قانون ستيفان للأشعاع

الغاية من التجربة :

تحقيق قانون ستيفان للأشعاع بإثبات ان الطاقة المشعة من سطح الجسم لوحدة المساحة في وحدة الزمن تتناسب مع القوة الرابعة لدرجة حرارته المطلقة.

الأجهزة المستخدمة:

فولتميتر ،اميتر،ريوستات ، مصدر، مصباح ، اسلاك للربط

النظرية:

حسب قانون ستيفان للأشعاع تعتمد الطاقة المشعة من وحدة السطح في وحدة الزمن على درجة الحرارة المطلقة للجسم T وفقاً للعلاقة :

$$W = \sigma(T^4 - T_0^4) \qquad (1)$$

حيث T_0 تمثل درجة الحرارة المطلقة للوسط المحيط بالجسم و σ هي ثابت ستيفان ، ولتحقيق المعادلة اعلاه نفرض ان تياراً مقداره I يمر خلال شريط من التنكستن مقاومته R فتكون الطاقة المجهزة للشريط في الثانية الواحدة هي I^2R وإن هذه القدرة يفقدها الشريط بالإشعاع وبالتوصيل والحمل ، عندئذ :

$$I^2R = A'(T - T_0) + B'(T^n - T_0^n) \qquad (2)$$

حيث يمثل الحد الأول من الطرف الأيمن للمعادلة (٢) الطاقة المفقودة في وحدة الزمن بالتوصيل والحمل ويمثل الحد الثاني الطاقة المفقودة في وحدة الزمن بالأشعاع و A'، B' هما ثابتا التناسب و n هي القوة لدرجة الحرارة المطلقة المراد تحديدها والتحقق من ان مقدارها يساوي (٤) ومن المعروف لدينا ان مقاومة الشريط R تتغير مع درجة الحرارة المطلقة وفقا للقانون :

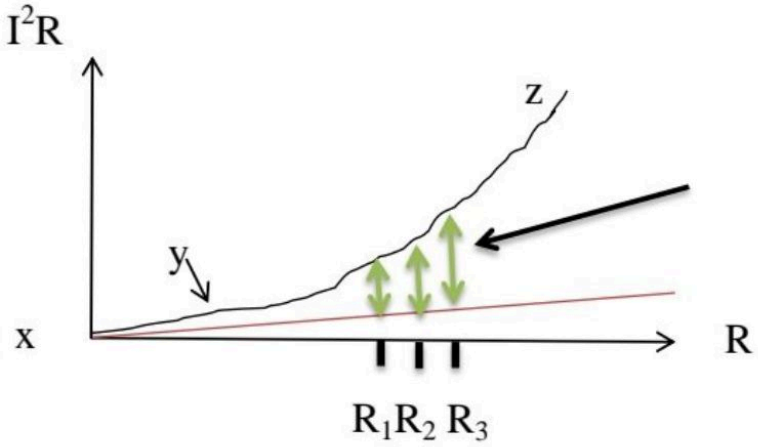
$$R \propto T^m \quad or \quad R = const.T^m \qquad (3)$$

ولذلك يمكن لمدى واسع لدرجات الحرارة ،كتابة المعادلة (٢) كما يلي :

$$I^2R = A(R^{-m} - R_0^{-m}) + B\left(R^{n/m} - R_0^{n/m}\right) \qquad (4)$$

حيث Aو B ثابتان جديدان .

والآن اذا رسمنا خطاً بيانياً بين I^2R و R فسوف نحصل على منحني مماثل لذلك المبين في الشكل (١) .



شكل (١)

فالجزء xy من المنحني هو تقريبا خط مستقيم وهذا يبين ان الحرارة المفقودة بالتوصيل والحمل هي المتغلبة بينما الحرارة المفقودة بالأشعاع لا تكاد تذكر .اما الجزء yz فإنه يبين ان فقدان الحرارة بالإشعاع يأخذ بالأزدياد (حيث يكون الفقدان بالإشعاع هو المتغلب عند النقطة z).

فلو مد الخط المستقيم xy على استقامته الى 'y وأخذت اية نقطة افتراضية على محور x تمثل R فإن PQ تمثل مقدار القدرة المفقودة بالإشعاع W_i عندما تكون مقاومة شريط التنكستن مساوية R_i .
وبالرجوع الى المعادلة (٤)نجد ان :

$$W = B\left(R^{n/m} - R_0^{n/m}\right) = BR^{n/m} - C$$

حيث C تمثل كمية ثابتة .ولأيجاد الأس n/m نختار بعض القيم المناسبة ل R_i مