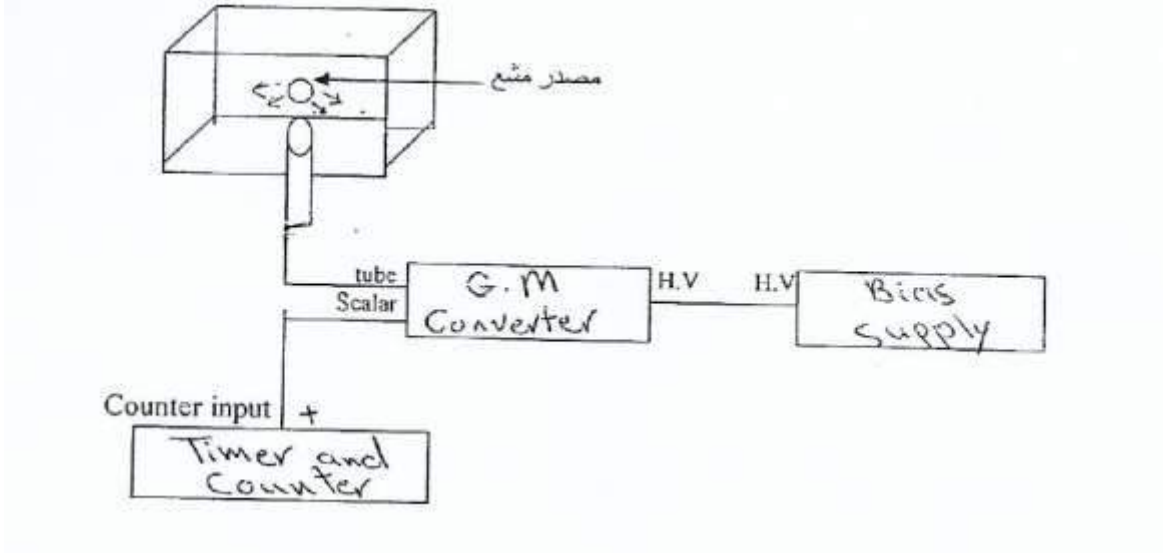
حيث  $R$  هو مدى جسيمة  $\beta$  في المادة ( المسافة التي يقطعها الإلكترون في المادة باتجاه موازي لاتجاهه الأصلي) أي إن

$$R = 5d_s \dots (2)$$

من ناحية أخرى لقد وجد عمليا بان  $F_B$  يزداد بزيادة العدد الذري  $Z$  للمادة العاكسة أو المشتتة. وبسبب امتصاص الهواء وشباك العداد لجسيمات بيتا فقد وجد إن معامل الاستطارة الخلفية يعتمد على المسافة بين العداد والمصدر أي على هندسة geometry توزيع أجهزة القياس.

طريقة العمل:

١- تأكد من ربط الدائرة الكهربائية كما في الشكل (١)



٢- جهز الدائرة بالقدرة بوضع زر المفتاح الرئيسي (Bin401A) على كلمة on تاركا Bias supply على off.

٣- لاحظ بالنسبة Timer and counter سنستعمل:

- Display كعداد وذلك بوضع النقطة الحمراء على كلمة counter بواسطة الضغط على زر select

- Timer كمقياس للزمن ولجعل الفترة الزمنية (30sec) اضغط على زر M واجعله يقرأ (3) واضغط على زر N واجعله يقرأ (2) تأكد من وجود نقطة حمراء (0.1sec) وذلك بالضغط على زر (Time Base Select) فالفترة الزمنية ستكون:

$$T=M \times 10^N = 0.1 \times 3 \times 10^2 = 30 \text{sec}$$

٤- سلط فولتية (700V) على عداد كايكر من

Bias supply (on → off, 0 → 100 → 200 → 700)

تأكد من القراءة بشكل تقريبي بملاحظة مؤشر المجهز

٥- وضع المصدر المشع فوق العداد تماما

٦- للحصول على القراءات اضغط على زر Rest ثم زر Count فتلاحظ ظهور نقطة حمراء على كلمة Gate والتي ستختفي بعد مرور (30sec) وعندها سجل القراءة التي تظهر على الشاشة تمثل هذه القراءة معدل العد بدون مادة عاكسة أو مشتتة.

٧- قس بواسطة المايكروميتر سمك كل من الصفائح المعطاة لك وذلك بإيجاد معدل القياس من عدة مواضع للصفحة الواحدة.

٨- ضع صفيحة ألومنيوم معلوم سمكها فوق المصدر المشع واضغط على زر Rest وسجل القراءة بعد انتهاء فترة 30sec.

٩- ضع صفيحة أخرى فوق الصفيحة الأولى وكرر الخطوة (٨) لاحظ السمك هنا سيساوي مجموع سمكي الصفيحتين.

١٠- كرر (٩) لحين الانتهاء من جميع صفائح الألومنيوم، رتب القراءات في جدول تبين فيه السمك مقدرا بـ  $(mg/cm^2)$  ( وذلك بضرب السمك مقدرا بـ  $(cm)$  ، كثافة الألومنيوم  $(2.7gm/cm^3)$  وضرب النتائج بـ (1000) ومعدل العد، وعامل الاستطارة الخلفية  $F_B$  معادلة (١).

١١- كرر الخطوات (٨،٩،١٠) بالنسبة لصفائح النحاس والورق المعطى لك.

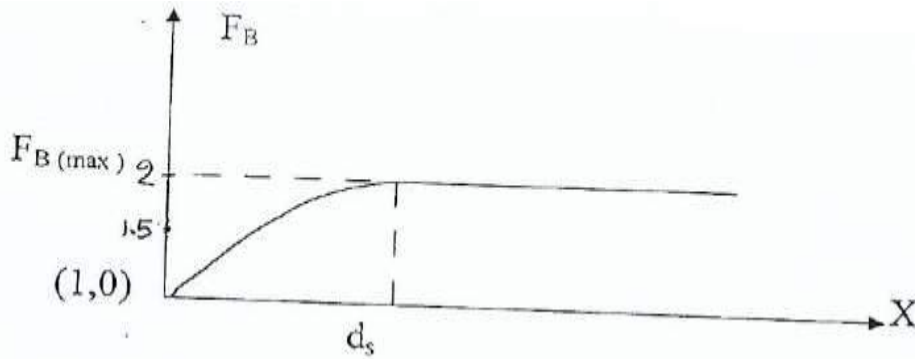
(كثافة النحاس  $=808gm/cm^3$ )، (كثافة الورق  $=1.0488gm/cm^3$ )

١٢- خفض فولتية Bias supply تدريجيا

(700 ← 200 ← 100 ← 0) ( $on \leftarrow off$ ) واخيرا ضع زر (Bin 401A)

على off

١٣- ارسم منحنى بياني لـ  $F_B$  كدالة للسمك بالنسبة للألومنيوم وأخرى بالنسبة للنحاس وأخرى للورق.



١٤- من المنحنيات اوجد مدى جسيمة بيتا  $\beta$  مقدرا بـ  $(gm/cm^3)$  لكل من المواد المذكورة أعلاه وذلك باستخدام المعادلة (٢).

أسئلة المناقشة:

- ١- من المنحنيات التي رسمتها ل  $F_B$  كدالة للسمك؟، ما اقل قيمة لـ  $F_B$  ؟ كيف تعلق أن قيمة  $F_B$  محصورة بين ١ و٢؟.
- ٢- من المنحنيات نفسها اوجد  $F_{B(max)}$  لكل من الألمنيوم والنحاس والورق ثم ارسم  $F_{B(max)}$  كدالة لـ  $Z$  ومن المنحني الذي تحصل عليه حدد بشكل تقريبي معدل العد الذري للورق؟
- ٣- كيف تعلق زيادة  $FB$  بزيادة العدد الذري؟ ( العدد الذري للألمنيوم =١٣، وللنحاس=٢٩).
- ٤- كيف تتوقع تغير قيمة  $F_B$  بزيادة البعد بين العداد والمصدر؟ كيف تعلق ذلك؟.

## الظاهرة الكهروضوئية:

الظاهرة الكهروضوئية هي إحدى الظواهر العديدة التي يمكن منها انبعاث الكترونات من سطح مادة فمن هذه الظواهر

(1) الانبعاث الحراري (2) الانبعاث الثانوي (3) الانبعاث الكهربي (4) الانبعاث الكهروضوئي.

الظاهرة الكهروضوئية تحدث عند سقوط إشعاع كهرومغناطيسي على سطح معدن فينتج عنه تحرير الكترونات من سطح المعدن. ولتفسير ما يحدث هو إن جزء من طاقة الشعاع الكهرومغناطيسي يمتصها الإلكترون المرتبط بالمعدن يتحرر منه ويكتسب طاقة حركة. وهذه العملية تعتمد على العديد من المتغيرات وهي:

• تردد الشعاع الكهرومغناطيسي

• شدة الشعاع الكهرومغناطيسي

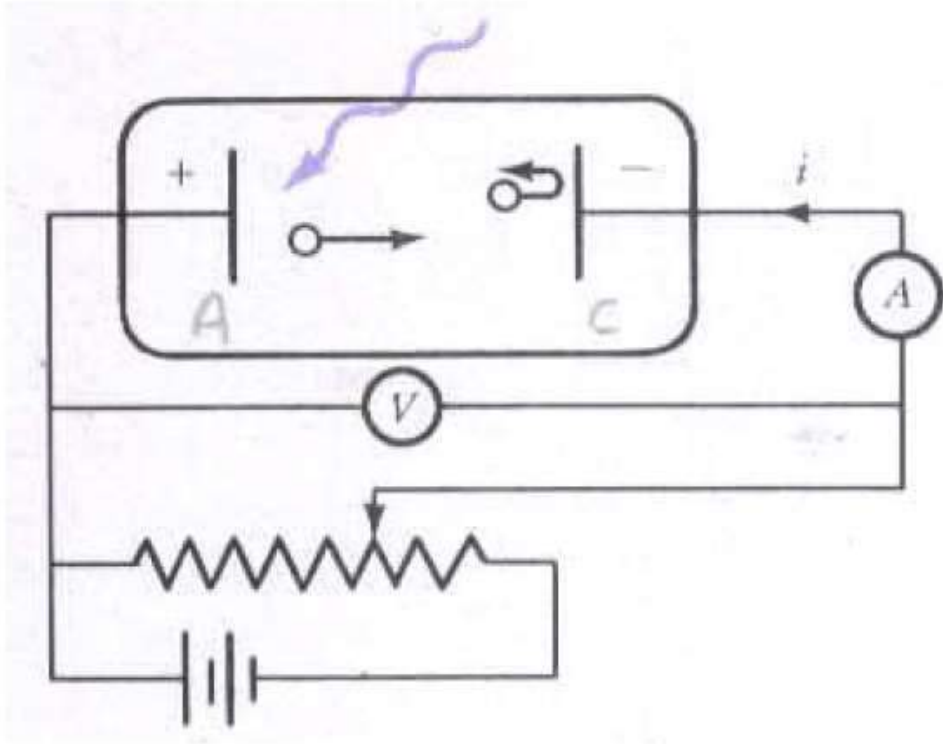
• التيار الفوتوضوئي الناتج

• طاقة حركة الإلكترون المتحرر من سطح المعدن

• نوع المعدن

• ولفهم تأثير كل عامل من العوامل السابقة فإننا سندرس تأثير العوامل السابقة على التيار الكهربي الناتج والذي يسمى هنا التيار الفوتوضوئي لأنه نتج عن تحرير الكترونات بواسطة الضوء photocurrent (شعاع كهرومغناطيسي)

• من خلال اجراء عدة تجارب عملية تعتمد على تغيير احد هذه العوامل مع تثبيت الباقي ودراسة تأثيره على التيار الفوتوضوئي. وفي الشكل التالي يوضح الجهاز المستخدم لهذا الغرض.



شكل (1) تجربة الظاهرة الكهروضوئية.

عندما يسقط شعاع كهرومغناطيسي أحادي اللون (Monochromatic) على سطح معدن (الأنود) متصل مع الطرف الموجب للبطارية وموجود داخل وعاء مفرغ من الهواء وذلك لمنع تصادم الإلكترونات المتحررة بجزيئات الهواء. عندما تتحرر الإلكترونات من سطح المعدن وتتمكن من الوصول إلى اللوح السالب (الكاثود) - وفي الأغلب يكون من نفس مادة الأنود - فإن تيارا كهربيا يمر في الدائرة ويمكن قياسه من خلال الأميتر والذي يعبر عن شدة التيار الفوتوضوئي المار في الدائرة وكلما ازدادت عدد الإلكترونات المتحررة من سطح المعدن كلما كان التيار الناتج اكبر. (لاحظ هنا أن اتجاه التيار الاصطلاحي في عكس اتجاه حركة الإلكترونات).

لاحظ أن

١. طاقة الإلكترونات المتحررة من الأنود مختلفة
٢. القوة الكهربائية الناتجة عن المجال الكهربائي بين الكاثود والأنود تعمل في عكس اتجاه حركة الإلكترونات.
٣. طاقة حركة الإلكترونات تكون مساوية للشغل المبذول عليها بواسطة المجال الكهربائي من خلال العلاقة التالية:

٤.

$$\frac{1}{2}mv^2 = eV \dots (1)$$

حيث  $V =$  فرق الجهد المطبق بين لوحي الكاثود ،  $v =$  سرعة الإلكترون

ويعمل فرق الجهد هذا على إيقاف الإلكترونات ويمكن زيادته تدريجياً إلى أن نصل إلى القيمة التي عندها يسمى فرق الجهد المطبق وهو الجهد اللازم لإيقاف *stopping potential* بفرق جهد الإيقاف أسرع الإلكترونات أو تلك التي تمتلك أعظم طاقة حركة. وعندها يكون التيار المار في الدائرة مساوياً للصفر.

٥.

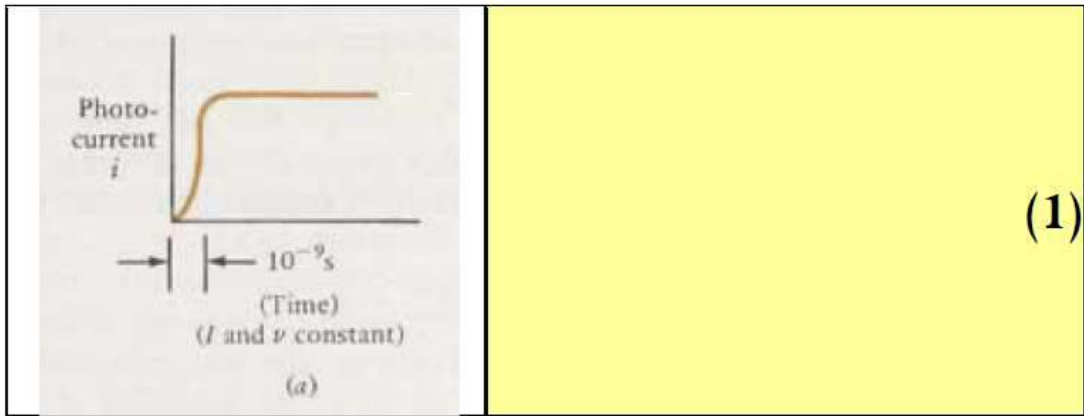
$$\frac{1}{2}mv_{max}^2 = eV_0 \dots (2)$$

٦. ومن خلال هذه المعادلة يمكن تقدير أقصى سرعة للإلكترونات المنطلقة من الأنود وذلك من خلال زيادة فرق الجهد إلى أن يصبح التيار المار مساوياً للصفر ومن ثم إيجاد مقدار هذا الجهد والتعويض في المعادلة (٢).

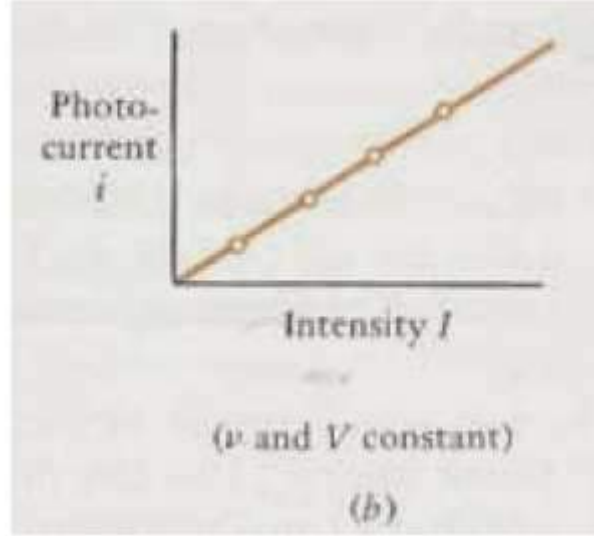
٧. النتائج العملية للتجربة.

٨. بمجرد تسليط الشعاع الكهروضوئي على الأنود يمر التيار في الدائرة (

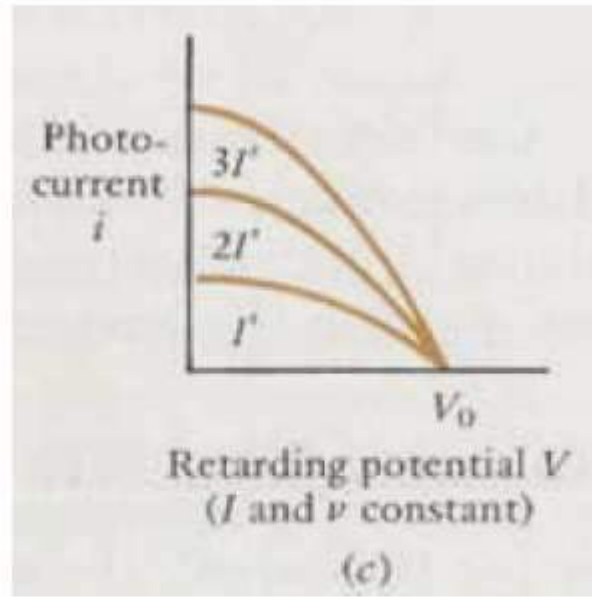
في نفس اللحظة تقريباً وقد قدر الفارق الزمني بـ  $10^{-9}sec$  ولا يعتمد الفارق الزمني بين سقوط الشعاع الكهرومغناطيسي والمرور التيار على شدة الأشعة أو ترددها.



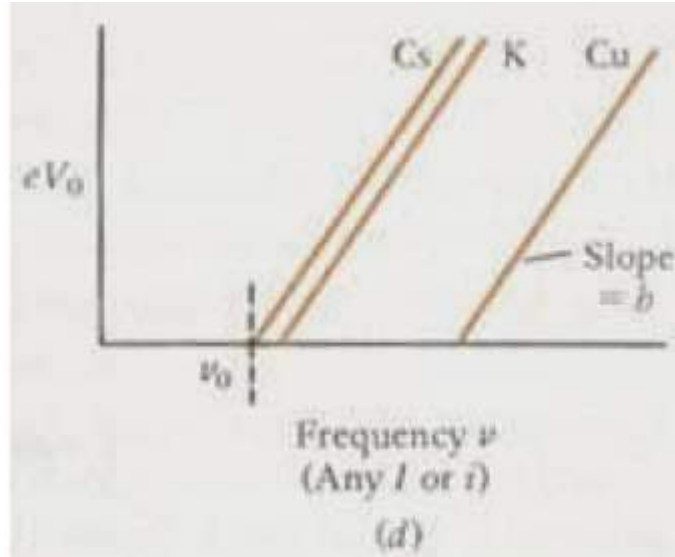
٢. عند تثبيت التردد وفرق الجهد فإن التيار الكهروضوئي يزداد بزيادة شدة الأشعة الكهرومغناطيسية  $I$  الساقطة على الأنود.



٣. عند ثبوت تردد الأشعة الكهرومغناطيسية وشدها  $I$  فإن التيار الكهروضوئي يقل بزيادة فرق الجهد المطبق حتى تصل إلى القيمة صفر. وعندها تكون قيمة فرق الجهد هي  $V_0$  والتي تسمى بجهد الإيقاف. ولا تعتمد قيمة جهد الإيقاف على شدة الأشعة الكهرومغناطيسية عند نفس التردد ولنفس المعدن.



٤. وجد عمليا أن قيمة جهد الإيقاف تعتمد على تردد الأشعة الكهرومغناطيسية فكلما زاد التردد كلما كانت قيمة جهد الإيقاف أكبر. قيمة جهد الإيقاف تتغير بتغير نوع مادة المعدن. كما وجد أيضا أن قيمة جهد الإيقاف لا تعتمد على شدة الأشعة الكهرومغناطيسية. كما تجدر الإشارة هنا إلى أن أدنى تردد  $n_0$  مطلوب للانبعاث الالكتروني من سطح المعدن يسمى بالتردد الحرج *frequency threshold*.



لا يمكن أن نحصل على تيار كهروضوئي إلا إذا كان تردد الأشعة الكهرومغناطيسية أكبر من التردد الحرج.

لأي معدن يستخدم في التجربة فقد وجد من تحليل النتائج العملية للتجربة (٤) أن المنحنيات هي معادلة خط مستقيم يأخذ المعادلة التالية:

$$eV_0 = hn - hn_0 \quad (3)$$

حيث أن  $h$  هي ميل المنحنى والتي وجدت أنها ثابتة لكل المعادن المستخدمة في التجارب. وأن  $n_0$  هي التردد الحرج لكل معدن. كما يمكن كتابة المعادلة السابقة بالصورة التالية:

$$hn = 1/2mv_{\max}^2 + hn_0 \quad (4)$$

## سلوك الحزمة الالكترونية في المجال الكهربائي

الغرض من التجربة:

دراسة سلوك الإلكترونات تحت

- a. تأثير المجال الكهربائي  $E$ .
- b. تأثير المجال المغناطيسي  $B$  وإيجاد الشحنة النوعية للإلكترون  $e/m_e$ .

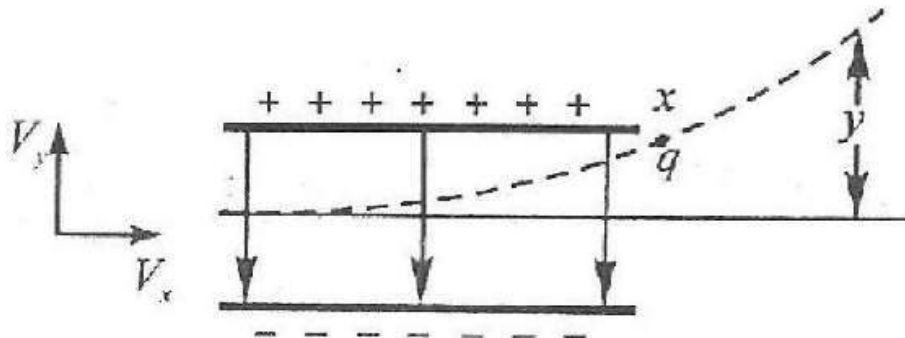
المقدمة:

عندما تتحرك حزمة من الإلكترونات بسرعة ثابتة في المجال الكهربائي أو المجال المغناطيسي فإنها تنحرف عن مسارها المستقيم لتأخذ مساراً منحنياً وتعتمد قيمة هذا الانحراف على قيمة المجال المسلط. وتستخدم هذه الخاصية في كثير من الأجهزة الإلكترونية الحديثة مثل جهاز الأشعة الكاثودية وشاشة الأجهزة المرئية.

النظرية:

سلوك الإلكترونات في المجال الكهربائي

إذا تحركت حزمة إلكترونية باتجاه المحور  $x$  بين لوحين متوازيين البعد بينهما  $d$  ومثبتين داخل أنبوبة زجاجية مفرغة من الهواء وبما أن الإلكترونات تتحرك في الفراغ فتكون سرعتها ثابتة ومساوية لـ  $v_x$  وإذا وصلنا اللوحين بفرق جهد قدره  $V_0$  فإن الحزمة تنحرف عن مسارها وتأخذ مساراً على شكل القطع المكافئ parabolic بين اللوحين



والقوة العمودية المؤثرة على كل إلكترون من إلكترونات الحزمة في المجال  $E$  هي:

$$F_y = eE \quad (1)$$

حيث  $e$  شحنة الإلكترون و  $E$  شدة المجال الكهربائي بين اللوحين. إذا افترضنا أن كتلة الإلكترون فتكون عجلة الإلكترون  $\alpha_y$  باتجاه  $y$  بالصيغة الآتية:

$$\alpha_y = \frac{eE}{m_e} \quad (2)$$

بعد الفترة الزمنية  $t$  ستتحرف الحزمة عن مسارها باتجاه  $y$  مسافة قدرها:

$$y = \frac{1}{2} \alpha_y t^2 \quad (3)$$

و السرعة العمودية للإلكترونات هي:

$$v_y = \alpha_y t = \frac{eE}{m_e} t \quad (4)$$

أما المسافة التي تقطعها الإلكترونات خلال الفترة  $t$  على المحور  $x$  هي:

$$x = v_x t \quad (5)$$

حيث  $v_x$  سرعة الإلكترونات باتجاه  $x$ . بحذف  $t$  من المعادلتين (4) و (5) نجد أن:

$$y = \frac{eE}{2m_e v_x^2} x^2 \quad (6)$$

والطاقة الحركية التي تكتسبها الإلكترونات تحت تأثير الجهد المسلط على المصعد  $V_A$  وباتجاه  $x$  هي:

$$\frac{1}{2}m_e v_x^2 = eV_A \quad (7)$$

ويحذف  $v_x^2$  من المعادلتين (7 و 6) نجد أن:

$$y = \frac{V_p}{4dV_A} \cdot x^2 \quad (8)$$

هذه المعادلة هي معادلة القطع المكافئ ويتم تحقيقها في هذه التجربة.

## قياس $\frac{e}{m}$ بطريقة نموذج قطرة الزيت (تجربة ميليكان)

الغرض من التجربة:

فهم تكمم الشحنة وقياس شحنة الإلكترون.

مقدمة:

قام ميليكان سنة 1913 بوضع هذه التجربة التي تؤكد تكمم الشحنة وتساعد على قياس مستقل للشحنة الأساسية ( $e$ ) للإلكترون وتعتمد فكرتها على تحليل القوى المؤثرة على قطرة زيت صغيرة ومشحونة تحت تأثير المجال الكهربائي.

### النظرية:

نفترض أن قطرة زيت كتلتها  $m$  وشحنتها  $q$  تسقط في الفراغ الموجود بين لوحين جهاز ميليكان وتحت تأثير الجاذبية الأرضية. تخضع القطرة إلى ثلاث قوى مختلفة شكل (3 - a) وهي:

1. وزن القطرة الزيتية  $mg$ .
2. قوة دفع الهواء ( $f_B$ ) بعكس اتجاه حركة القطرة.
3. مقاومة لزوجة الهواء  $f_B$  (قانون ستوكس Stock's law) أي محصلة القوى المؤثرة على القطر ستكون على النحو الآتي:

$$F = mg - f_B - kv \quad (1)$$

حيث  $m$  كتلة القطرة الزيتية و  $g$  العجلة الأرضية و  $kv$  قوة مقاومة

اللزوجة وطبقاً لقانون ستوكس قوة اللزوجة تعطى بالعلاقة الآتية:

$$kv = 6\pi\eta r \quad (2)$$

حيث  $r$  نصف قطر القطرة الزيتية و  $\eta$  معامل اللزوجة viscosity

coefficient للهواء ويساوي  $1.5 \times 10^{-5} N.S.m^{-2}$  و  $\nu$  سرعة القطرة و  $k$

ثابت.

عند وصول سرعة قطرة الزيت  $\nu$  سرعة المنتهى  
 $\nu_t$  terminal velocity ستكون  $F = 0$  ويمكن كتابة المعادلة (1) بالصيغة  
 الآتية:

$$mg - f_B = k\nu_t \quad (3)$$

أو

$$\frac{4}{3}\pi r^3 (\rho_o - \rho_A) g = 6\pi\eta r \nu_t \quad (4)$$

حيث إن  $\rho_o$  كثافة الزيت ( $796 \text{ kg/m}^3$ )

$\rho_A$  كثافة الهواء ( $1 \text{ kg/m}^3$ )

بحل المعادلة (4) بالنسبة لـ  $r$

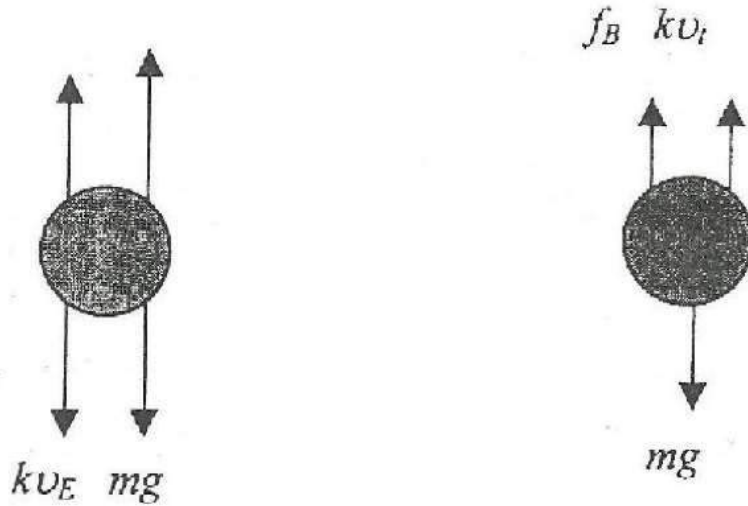
$$r = 3 \left[ \frac{\eta \nu_t}{2g (\rho_o - \rho_A)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

بالتعويض عن  $(r)$  في المعادلة (2) نجد أن:

$$k = 18\pi \left[ \frac{\eta^3 \nu_t}{2g (\rho_o - \rho_A)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

يمكن استخدام هذه المعادلة لحساب ثابت  $k$

إذا سلط فرق الجهد  $V$  بين اللوحين بحيث يوصل اللوح العلوي  
 بالقطب الموجب واللوح السفلي بالقطب السالب فإنه  
 سيتولد مجال كهربائي  $E$  بين اللوحين. وهذا المجال يؤثر على قطرة الزيت  
 المشحونة فإنها ستتحرك إلى الأعلى بسرعة المنتهى قدره  $\nu_E$   
 وتكون قوة المجال الكهربائي  $qE$ .



(a) سقوط قطرة الزيت في الهواء

(b) حركة قطرة الزيت تحت تأثير المجال الكهربائي

حيث إن  $E = \frac{V}{d}$  و  $d$  المسافة بين اللوحين.

ومحصلة القوى المؤثرة على قطرة الزيت ستعطي بالعلاقة الآتية:

$$F = qE + f_B - mg - kv \quad (7)$$

وعندما تصل سرعة القطرة سرعة المنتهى أي  $F = 0$ ، وبالتالي

تصبح المعادلة (7) على النحو الآتي:

$$qE - kv_E = mg - f_B \quad (8)$$

بربط المعادلة (8) مع المعادلة (3) نحصل على الصورة

$$qE - kv_E = kv_t$$

أو

$$q = \frac{k}{E}(v_t + v_E) \quad (9)$$

يمكن قياس جميع الكميات الموجودة في الطرف الأيمن من

المعادلة (9) عملياً وحساب قيمة  $q$  ونجد إن  $q$  هي دائماً مضاعفات عددية

صحيحة لشحنة الإلكترون.

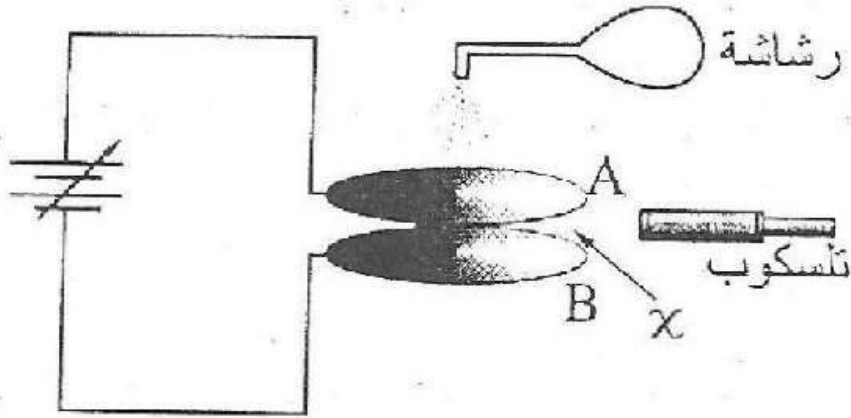
الأجهزة والأدوات المستخدمة:

جهاز ميليكان ومرذاذ (رشاش)

وصف جهاز ميليكان: يتكون جهاز ميليكان من لوحين  $A$  و  $B$

أفقيين ومتوازيين موضوعين داخل صندوق معدني لتجنب تأثير التيارات  
الهوائية الخارجية يستخدم مرذاذاً

Atomizer بسيطاً لرد قطرات الزيت بين اللوحين. تكون هذه القطرات  
عادة مشحونة بشحنة سالبة بسبب تأثيرات



الاحتكاك مع فتحة المرذاذ. يضاء الفراغ الموجود بين اللوحين والقطرات  
الزيتية بواسطة مصباح مثبت في جانب الصندوق حتى يتمكن من رصد  
حركة قطرات الزيت بواسطة التلسكوب.

## خطوات العمل:

1. تأكد من نظافة اللوحين والغطاء الخارجي من بقايا الزيت وكذلك من عدم انسداد الفتحة التي يدخل الزيت من خلالها.
2. اضبط عدسة التلسكوب حتى تتمكن من رؤية اللوحة المدرجة بوضوح.
3. أوصل طرفي اللوحين بقطبي مصدر كهربائي بحيث يوصل اللوح العلوي بالقطب الموجب واللوح السفلي برش قطرات قليلة من الزيت من خلال الثقب بحيث تدخل بعض القطرات إلى الفتحة الموجودة بين اللوحين. ولاحظ حركة القطرات من خلال الميكروسكوب (ملاحظة: تظهر القطرات الساقطة صاعدة إلى الأعلى لأن التلسكوب يظهر صورة مقلوبة) فعند تسليط الجهد بين اللوحين ستلاحظ أن القطرات المشحونة تسقط إلى الأسفل (وهي في الحقيقة تتحرك نحو الأعلى).
5. اختر أحسن قطرة يمكن التحكم بحركتها بسهولة واترك القطرة تسقط تحت جاذبية الأرض. واحسب الزمن اللازم لتقطع بضع تدريجات اللوحة المدرجة ثم أحسب سرعته  $v_1$  المنتهى.
6. سلط جهد مناسب على اللوحين وأحسب الزمن اللازم لتقطع قطرة الزيت بعض التدريجات. ثم أحسب السرعة  $v_E$ .
7. كرر الخطوة السابقة لعدد من القطرات وسجل النتائج في الجدول الآتي:

القطرات	$v_1$	$k$	$Ld = V/d$	$v_E$	$q$	$\eta$
1						
2						
3						
4						
5						
...						

و استخدام المعادلة (9) لحساب  $q$  بعد حساب قيمة  $k$  من المعادلة (6).

## الأسئلة

- ما المقصود بسرعة المنتهى؟
- ما المقصود بالشحنة الأساسية وما هي قيمتها؟
- ما النتائج التي أمكن التوصل إليها من تجربة ميليكان؟
- هل يمكن استخدام جهد متناوب في هذه التجربة؟ ولماذا؟

## تعيين قيمة ثابت رايدبرج

## الغرض من التجربة

- 1- تعيين قيمة ثابت رايدبرج.
- 2- دراسة الطيف المرئي للهيدروجين ومقارنته بنتائج رايدبرج.
- 3- تعيين مجموعة من العناصر بدراسة أطياها الذرية.

## النظرية :

استناداً إلى النظرية الكمية فإن الإلكترونات في الذرات تشغل مستويات الطاقة الأدنى ويقال عن الذرات في هذه الحالة بأنها في المستويات الأرضية. فإذا اكتسبت هذه الإلكترونات طاقة من أي مصدر من مصادر الطاقة فإنها تثار وتحتل مستويات طاقة أعلى ويقال حينئذ أن الذرات في الحالة المثارة. والذرات المثارة إلى مستوى طاقة أعلى ليست مستقرة ولذلك ستحاول العودة إلى وضعها السابق وذلك ببعث طاقة.

وبما أن الذرات تحوي على نواة موجبة الشحنة والإلكترونات سالبة الشحنة لذلك فإن القوة الكهربائية التجاذبية بين الإلكترون والنواة تعطى بقانون كولوم :

$$F = k \frac{Ze^2}{r^2} \quad (1)$$

حيث  $k$  ثابت كولوم و  $r$  المسافة الفاصلة بينهما. ونتيجة لدوران الإلكترون حول النواة بمسار دائري تنتج قوة مركزية مقدارها  $(m_e v^2 / r)$ . فإذا كان للذرة

إلكترون واحد كتلته  $m_e$  وشحنته  $-e$  يدور في مدار دائري حول نواة موجبة كتلتها  $M$  وشحنتها  $+Ze$  حيث  $Z$  العدد الذري ويساوي 1 بالنسبة لذرة الهيدروجين .

تبعاً لقوانين الميكانيكا التقليدية وقوة كولوم الكهربائية :

$$\frac{m_e v^2}{r} = k \frac{e^2}{r^2} \quad (2)$$

حيث  $k = 1/4\pi\epsilon_0$  و  $r$  نصف قطر مدار الإلكترون و  $e$  شحنة الإلكترون . وقد اعتبر بوهر هذا الفرض الأول لنموذجه . ثم أدخل في نموذجه نظرية الكم والذي يعتبر الفرض الثاني، إذ فرض أن كمية الحركة الزاوية للإلكترون  $m_e v r$  يجب أن تساوي عدداً صحيحاً لـ  $\hbar$  أي :

$$m_e v r = n \hbar \quad (3)$$

حيث  $\hbar = h/2\pi$  ،  $h$  ثابت بلانك و  $n$  عدد صحيح يعرف بعدد الكم الأساسي principle quantum number وهذا يعني أن الإلكترون مقيد بالحركة في مدار معين ومن المعادلتين (2) و (3) يمكن أن نجد نصف قطر المدار  $r_n$  :

$$r_n = \frac{h^2}{m_e e^2 Z k} \cdot n^2 \quad (4)$$

وعندما  $n = 1$  تكون قيمة  $r_1 = 0.529 \times 10^{-10} m$ .

أما الفرض الثالث في نموذج بوهر ذو علاقة بإنبعاث وإمتصاص الضوء من قبل الذرة، إذ افترض بوهر أنه لا يمكن للإلكترونات الموجودة في المدارات الثابتة أن يبعث أو يمتص الضوء، إنما يحدث ذلك فقط حينما يقفز الإلكترون من مدار إلى مدار آخر. وتردد الضوء المنبعث يعطى بالعلاقة :

$$h\nu = E_f - E_i \quad (5)$$

حيث  $E_i$  الطاقة الكلية للإلكترون في المدار الابتدائي و  $E_f$  الطاقة الكلية للإلكترون في المدار النهائي و  $h$  ثابت بلانك و  $\nu$  تردد الضوء المنبعث. يلاحظ هنا أن فروض بوهر هي مزيج من الفيزياء التقليدية (قانون نيوتن وكولوم) والفيزياء الكمية (الفوتون وتكمم الحركة الزاوية). ويمكن حساب الطاقة الكلية للإلكترون  $E_i$  في أي مدار من المدارات بجمع الطاقة الحركية وطاقة الوضع والحصول على الصيغة الآتية:

$$E_i = \frac{-m_e e^4 Z^2 k^2}{2n^2 h^2} \quad (6)$$

الإشارة السالبة تدل إلى ضرورة بذل الشغل على الإلكترون لنزعه من الذرة ويمكن كتابة المعادلة (6) على الشكل الآتي:

$$E_i = -\omega_0 \frac{1}{n^2} \quad (7)$$

حيث قيمة  $\omega_0$  تكون على النحو الآتي:

$$\omega_0 = -\frac{m_e e^4 Z^2 k^2}{2\hbar} = 2.1793 \times 10^{-18} J = -13.6 eV$$

تعد المعادلة (6) معادلة مهمة في دراسة تركيب الذرة إذ تعطي طاقة مستويات ذرة الهيدروجين عندما تشغل أياً من مستوياتها المسموحة .

عندما يحدث الانتقال من المستوى النهائي  $E_f$  إلى المستوي الابتدائي  $E_i$  حيث إن  $n_f$  أكبر من  $n_i$  فطاقة الفوتون المنبعث نعطي بالعلاقة:

$$h\nu = \omega_0 \left( \frac{1}{n_f} - \frac{1}{n_i} \right) \quad (8)$$

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \frac{\omega_0}{hc} \left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

أو

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) \quad (9)$$

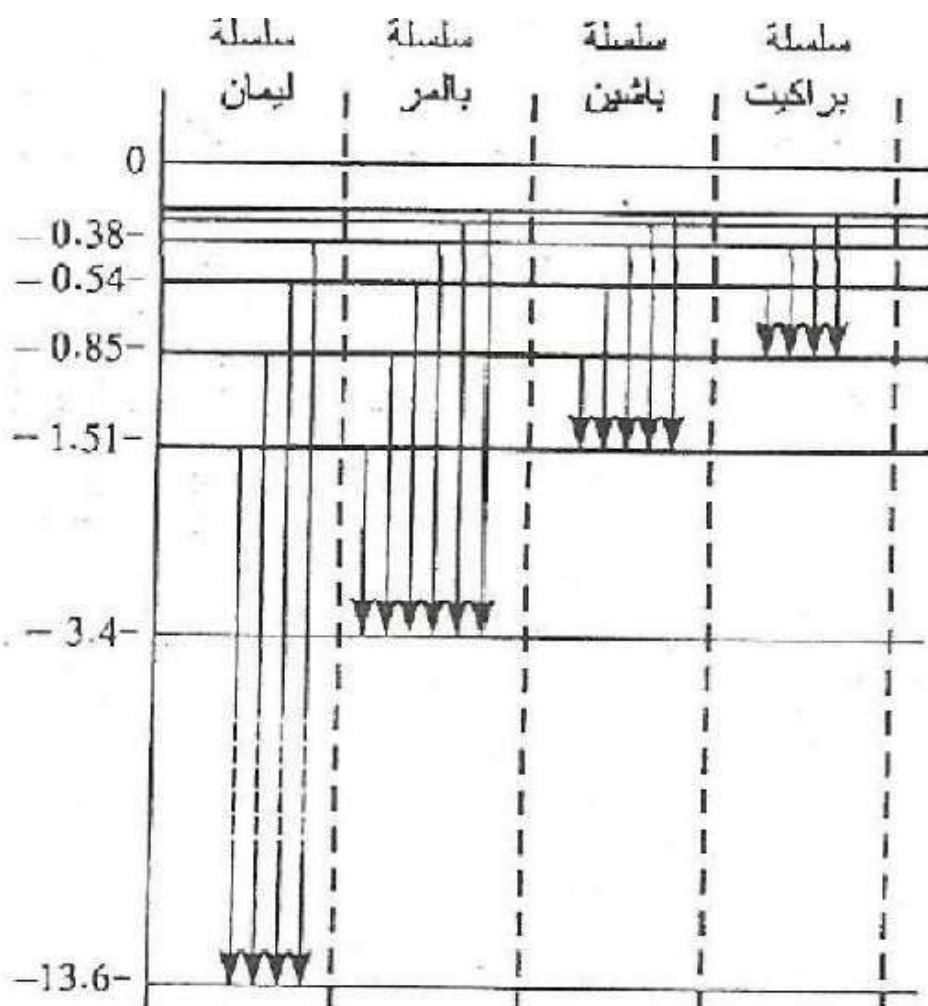
نلاحظ أن هذه المعادلة تشبه المعادلة (1) عندما يكون  $n_f = 2$ . يتضمن سلسلة بالمر ( $n_i = 3, 4, 5; \dots, n_f = 2$ ) عدداً من الخطوط الطيفية المنظورة والموضحة في الجدول رقم (1).

$n_i$	$n_f$	الطول الموجي Å	لون الخط
3	2	6562	أحمر $H_\alpha$
4	...	4861	أزرق مخضر $H_\beta$
5	...	4340	أزرق $H_\gamma$
6	...	4102	بنفسجي $H_\delta$

جدول (1)

بالإضافة إلى سلسلة بالمر المنظورة هناك سلاسل أخرى لخطوط طيف الهيدروجين

منطقة الطيف	$n_i$	$n_f$	اسم السلسلة
فوق بنفسجية	2, 3, 4...	1	Lyman ليمان
منظورة	3, 4, 5...	2	Balmer بالمر
تحت الحمراء	4, 5, 6...	3	Pachen باشن
تحت الحمراء	5, 6, 7...	4	Bracket براكيت
تحت الحمراء	6, 7, 8...	5	Pfund فوند



الأجهزة والأدوات المستخدمة:

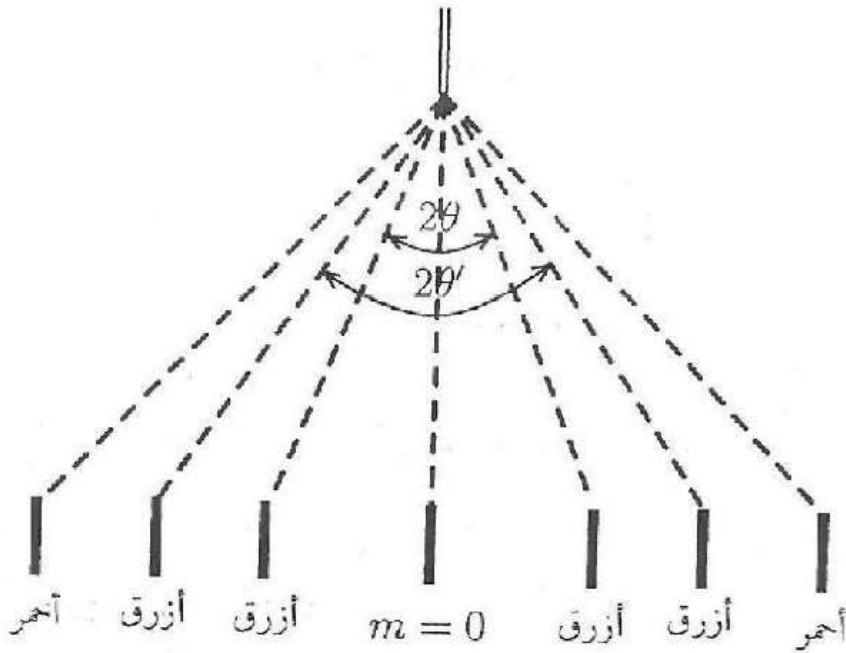
مصباح الهيدروجين مع جهاز القدرة الكهربائية، مطياف، عدسة  
محدبة بعدها البؤري  $5\text{cm}$ ، محزوزة حيود، منضدة لترتيب الأجهزة .

خطوات العمل:

1. ثبت مصباح الهيدروجين على بعد حوالي  $20\text{cm}$  من الشق المثبت في نهاية مجمع الأشعة collimeter. بحيث يكون المصباح على مستوى المطياف نفسه.
2. عدل المطياف بصورة جيدة وعدل عرض الشق حتى الصورة التقديرية للخط اللوني الناهد من الشق بوضوح على الشعرتين المتقاطعتين للتلسكوب.

## خطوات العمل :

1. ثبت مصباح الهيدروجين على بعد حوالي 20cm من الشق المثبت في نهاية مجمع الأشعة collimeter. بحيث يكون المصباح على مستوى المطياف نفسه.
2. عدل المطياف [يمكن هنا الرجوع إلى التجربة (1) بالجزء الأول من هذا الكتاب] بصورة جيدة وعدل عرض الشق حتى تشاهد الصورة التقديرية للخط اللوني النافذ من الشق بوضوح على الشعرتين المتقاطعتين للتلسكوب.
3. ثبت العدسة المحدبة بين المصباح والشق على نقطة البؤرة للعدسة تماماً وذلك للأشعة المنبعثة من مصباح الهيدروجين.
4. دوّر التلسكوب تدريجياً حتى تجد زاوية كل من الرتبة الأولى ( $m = 1$ ) والرتبة الثانية ( $m = 2$ )



$\lambda = a \sin \theta / m$	$\theta = (\theta_L + \theta_R) / 2$	$\theta_L$	$\theta_R$	الخط الطيفي	
				أحمر	الرتبة الأولى $m = 1$
				أزرق مخضر	
				أزرق	
				بنفسجي	
				أحمر	الرتبة الثانية $m = 2$
				أزرق مخضر	
				أزرق	
				بنفسجي	

5. أوجد قيمة  $R$  مستخدماً المعادلة (1) لكل خط وفي كل رتبة ثم أوجد متوسط قيمة  $R$  لهذه السلسلة.

إضافة:

في حالة عدم توفر جهاز المطياف في المعمل يمكن إتباع الخطوات

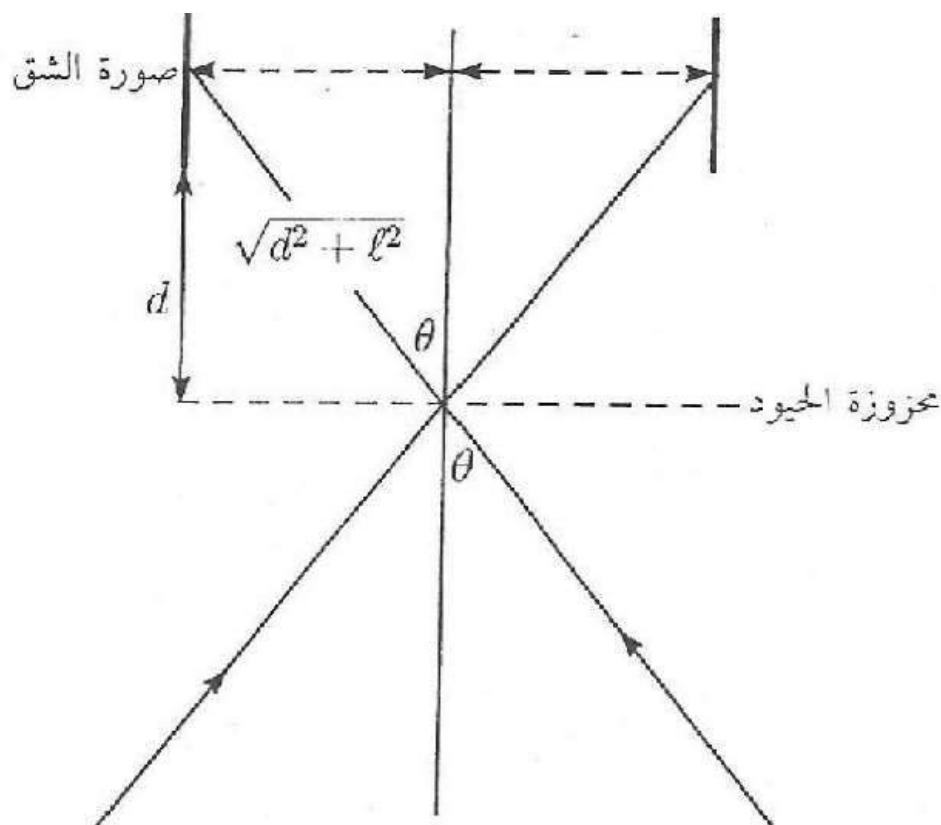
الآتية:

1. ضع الشق الضيق أمام مصباح الهيدروجين .
2. ضع المحزوزة على بعد معين من الشق .
3. ثبت شاشة على بعد  $d$  من المحزوزة

يمكن الآن التقاط صور الخطوط على الشاشة كما موضح في

الشكل ومن الشكل نلاحظ:

$$\sin \theta = \frac{\ell}{\sqrt{d^2 + \ell^2}}$$



وباستخدام معادلة الحيود من الرتبة الأولى  $a \sin \theta = \lambda$  حيث  $a$  ثابت المحزوزة نجد أن:

$$\lambda = \frac{a \cdot \lambda}{\sqrt{d^2 + l^2}}$$

حيث  $d$  المسافة بين الشق والمحزوزة  $l$  هي المسافة بين صورة الشق والخط الطيفي في الرتبة الأولى. ومن قياسات  $d$  و  $l$  وحساب  $a$  يمكن إيجاد قيمة الطول الموجي  $\lambda$  ومن ثم حساب قيمة  $R$  باستخدام معادلة ريديرج (معادلة رقم 1).

### الأسئلة

- ما المقصود بالمعادلة التجريبية؟
- لماذا استخدمنا سلسلة بالمر في هذه التجربة دون السلاسل الأخرى؟
- أحسب قيمة  $R$  نظرياً. وقارن نتائجك بهذه القيمة؟
- علام يعتمد لون الخط في سلسلة بالمر في ذرة الهيدروجين؟
- ماذا تمثل قيمة  $n_1$ ؟



# تجارب مختبر الذرية الكورس الثاني

## قانون إستيفان بولتزمان

### الهدف من التجربة

تحقيق قانون استيفان للإشعاع الحراري وتعيين ثابت استيفان

### نظرية التجربة

ينص قانون استيفان على أن معدل إشعاع ( انبعاث ) الطاقة الحرارية  $P_e$  من جسم ساخن يتناسب طردياً مع الأس الرابع لدرجة الحرارة المطلقة  $T_e$ :

$$P_e \propto T_e^4$$

$$P_e = \epsilon \sigma A T_e^4 \dots\dots\dots(1)$$

حيث  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 k^4}$  هو ثابت ستيفان - بولتزمان و  $\epsilon$  معامل الانبعاثية ويتراوح بين الصفر والواحد الصحيح ،  $A$  مساحة الجسم .

إذا وضع نفس الجسم في حيز مغلق درجة حرارة جدرانه  $T_a$  فإنه سيمتص الإشعاع من الجدران

$$P_a = \epsilon \sigma A T_a^4 \dots\dots\dots(2)$$

بمعدل :

إذا كانت  $T_e > T_a$  تكون الطاقة الحرارية المنبعثة الصافية :

$$P = P_e - P_a = \epsilon \sigma A (T_e^4 - T_a^4) \dots\dots\dots(3)$$

إذا كان معامل الانبعاثية للجسم  $\epsilon = 1$  تصبح المعادلة (3) في الصورة:

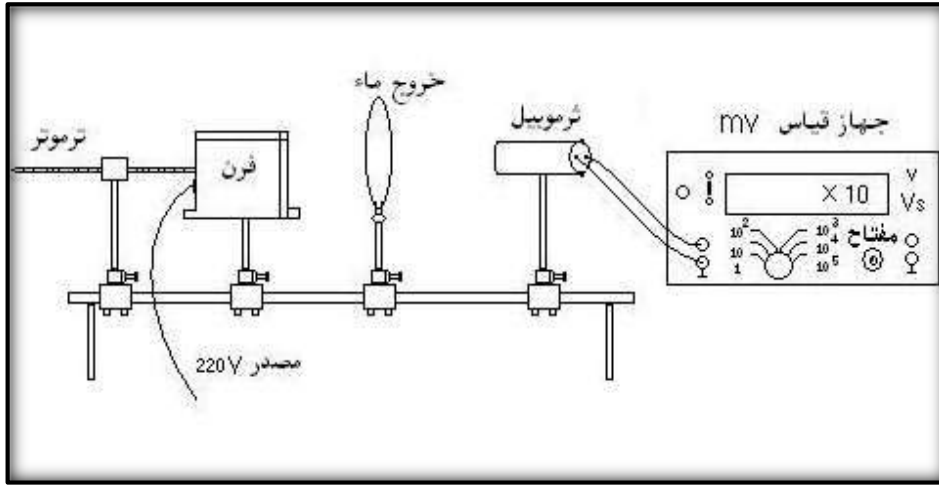
$$P = \sigma A (T_e^4 - T_a^4) \dots\dots\dots(4)$$

فإن الجسم يمتص الطاقة الإشعاعية الساقطة عليه. أما إذا كان  $\epsilon = 0$  فإنه يعكس كل الطاقة الساقطة عليه:

# تجارب مختبر الذرية الكورس الثاني

## الأدوات

- ١- فرن كهربائي يعمل بجهد ٢٢٠ فولت وبداخلة الجسم الأسود.
- ٢- ثرمومتر لقياس درجة حرارة الفرن
- ٣- ثرموبيل لقياس القدرة المفقودة  $P$  ؛ حساسية  $0.16mV/mW$  - مللي فولتميتر.
- ٤- منضدة ضوئية - أسلاك توصيل.



## خطوات العمل

- ١- صل الدائرة الكهربائية كما هو موضح بالشكل السابق.
- ٢- شغل الفرن الكهربائي وعندما تصل درجة حرارة الجسم الأسود إلى  $200^{\circ}C$  درجة مئوية أطفئ الفرن ( لاحظ ارتفاع درجة الحرارة حتى تصل إلى  $230^{\circ}C$  درجة تقريباً بعدها تبدأ الانخفاض ) .
- ٣- سجل كل من قراءة الفولتميتر  $V$  عند كل درجة حرارة  $t$  وذلك عند انخفاض درجة الحرارة .

$$t = 230C^0, 220C^0$$

- ٤- دون النتائج في جدول وارسم العلاقة بين  $(p)$  على محور الصادات و  $(T^4)$  على محور السينات تحصل على خط مستقيم يقطع محور الصادات.



## تحقيق قانون التربيع العكسي للإشعاع الحراري

### نظرية التجربة:

ينص قانون التربيع العكسي للإشعاع الحراري على أن طاقة الإشعاع المنبعثة من مصدر الإشعاع الحراري لكل وحدة مساحة تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بين المصدر ونقطة قياس الإشعاع الحراري، أي أن:

$$\frac{1}{x^2} \propto \text{Radiation} \text{ " معدل الإشعاع "}$$

حيث:  $x$  هي المسافة بين مصدر الإشعاع ومقياس الإشعاع الحراري، و الأشعة الحرارية لها

الصفات الضوئية لأنها أشعة تحت حمراء، ومن صفاتها الآتي:

- ١ - تنتقل في الفراغ بسرعة الضوء ( $3 \times 10^{10}$  سم/ث).
- ٢ - أنها تنتقل في خطوط مستقيمة في الوسط المتجانس ويتوقف على ذلك - كما في الضوء - تناسب شدة الإشعاع الحراري المستقبل على حاجر عكسياً مع مربع المسافة، وهذا ما نحن بصدده في هذه التجربة.
- ٣ - كثير من الأجسام المنفذة للضوء منفذة أيضاً للأشعة الحمراء القريبة من الأشعة الضوئية (5 ميكرون).
- ٤ - الأشعة تحت الحمراء مثل الضوء تمتص بالأجسام القائمة الخشنة السطح وتنعكس عن السطوح الفاتحة الملساء.
- ٥ - الأشعة الحرارية تتبع قوانين الضوء مثل الانعكاس ويحدث لها ظاهرة التداخل والحيود والاستقطاب أي أنها حركة موجية مستعرضة كالضوء (كما أنها تؤثر في الألواح الفوتوغرافية والخلايا الكهروضوئية).

# تجارب مختبر الذرية

## الكورس الثاني

### الأجهزة المستخدمة:

مقياس للإشعاع - مصباح ستيفان وبولتزمان - مقياس جهد مللي فولتمتر - بطارية  
جهد "12 volt (d.c) d3 A" - مسطرة مترية.

### خطوات التجربة:

- ١ - ثبي المسطرة المترية على الطاولة.
- ٢ - ثبي مصباح ستيفان وبولتزمان بحيث يكون صفر المسطرة المترية موازي لفتيلة المصباح.
- ٣ - اجعلي مقياس الإشعاع الحراري في مواجهة فتيلة مصباح ستيفان وبولتزمان.
- ٤ - تأكدي من وضع المقياس الإشعاعي الحراري على طول الخور للمصباح وموازي للمسطرة المترية.
- ٥ - وصلي مقياس الإشعاع الحراري بمقياس الجهد وكذلك وصلي المصباح بالبطارية.
- ٦ - ضعي جهد بطارية المصباح على الجهد إطفاء "off" وسجلي قراءات المللي فولتمتر على طول المسطرة المترية مبتدئة من مسافة 10 سم وصاعداً حتى 100 سم وذلك في جدول كما في الجدول (1) وبذلك تكون هذه القراءات لإشعاع الوسط المحيط ثم احسبي مدى متوسط هذه القراءات.
- ٧ - أشعلي جهد البطارية للمصباح "on" فيضئ المصباح واجعلي الجهد في البداية عند 10 فولت.
- ٨ - سجلي القراءات كما في الجدول رقم (2) لكل قيمة مسافة خذي قراءة مقياس الإشعاع بحيث يكون أخذ القراءات بدقة وسرعة على طول المسطرة المترية.
- ٩ - لكل قيمة مسافة X احسبي  $\frac{1}{X^2}$ .
- ١٠ - اطرحي من كل قراءة للمقياس الإشعاعي الحراري قيمة إشعاع الوسط المحيط المحسوبة من الجدول رقم (1).
- ١١ - سجلي هذه القيم جميعها في جدول (2).
- ١٢ - ارسمي العلاقة بين معدل الإشعاع على الخور الصادي والقيمة  $\frac{1}{X^2}$  على الخور السيني.

## النتائج العملية:

جدول (1)  
قراءات الوسط المحيط

المسافة x (cm)	مدى إشعاع الوسط Ambient Radiation Level (mv)
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	

**Average Ambient Radiation Level =**

تجارب مختبر الذرية  
الكورس الثاني

جدول (2)

المسافة x (cm)	كمية الإشعاع Rad (mv)	1 / (المسافة) <sup>2</sup> $1/x^2$ (cm <sup>-2</sup> )	معدل الإشعاع الحراري الكلي ( الإشعاع - إشعاع الوسط ) Rad - Ambient (mv)
10			
20			
30			
40			
50			
60			

ملاحظة: في الرسم ضعي  $1/x^2$  على المحور الأفقي ومعدل الإشعاع على المحور الرأسي.

تعيين ثابت بلانك

**Determining Planks Constant**

**الهدف من التجربة (Objects of the experiment)**

١. حساب ثابت بلانك (h) (plank constant)

٢. ايجاد تردد العتبة ( $f_0$ )

٣. ايجاد دالة الشغل (w)

**نظرية التجربة (Theory)**

يمكن تحرير الالكترونات من سطح معدن عند تشعيه بضوء (التأثير الكهروضوئي) ويعتمد عدد الالكترونات الضوئية على شدة الضوء.

تعتمد طاقة الإلكترون المتحررة فقط على تردد الضوء. لقد تم اكتشاف هذه الظواهر العلمية بواسطة اينشتاين عام (1905) عندما فرض إن الضوء يتكون من زوبعة من الجسيمات (التي تسمى الفوتونات) ولقد فرض إن كل إلكترون ضوئي متحرر بواسطة فوتون منفرد تتناسب طاقته مع التردد وفق العلاقة التالية :

$$E = h\nu \quad (1)$$

تصف علاقة اينشتاين مصونية الطاقة لهذه العملية . يأخذ كل إلكترون متحرر الطاقة ( $h\nu$ ) للفوتون (Photon) وان كمية الطاقة التي تزيد عن دالة الشغل (work function ,W,) يعبر عنها بواسطة الإلكترون كطاقة حركية ( $E_{K.E}$ ) (kinetic energy)

$$E_{K.E} = \frac{1}{2}mv^2 = h\nu \quad (2)$$

يمكن تعيين ثابت بلانك (h) من خلال تعريض خلية ضوئية الى ضوء احادي اللون، اي ضوء ذو طول موجي معين . وقياس الطاقة الحركية ( $E_{K.E}$ ) للالكترونات المتحررة .

يسقط الضوء من خلال أنود حلقي الشكل (سلك بلاتينيوم) على سطح من البوتاسيوم. تصل الالكترونات الضوئية الى الانود وتقاس على شكل تيار ضوئي (I). إذا قذفت الالكترونات الضوئية بالضد من جهد سالب يزداد تدريجيا فان التيار الضوئي تتناقص قيمته وان الفولتية التي يصل عندها التيار الضوئي صفر تماما تسمى بفولتية الحد  $V_0$ (Limit voltage). عند هذه

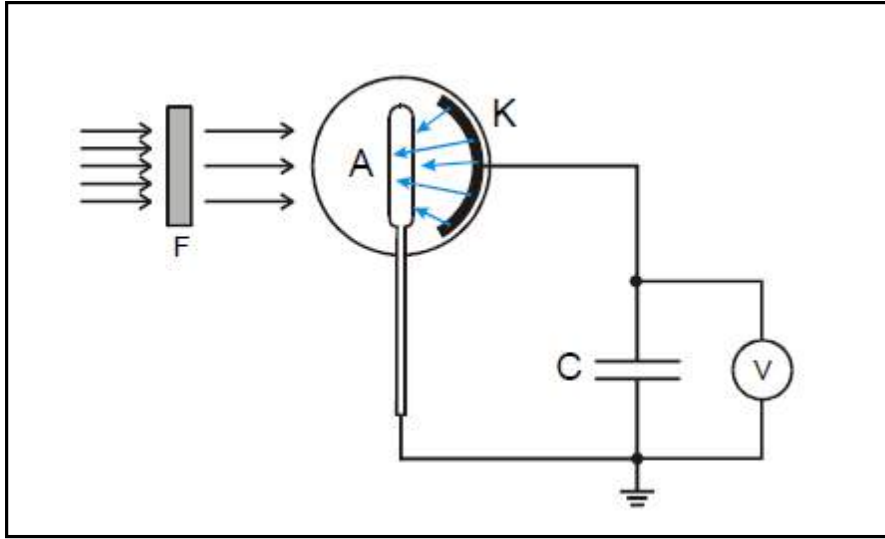
## تجارب مختبر الذرية الكورس الثاني

الفولتية لم يعد حتى اضعف الالكترونات ترابطا، اي تلك الى تمتلك أوطى دالة شغل ( $W$ ) وبذلك أعظم طاقة حركية ( $E_{K.E}$ ) قادرا على التغلب على جهد الانود.

في هذه التجربة تم توليد فولتية الانود باستعمال مكثف يتم شحنه بواسطة الالكترونات الساقطة وصولا لفولتية الحد ( $V_0$ ). يمكن استعمال فولتية الحد في حساب الطاقة الحركية للالكترونات ذات الترابط الضعيف .

$$eV_0 = hv - w \quad (3)$$

اذ ان ( $e$ ) هي الشحنة الأساسية للإلكترون ،  $W$  هي دالة الشغل، إذا قمنا بزيادة تردد الضوء الساقط بمقدار ( $\Delta U$ ) فان طاقة الإلكترون تزداد بالمقدار ( $h\Delta\nu$ )



شكل (1) يبين مخطط الخلية الكهروضوئية

الشكل رقم (1) هو مخطط لقياس ثابت بلانك بمساعدة التأثير الكهروضوئي حيث يتم إنتاج ضوء أحادي اللون بواسطة مرشح الطول الموجي  $F$  يسقط على كاثود الخلية الضوئية  $K$ . تتقدم الالكترونات الضوئية الى الانود وتقوم بشحن المكثف  $C$  وصولا الى فولتية الحد ( $V_0$ ) يجب زيادة الفولتية المحددة بالمقدار ( $\Delta V_0$ ) لتعويض التيار الضوئي ولهذه الحالة تطبق المعادلة التالية :

$$e\Delta V_0 = \Delta h\nu \quad (4)$$

أي إن زيادة الطاقة ( $h\Delta\nu$ ) قد تم تعويضها بواسطة فقدان الطاقة ( $eV_0$ ).

## تجارب مختبر الذرية الكورس الثاني

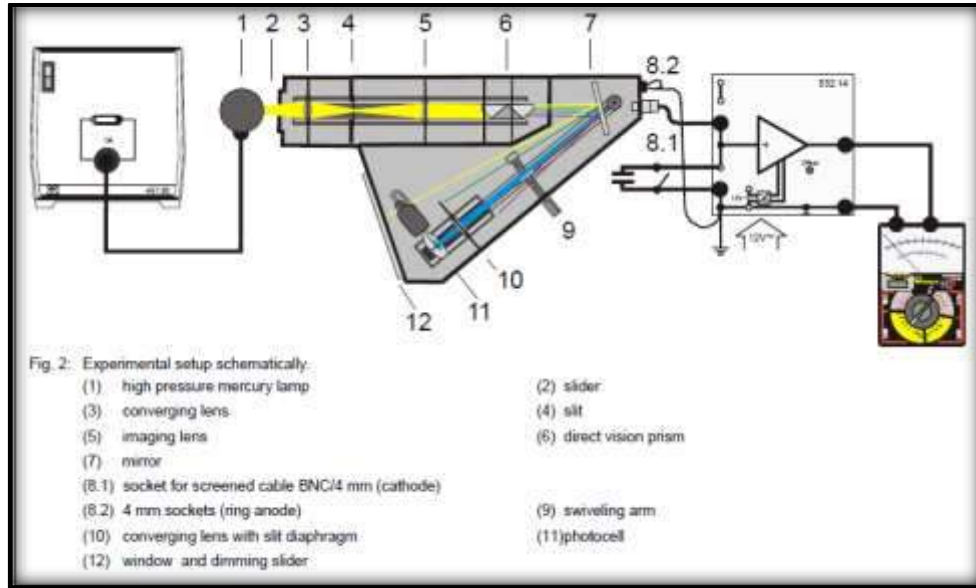
إذا قمنا برسم فولتية الحد ( $V_0$ ) كدالة للتردد ( $\nu$ ) فالمعادلة (٥) تعطينا خط مستقيم ميله يساوي

$$\frac{\Delta V_0}{\Delta \nu} = \frac{h}{e} \quad (5)$$

وبمعرفة الشحنة الأساسية للإلكترون يمكن حساب ثابت بلانك  $h$  من ميل الرسم البياني ( $V_0$ )

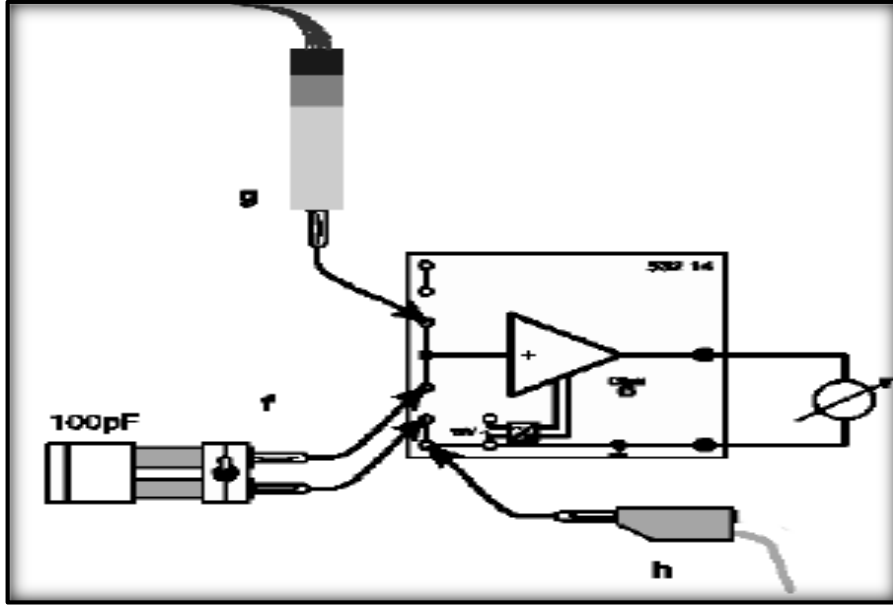
### إعداد الدارة الكهربائية :

تشحن الإلكترونات الضوئية الساقطة على الانود الحلقي المعدني للخلية الضوئية المكثف ، وبذلك تولد جهد الحد ( $V_0$ ) اللازم في تعيين الطاقة الحركية . يستخدم المضخم في قياس فولتية المكثف اربط دارة المضخم كما في الشكل (2) والشكل (3).



شكل (٢) يبين دائرة الخلية الكهروضوئية

## تجارب مختبر الذرية الكورس الثاني



الشكل (٣) دائرة المضخم لقياس جهد الحد

١. أوصل المقابس (f) واربط المكثف ذو القيمة (100pF) ومفتاح التبديل كما في الشكل (3).
٢. أوصل الكابل BNC /4mm الى مقبس BNC (8.1 في الشكل ٢) والى المضخم (g) اربط توصيلة الأرضية للكابل BNC الى الارض على المضخم (h في الشكل ٣)..
٣. أوصل المقبسين (4mm) (8.2 – حلقة الكابل في الشكل ٢) بواسطة الكابل ذو الطول (25cm)
٤. أوصل المقياس متعدد الأغراض الى مخرج المضخم باستعمال الكابلات ذات الطول (50cm) في الشكل (2) .
٥. أوصل أرضية المضخم مع توصيلة الأرضية لصندوق التوزيع مستعملا الكابل الأصفر المخضر.

### الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

١. خلية ضوئية
٢. مصباح ذو ضغط عالي
٣. مضخم تيار
٤. مجهز قدرة AC
٥. اوفوميتر
٦. مكثف
٧. مفتاح
٨. اسلاك توصيل



شكل (٤) يبين جهاز الخلية الكهروضوئية

### طريقة العمل (Experimental)

١. قم بتعتيم الغرفة جزئياً . سترى صورة الشق الغشائي للعدسة (١٠) على نافذة الانبعاث.
٢. شغل الفولتميتر ونظمه على مدى (3volt D.C) .
٣. عين جهد الحد ( $V_0$ ) للضوء الأصفر . عن طريق تنظيم ذراع الدوران مستعملاً المنظم (٩) بحيث يكون ظل الخط الأصفر مرئياً على نافذة الانبعاث .
٤. غلف نافذة الانبعاث (١٢) مستعملاً منزلقة التعتيم في حال لم تجرى التجربة في غرفة مظلمة.
٥. فرِّغ المكثف مستعملاً مفتاح التبديل حتى يقرأ الفولتميتر صفراً .
٦. أبدأ القياس من خلال رفع مفتاح تبديل وانتظر (30sec) الى دقيقة حتى يسخن المكثف الى جهد الحد ( $V_0$ ) .
٧. سجل القيمة المقاسة لجهد الحد ( $V_0$ ) .
٨. اعد هذه الخطوات بالنسبة لخطوط الطيف الأزرق والبنفسجي والأخضر.

## تجارب مختبر الذرية الكورس الثاني

٩. ارسم علاقة بيانية بين (f) على المحور السيني و(v) على المحور الصادي كما في الشكل (٤)

١٠. احسب دالة الشغل (w) باستخدام العلاقة التالية:

$$W = e \times \text{القطع}$$

Colour	Wavelength nm	f (Hz)	V( volt)
Yellow			
Green			
Blue			
Violet			

جدول (١) يبين حساب الفولتية كدالة للطول الموجي وتردد الالوان

١١. احسب تردد العتبة ( $f_0$ ) من الخط البياني.

١٢. احسب الطول الموجي للون الاحمر من الرسم البياني من خلال معرفتك للجهد المسلط على الخلية الكهروضوئية.

يتم إيجاد ميل الخط المستقيم لقيم جهد الحد ( $V_0$ ) المرسومة بالضد مع التردد ( $\nu$ ) لخطوط طيف المصباح الزئبقي ذو الضغط العالي.

$$\frac{\Delta U_0}{\Delta \nu} = slope$$

وباستعمال العلاقة (٦)

$$\frac{\Delta U_0}{\Delta \nu} = \frac{h}{e} \quad (6)$$

و بمعرفة الشحنة الأساسية للإلكترون ( $e = 1.6 \times 10^{-19} c$ ) يمكن حساب ثابت بلانك (h).

## تجارب مختبر الذرية الكورس الثاني

---

علما ان القيمة النظرية لثابت بلانك هي، ( $h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ j} \cdot \text{sec}$ ) . تعتمد الطاقة الحركية للالكترونات الضوئية المتحررة على التردد، . وبذلك يمكن تعيين ثابت بلانك من خلال قياس جهد الحد ( $V_0$ ) لترددات مختلفة فوقها لم تعد الالكترونات قادرة على الهروب.

### الاسئلة:-

- ١ . وضح ما المقصود بدالة الشغل وتردد العتبة؟
- ٢ . فسر الظاهرة الكهروضوئية وعلام تعتمد؟
- ٣ . على ماذا يعتمد عدد الاليكترونات المتحررة من سطح المعدن؟
- ٤ . اذكر العوامل المؤثرة على التيار الكهروضوئي.
- ٥ . أوجد نسبة الخطأ

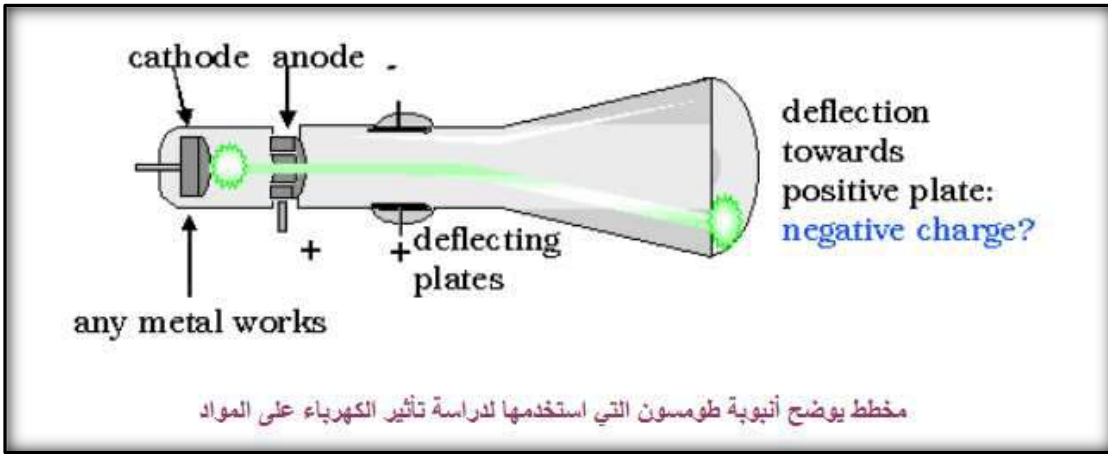
تجارب مختبر الذرية  
الكورس الثاني

---

# تجارب مختبر الذرية الكورس الثاني

## انبوبة الاشعة الكاثودية :-

تجارب تومسون مع الالكترونات : أنبوبة أشعة المهبط cathode ray tube في العام ١٨٩٧ قام العالم تومسون J. J. Thomson في مختبر كافندش في كامبردج ببريطانيا بإجراء تجربة ناجحة تمكن فيها من قياس النسبة بين شحنة الإلكترون إلى كتلته، حيث اعتمد في ذلك على قياس انحراف الإلكترون في وسط فيه مجال كهربائي ومجال مغناطيسي. العالم تومسون وضع في نهاية مشواره العلمي نموذج للذرة عرف باسمه نموذج تومسون وكان هذا أول نموذج تصوري للذرة ومحتوياتها. ركز تومسون على دراسة العلاقة بين الكهرباء والمادة وذلك عن طريق مليء أنبوبة زجاجية بغاز عند ضغط منخفض (مثل غاز الزئبق أو النيون أو الزينون) وطبق فرق جهد كهربائي كبير على طرفي الأنبوبة الزجاجية. يمر التيار الكهربائي بين طرفي (الكاثود والانود) الأنبوبة الزجاجية عبر الغاز وسمى هذا التيار بتيار الكاثود. أجرى تومسون العديد من التجارب والتي حصل منها على النتائج التالية:



## نتائج

- (١) إن وجود مجال كهربائي أو مغناطيسي يحيط بأنبوبة الكاثود يؤدي إلى انحراف أشعة الكاثود.
- (٢) بتطبيق مجال كهربائي فقط أو بتطبيق مجال مغناطيسي فقط أو بتطبيق المجالين معا فإنه تمكن من قياس النسبة بين الشحنة الكهربائية الحاملة لتيار المهبط وكتلتها (لم يكن الإلكترون معروفا في ذلك الوقت)
- (٣) اكتشف أيضا إن النسبة بين الشحنة إلى الكتلة لتيار الكاثود لا تتغير بتغيير الغاز المستخدم أو بتغيير مادة الكاثود.

# تجارب مختبر الذرية

## الكورس الثاني

### استنتاجات

- (١) استنتج أيضا إن أشعة الكاثود مكونة من جسيمات دقيقة جدا مشحونة بشحنات سالبة أطلق عليها الإلكترونات.
- (٢) استنتج أيضا إن هذه الإلكترونات تأتي من الذرات المكونة لغاز داخل الأنبوبة او من المادة المعدنية للكاثود أو الانود.
- (٣) استنتج من خلال ثبات النسبية بين شحنة الإلكترون إلى كتلته في أكثر من مادة إنها المكون الرئيسي لذرات أي مادة.
- (٤) وبسبب أن النسبة بين شحنة الإلكترون إلى كتلته كبيرة جدا استنتج أن الإلكترونات صغيرة جداً.

### مبادئ وأساسيات

#### الشحنة والمجال الكهربى

نعلم إن المجال الكهربى يؤثر على الشحنة الكهربائية بقوة كهربية تعطى بالعلاقة

$$F_e = qE$$

حيث  $F_e$  هي القوة الكهربائية و  $q$  الشحنة الكهربائية و  $E$  المجال الكهربى

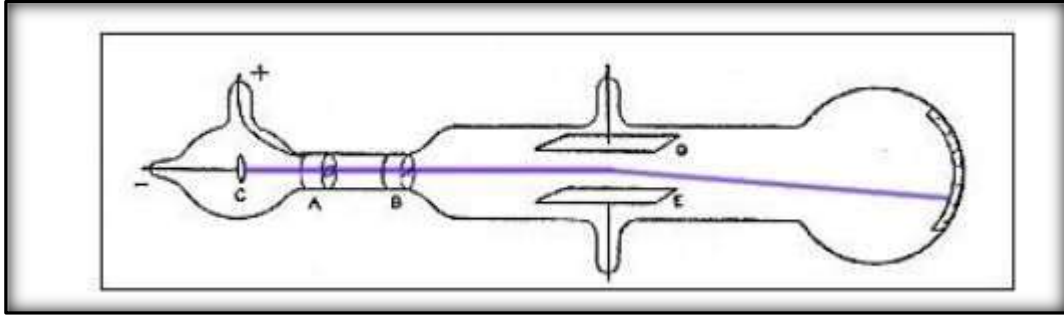
وعليه إذا وضعت شحنة كهربية في مجال كهربى فإنها سوف تتحرك في اتجاه المجال إذا كانت شحنتها موجبة وتتحرك في عكس اتجاه المجال إذا كانت شحنتها سالبة.

#### التجربة

يوضح الشكل التالي الجهاز الذي استخدمه ثومسون لتجربة وهو عبارة عن أنبوبة أشعة المهبط مفرغة من الهواء وفيها على اليسار فتيلة حرارية تسخن عندما يمر فيها التيار الكهربى فتنبعث منها الإلكترونات التي يتم تسريعها بواسطة فرق جهد لنحصل على حزمة مركزة من الإلكترونات تنطلق بسرعة إلى الجزء الأيمن من الأنبوبة. تدخل الإلكترونات بعد ذلك في منطقة فيها مجال كهربى ومجال مغناطيسى ويكون اتجاه المجال الكهربى عمودى على اتجاه المجال المغناطيسى حتى تكون القوة الكهربائية مؤثرة على الإلكترونات للأسفل بينما تكون القوة

## تجارب مختبر الذرية الكورس الثاني

المغناطيسية مؤثرة على الالكترونات للأعلى. (تذكر إن اتجاه القوة المغناطيسية باستخدام قاعدة فلمنج لليد اليمنى.)



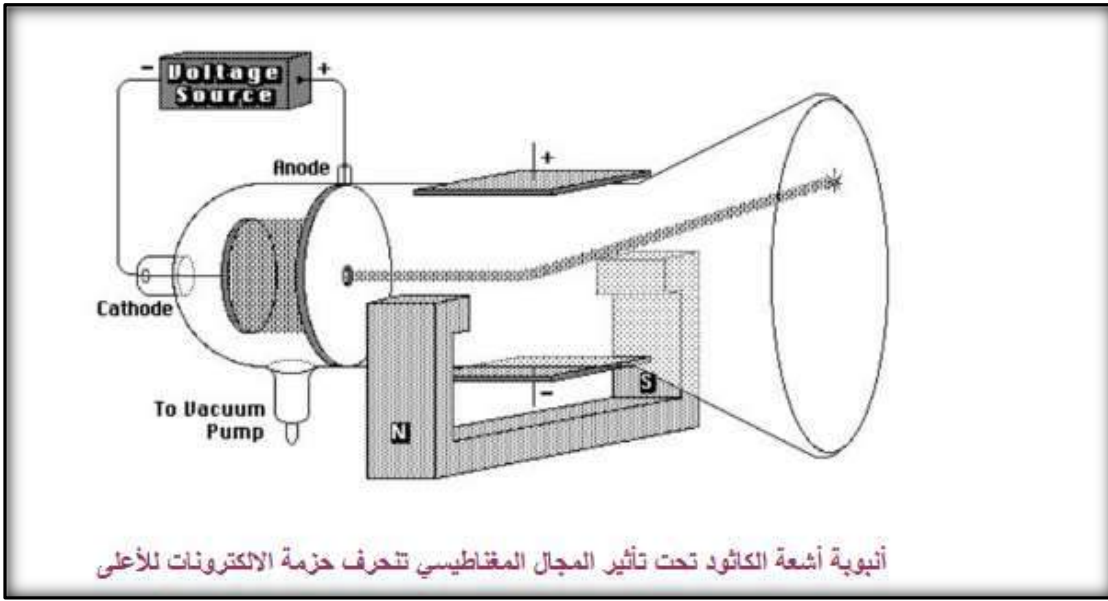
عندما لا يكون هناك مجال كهربائي أو مجال مغناطيسي فإن الالكترونات تنطلق في مسار مستقيم وتصطدم في نهاية أنبوبة الكاثود على لوحة عليها مادة فلوريسنت (مثل شاشة التلفاز) تتوهج عندما تصطدم بها الالكترونات فتعطي في هذه الحالة بقعة مضيئة في وسط اللوحة.



صورة لتجربة ثومسون التي تتوفر في الكثير من مختبرات الفيزياء في الجامعات وفيها أنبوبة الكاثود وحوله ملفات هولمولتز المستخدمة لتوليد مجال مغناطيسي منتظم يتم التحكم في اتجاهه من خلال اتجاه التيار المار في الملفات، كما نلاحظ أيضا لوجي المجال الكهربائي في داخل الأنبوبة والأجهزة الخارجية هي مصدر الطاقة الكهربائية وأجهزة قياس

## تجارب مختبر الذرية الكورس الثاني

ولدراسة تأثير المجال الكهربائي على حزمة الإلكترونات نقوم بتشغيل المصدر الكهربائي الخاص بتزويد اللوحين المتوازيين بفرق جهد كهربائي بحيث يكون اللوح الأعلى موجب واللوح السفلي سالب فيكون المجال الكهربائي منتظم من اللوح الموجب إلى اللوح السالب وهذا سيؤثر على الإلكترونات بقوة كهربائية للأعلى لأن الإلكترونات سالبة الشحنة فينحرف مسار حزمة الإلكترونات للأعلى كما في الشكل.



### طريقة العمل ( المجال الكهربائي فقط )

- 1- نضع مفتاح جهاز القدرة على الوضع ON وننتظر مدة ١٥ ثانية حتى يتم تسخين السلك الكهربائي.
- 2- نبدأ بتغيير فولتية جهاز القدرة بين (٠.٧-٢٠٠) حيث نلاحظ حزمة صغيرة الحجم تظهر على الشاشة.
- 3- تغيير قيمة جهاز القدرة بين (0-210V) لتحريك حزمة الضوء من المركز الى اول تقسيم بالمسطرة المثبتة.
- 4- نقوم بزيادة الفولتية بمقدار 3 volt للحصول على الانحرافات على الشاشة
- 5- نستمر بزيادة الفولتية بمقدار 3 volt في كل مرة
- 6- ارسم المخطط بين فولتية الانحراف والمسافة على الشاشة ثم جد الميل

## تجارب مختبر الذرية الكورس الثاني

V volt	d
3	
6	
9	
12	
15	
18	

الميل يمثل بالعلاقة التالية  $V_{def}/D$

من العلاقة التالية يمكن ايجاد قيمة الفولتية المعجلة  $V_{accel}$

$$\frac{V_{def}}{D} = \frac{2SV_{accel}}{LP}$$

حيث قيمة الثوابت

$$L= 12\text{cm}$$

$$P= 1.5 \text{ cm}$$

$$S=1\text{cm}$$

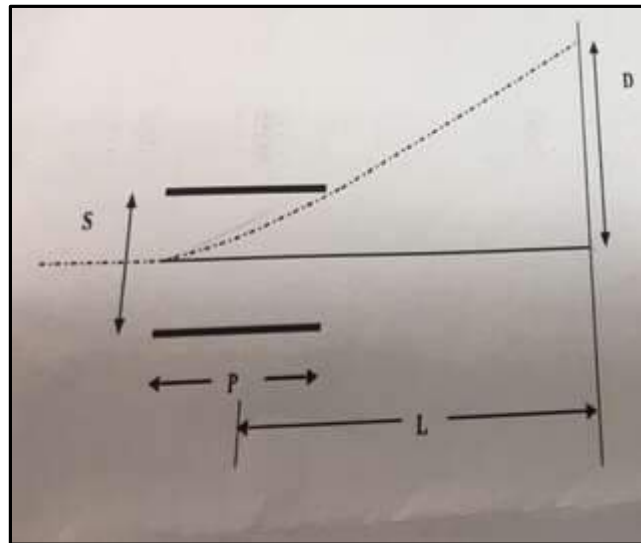
$S$ = المسافة الفاصلة مع لوحة الانحراف العمودية

$P$ = طول لوحة الانحراف

$L$ = مسافة الحزمة على الشاشة

$D$ = مسافة الانحراف من من المركز الى الشاشة.

## تجارب مختبر الذرية الكورس الثاني



The deflection of the electron beam can be written as:  $D = \frac{LPV_{defl}}{2SV_{accel}}$

Another useful form of this equation is the voltage sensitivity, or:  $V_{defl}/D = \frac{2SV_{accel}}{LP}$

$$L=12\text{cm} , P=1.5\text{cm} , S=1\text{cm}$$

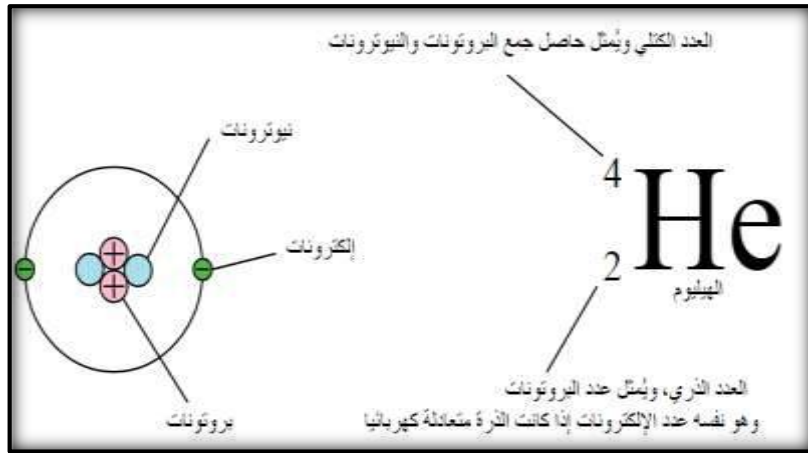
# تجارب مختبر الذرية

## الكورس الثاني

### طيف ذرة الهيليوم و تعيين ثابت رايدبرج

#### مقدمة

الهيليوم He هو عنصر كيميائي لا لون له ولا رائحة و عديم الطعم. يأتي بعد الهيدروجين مباشرة في الجدول الدوري للعناصر. تحتوي نواة ذرته على ٢ بروتون و ٢ نيوترون ويسمى الهيليوم-٤. كما يوجد له نظير تحتوي نواته ٢ من البروتونات و ١ بروتون يسمى الهيليوم-٣. وهو من العناصر الخاملة أو النبيلة (الغازات النادرة)، وبسبب خموله الكيميائي لا توجد جزيئات له، فهو يوجد دائما في صورته الذرية.



له أقل درجات الغليان والانصهار مقارنة ببقية العناصر، وهو لا يوجد إلا في الحالة الغازية باستثناء ظروف خاصة جداً. وهو ثاني أكثر العناصر انتشاراً في الكون وتكون خلال الانفجار العظيم، كما تزداد نسبة وجوده في الشمس عن طريق الاندماج النووي للهيدروجين. توجد كميات ملموسة منه على الأرض وهي موجودة فقط في الغاز الطبيعي. يستخدم الهيليوم في تطبيقات علوم درجات الحرارة شديدة الانخفاض، وفي أنظمة تنفس الغواصين، ولفخ البالونات. والهيليوم غاز غير سام وليس له تأثير بيولوجي على الكائنات الحية.

تحت درجة الحرارة والضغط القياسيين، يوجد الهيليوم في الحالة الغازية فقط. وهو لا يتحول إلى الحالة الصلبة إلا تحت ضغوط كبيرة، والذي بتغييره يتغير حجم المادة الصلبة. وفي درجة حرارة دون درجة غليان الهيليوم ٤,٢١ كلفن، وفوق "نقطة لامدا" ٢,١٧٦٨ كلفن، يكون النظير هيليوم-٤ في حالة السيولة العادية وتسمى هيليوم I (تنطق هيليوم واحد)، ولكن تحت "نقطة

# تجارب مختبر الذرية

## الكورس الثاني

لامدا"، يكون للهيليوم خواص فيزيائية غريبة، ويسمى عندها بهيليوم (II تنطق هيليوم إثنين)، ومثل هذه الخواص الفيزيائية غير واضحة عند النظير هيليوم-3.

الهيليوم ثاني أكثر العناصر انتشارا في الكون المعروف بعد الهيدروجين، ويشكل حوالي ربع كتلة الكون. ووجوده يتركز في النجوم، حيث أنه يتكون هناك من اتحاد ذرات الهيدروجين، وحسب نظرية الانفجار العظيم، تكون أغلب الهيليوم في الدقائق الثلاث الأولى بعد الانفجار. أما على الأرض، فإن الهيليوم يشكل جزء واحد من ٢٠٠ ألف جزء، وذلك يعود بشكل رئيسي إلى تطاير الهيليوم إلى الفضاء الخارجي، وكميات الهيليوم الملموسة الموجودة على الأرض ناتجة عن النشاط الإشعاعي للعناصر المشعة، أما أكبر تركيز له فهو موجودة مع الغاز الطبيعي ومنها يستخرج معظم الهيليوم للاستخدامات التجارية، وتعتبر آبار الغاز في ولايات تكساس، أوكلاهوما وكنتاساس الأمريكية المصدر الرئيسي لهذا الغاز في العالم.

### استخداماته

تتركز أسباب تطبيقات استخدام الهيليوم دون غيره في بعض المجالات إلى كونه غازا خاملا لا يتفاعل بسهولة إضافة إلى عوامل أخرى .

- يستخدم الهيليوم للمناطق الضخمة والبالونات، لأنه أخف من الهواء فهو ثاني أخف غاز موجود، كما أنه لا يحترق أو ينفجر مما يجعل منه خيارا مناسباً لمثل هذا التطبيق .
- صوت الإنسان الذي استنشاق هواء فيه تركيز ملموس من الهيليوم، يصبح عالي الدرجة (من النعومة والجهارة، فيسمع كأن فيه شيء من التزمير)، وذلك يعود إلى أن سرعة الصوت في الهيليوم أكبر بثلاث مرات من سرعته في الهواء العادي، مما يؤدي إلى زيادة تردده عند وصول موجات الصوت إلى الهواء العادي، ولكن التعرض لاستنشاق تركيزات عالية من الهيليوم قد تؤدي بالحياة بسبب نقص الأكسجين .
- يستخدم خليط الهيليوم مع الأوكسجين والنيتروجين لملء قوارير هواء تنفس الغواصين في الأعماق الكبيرة لأنه يساعد في منع التسمم الأكسجيني والاستبدال النيتروجيني (دخول النيتروجين إلى الدم بدل الأكسجين الأمر الذي يؤثر على عمل الأعصاب ويعطي تأثيرا شبيها بالسكر) تحت ضغوط الأعماق الكبيرة .
- يستخدم الهيليوم في بيئات تنمية البلورات الدقيقة في الظروف الحساسة لأنه لا يتفاعل ولا يؤثر في تركيبها .

# تجارب مختبر الذرية

## الكورس الثاني

- يستخدم الهيليوم للمساعدة في ضغط الوقود الغازي المسال (كالهيدروجين السائل)، وذلك لأنه لا ينفجر تحت ضغوط أو درجات حرارة عالية .
- يستخدم أيضا في تبريد المغناط الكهربية في جهاز الرنين المغناطيسي كما يعمل على تقليل مقاومة مرور التيار الكهربى في المغناطيس الكهربى والعمل على ايصاله لدرجه فائقيه التوصيل بتقليل مقاومه والتي يمكن تحصيلها عند درجات حراره المنخفضه جدا .
- استعملت كميات هائلة من الهيليوم في تبريد منظومة المصادم الهدروني الكبير مؤخراً للوصول إلى درجات حرارة فائقة الانخفاض (حوالى ١,٩ )

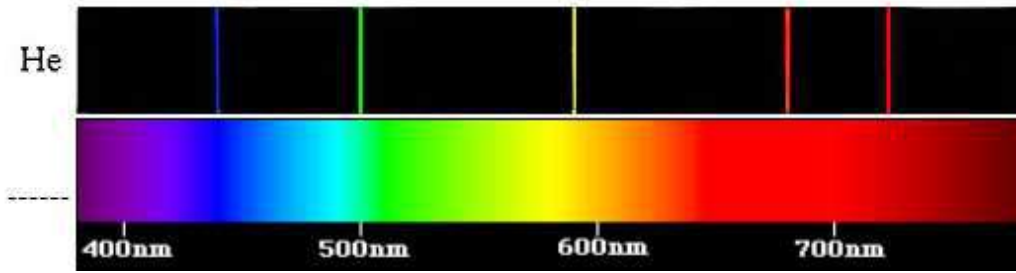
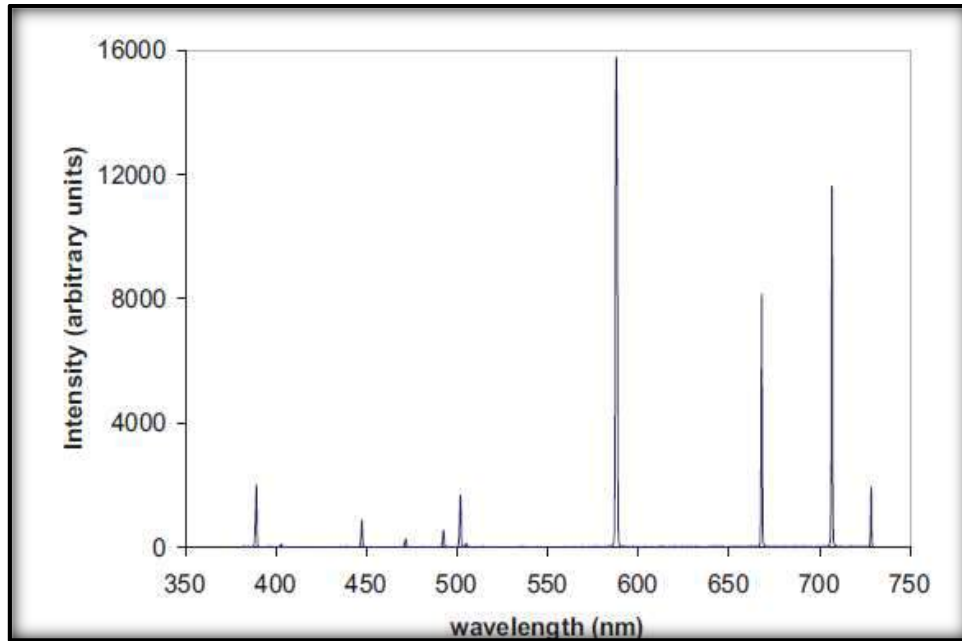
### الهدف من التجربة

١. مشاهدة خطوط طيف الانبعاث للهيليوم (متسلسلة بالمر ) وربطها بنظرية بوهر لتركيب الذرة
٢. قياس الأطوال الموجية لخطوط متسلسلة بالمر للهيليوم
٣. تعيين ثابت رديبيرج

### نظرية التجربة:

عند اتبعاث الضوء من غاز مستثار مثل غاز الهيليوم فاننا نحصل على طيف خطي لهذا الغاز . وعند فحص هذا الطيف الخطي نجده يتكون من خطوط منفصلة بعضها عن بعض بمسافات تتناقص تدريجيا كلما قل طولها الموجي، الى ان تصبح الخطوط متزاحمة ومتجمعه لانستطيع تميزها . مجموعة هذه الخطوط بسلسلة بالمر والتي توضح في الشكل التالي

## تجارب مختبر الذرية الكورس الثاني



ولقد تم تفسير هذا الطيف باستخدام نظرية بوهر الذرية والتي افترض فيها وجود مدارات دائرية متحدة المركز ومحددة الطاقة في ذرة الهيدروجين وتزداد هذه الطاقة كلما ابتعد الإلكترون عن النواة. بالإضافة الى ذلك افترض ان الطاقة لكل مدار مساوية الى

$$E_n = n \hbar$$

$$\hbar = \frac{h}{2\pi}$$

وان  $n$  يرمز لرقم المدار وهو عدد صحيح. يمكن للإلكترون في الذرة ان ينتقل من المدار (مستوى) الأقل طاقة الى المدار الأعلى طاقة وذلك باكتساب طاقة تساوي الفرق بين طاقة المدارين وفي هذه نقول على ان الذرة مثارة. أما عندما يهبط الإلكترون من مستوى طاقة في هذه الحالة تشع الذرة فوتونا (ضوء  $n$ ) الى مستوى طاقة منخفض مرتبة  $m$  مرتفع مرتبة يعطى مقلوب طول الموجة من المعادلة التالية:

## تجارب مختبر الذرية الكورس الثاني

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad (1)$$

حيث  $R_H = 1.0974 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$  ثابت رايدبيرج. يمكن الحصول على الأطوال الموجية لخطوط بالمر من المعادلة (1) وذلك بوضع  $n=2$  و  $m=3,4,5,6,\dots$ . إذا تصيح المعادلة (1) في الصورة:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad (2)$$

وقد وجد فيما بعد أن ذرارة الهيليوم تبعث أطوالاً موجية أخرى غير تلك التي وجدت في متسلسلة بالمر ويوضح الشكل السابق من هذه السلاسل. والتي يمكن الحصول على أطوالها الموجية من المعادلة (1).

### أدوات التجربة:

لمبة بالمر بالمجول الخاص بها – إسبكتروسكوب

### خطوات العمل:

1. تأكد من وضع لمبة بالمر أمام فتحة المجمع
2. أدر التلسكوب يمينا حتى تشاهد الألوان على الترتيب .
3. اضبط التلسكوب بحيث تنطبق الشعرة الرأسية على كل لون على حده وعندها أوجد R لكل لون
4. أدر التلسكوب يساراً وكرر الخطوتين ٣ و٤ و اوجد قراءة نفس الألوان
5. اوجد قيمة R من خلال المعادلة

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{4}{B} \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad \text{for } n = 3, 4, 5, \dots$$

6. رتب قرائتك في جدول

تجارب مختبر الذرية  
الكورس الثاني

$\lambda = \alpha \sin \frac{\theta}{n}$	$\theta = \frac{\theta_L + \theta_R}{2}$	$\theta_L$	$\theta_R$	الخط الطيفي	
				احمر	الرتبة الاولى n=1
				ازرق مخضر	
				ازرق	
				بنفسجي	
				احمر	الرتبة الثانية n=2
				ازرق مخضر	
				ازرق	
				بنفسجي	

اسئلة واجوبة عامة

س ما سبب نشوء مفهوم الفيزياء الحديثه ؟ وما هي اهم الظواهر التي اوجدت هذا المفهوم لدى العلماء ؟

ج : ظهور بعض التجارب العملية التي لاتخضع لتفسيرات القوانين الكلاسيكيه. ومنها تجربة اشعاع الجسم الاسود والظاهرة الكهروضوئية.

س ماهي الظاهرة التي قادت العالم بلانك الى صياغة نظرية الكم ؟

ج : ظاهرة اشعاع الجسم الاسود .

س ما المقصود بالجسم الاسود ؟ وكيف يمكن تمثيله ؟

ج : نظام مثالي يمتص جميع الاشعاعات الساقطة عليه ومشع مثالي عندما يكون مصدرا

## تجارب مختبر الذرية الكورس الثاني

- للاشعاع .ويمكن تمثيله بفتحة ضيقة داخل جسم اجوف .
- س ما هي المشكلة الاساسية في اشعاع الجسم الاسود التي فشلت الفيزياء الكلاسيكية في تفسيرها؟
- ج :تفسير او فهم توزيع الاطوال الموجيه من الاشعاع الصادر من الجسم الاسود .
- س ما هو قانون ستيفان – بولتزمان ؟
- ج :شدة اشعاع الجسم الاسود تتناسب طرديا مع الاس الرابع لدرجة الحرارة المطلقة عدا الصفر المطلق .
- س ما المقصود بقانون ازاحة فين ؟
- ج :ذروة الاشعاع الموجي المنبعث من الجسم الاسود تنزاح نحو الطول الموجي الاقصر عند ارتفاع درجة الحرارة المطلقة ( تناسب عكسي ) .
- س لماذا فشلت النظريات الكلاسيكية في تفسير الطيف المنبعث من الجسم الاسود كدالة للطول الموجي عند درجة حرارة معينه ؟
- ج :لان الفيزياء الكلاسيكية افترضت ان الطاقة المنبعثة هي مقادير مستمرة .
- س ماذا اقترح العالم بلانك لامتناص واشعاع الطاقة بالنسبة للجسم الاسود ؟
- ج :ان الجسم الاسود يشع و يمتص طاقة على شكل كمات محددة ومستقلة من الطاقة وهذه الكمات تعرف بالفوتونات
- س ما المقصود بالظاهرة الكهروضوئية ؟
- ج :ظاهرة انبعاث الكترونات من سطوح معادن معينه عند تعرضها لاشعاع بتردد معين .
- س ماهي الخلية الكهروضوئية ( ماهو تركيب الخلية الكهروضوئية ) ؟
- ج :انبوبة مفرغة من الهواء لها نافذة شفافة ( او غلاف ) من الزجاج او الكوارتز وتحتوي على لوحين معدنيين
- احدهما E الباعث للالكترونات ( او المهبط او الكاثود ) والآخر C الجامع للالكترونات ( او المصعد او الانود ) .
- س لماذا يفضل استخدام نافذة من الكوارتز في الخلية الكهروضوئية ؟
- ج :لكي تسمح بمرور الاشعة فوق البنفسجية زيادة على الضوء المرئي ( .الزجاج الاعتيادي

# تجارب مختبر الذرية

## الكورس الثاني

لايسمح بمرور الشععة فوق  
البنفسجية).

### نشاط : تجربة لدراسة الظاهرة الكهروضوئية :

س // هل يمر تيار في الدائرة الكهربائية عند وضع الخلية في الظلام في تجربة الظاهرة  
الكهروضوئية ؟ ولماذا ؟

ج : كلا . لان انبعاث الالكترونات يتم بتأثير الضوء الساقط ولا يتوفر ذلك في الظلام .

س // هل تستمر زيادة التيار المار في الدائرة في تجربة الظاهرة الكهروضوئية بزيادة الجهد  
الموجب للوح الجامع ؟

### وضح ذلك .

ج : كلا . سيزداد اولا ثم يصل مقداره الثابت وهو تيار الاشباع .

س على ماذا يدل وصول التيار الى مقداره الثابت عند زيادة الجهد الموجب للوح الجامع في  
تجربة الظاهرة الكهروضوئية ؟

ج : يدل على ان المعدل الزمني للالكترونات المنبعثة من اللوح الباعث والواصلة الى اللوح  
الجامع مقدارا ثابتا

س //المقصود بتيار الاشباع في الظاهرة الكهروضوئية ؟

ج : التيار الأعظم الثابت في المار في دائرة الظاهرة الكهروضوئية ولتردد مؤثر معين . وعندها  
يكون المعدل الزمني

للكترونات الضوئية المنبعثة من اللوح الباعث والواصلة الى اللوح الجامع مقدارا ثابتا ولا  
يزداد مهما زيد الجهد الموجب للوح الجامع .

س //ماذا يحصل عند زيادة سالبية جهد اللوح الجامع تدريجيا ؟ وضح ذلك ؟

ج : يقل تيار الدائرة تدريجيا الى ان يصبح صفرا عندها يسمى جهد اللوح بجهد القطع ( او  
الايقاف ) .

س //هل يعتمد جهد الايقاف على شدة الضوء الساقط ؟ ولماذا ؟

ج : كلا . لان تغير الشدة لاتعني تغير طاقة الفوتون بل تغير عددها .

س //علام يعتمد جهد الايقاف لمعدن معين ؟

ج : على تردد الضوء ( الاشعاع ) المستخدم .

## تجارب مختبر الذرية الكورس الثاني

س ماهي اهم الحقائق في الظاهرة الكهروضوئية والتي فشلت الفيزياء الكلاسيكية في تفسيرها ؟  
وضح ذلك

١- : لا تنبعث الالكترونات عندما يكون تردد الضوء المستخدم اقل من تردد العتبه  
ولا تتقف هذه الحقيقة مع

النظرية الموجية التي تنبأت بأن الظاهرة الكهروضوئية تحصل عند جميع الترددات واشترطت  
ان تكون شدة الضوء المستخدم عالية).

2 – لا تعتمد الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة على شدة الضوء الساقط ولكن طبقا  
للنظرية الموجية

فان الطاقة الحركية للالكترونات المنبعثة تزداد بزيادة شدة الضوء الساقط لانه يحمل طاقة اكثر  
في الثانية الواحدة الى المعدن )

3 – الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة تزداد بزيادة تردد الضوء المستخدم بينما  
تنبأت النظرية

الموجية بعدم وجود علاقة بين طاقة الالكترونات الضوئية وتردد الضوء الساقط ) .

4 – تنبعث الالكترونات الضوئية من سطح المعدن أنياً بعد اضاءة السطح اذا كان التردد مؤثرا  
حتى وان كانت شدة الضوء قليلة .(ولكن حسب النظرية الموجية فان الالكترونات تحتاج  
الى بعض الوقت لامتصاص الضوء الساقط عليها لكي تكتسب الطاقة الحركية الكافية لكي تهرب  
من سطح المعدن ).

س ما المقصود بتردد العتبه  $f^0$  ؟

ج :اقل تردد يولد الانبعاث الكهروضوئي لمعدن معين .

س علام يعتمد تردد العتبه ؟

ج :نوع المعدن ( .تردد العتبه خاصية مميزة للعنصر ) .

## تجارب مختبر الذرية الكورس الثاني

س // لماذا فشلت النظرية الموجية في تفسير الظاهره الكهروضوئية ؟

ج -

فشلت في تفسير وجود تردد العتبه .

لم تستطع تفسير الانبعاث الفوري للالكترونات بمجرد سقوط ضوء ذو تردد مؤثر مهما كانت شدته ضعيفة .

لم تستطع تفسير اعتماد الطاقة الحركية للالكترونات الضوئية المنبعثة من سطح الفلز ( الباعث على تردد

الضوء الساقط .

س // لماذا لا يتحرر الالكترون الضوئي عندما يكون تردد الضوء الساقط اقل من تردد العتبه ؟

ج : لان الالكترون يمتص طاقة فوتون واحد ، فإذا كان تردده اقل من تردد العتبه  $f^0$  فان طاقته ستكون اقل من دالة

الشغل للمعدن  $w$  فلا ينبعث الالكترون الضوئي من المعدن .

س // بموجب المعادلة الكهروضوئية كيف تفسر زيادة الطاقة الحركية للالكترون الضوئي بزيادة تردد الضوء الساقط ؟

والتي هي علاقة خطية يتضح منها ان الطاقة الحركية العظمى ج : من العلاقة  $(KE)_{max} = hf - w$

للكترونات الضوئية تتناسب طرديا مع تردد الضوء الساقط .

## تجارب مختبر الذرية الكورس الثاني

---

س // عدد اهم تطبيقات الظاهرة الكهروضوئية ؟

2 – كامرات التصوير الرقمية . ج : – ١ الخلية الكهروضوئية.

3 – اظهر تسجيل الموسيقى المصاحبة لصور الافلام المتحركة السينمائية.

س // ماهي اهم استعمالات الخلية الكهروضوئية ؟

ج : – ١ قياس شدة الضوء . – ٢ تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كهربائية كما في الخلايا الشمسية لاضاءة الشوارع .

س // هل ان الجسيمات تسلك سلوكا ثنائيا مزدوجا لتشبه الفوتونات في الضوء ؟

ج : نعم .

س // من هو العالم الذي وضع فكرة الطبيعة الثنائية للجسيم ( الجسيمه – الموجه ) ؟

ج : العالم الفرنسي دي برولي ( . ) ١٩٢٣

س // اذكر نظرية دي برولي في الطبيعة الثنائية للجسيم .

ج : في كل نظام ميكانيكي لا بد من وجود موجات ترافق ( تصاحب ) حركة الجسيمات المادية .

س // كيف تفسر فرضية دي برولي حول التشابه بين الضوء وحركة الاجسام المادية مثل

# تجارب مختبر الذرية الكورس الثاني

---

الالكترونون؟

ج: كلاهما يمتلك الطبيعة الازدواجية او الثنائية اي يسلكان سلوكا موجيا وسلوكا ماديا .

ملاحظة مهمة :ان الموجات المرافقة لحركة الاجسام المادية هي ليست موجات ميكانيكية ولا كهرومغناطيسية بل هي

نوع اخر اطلق عليها اسم ( موجات مادية ) .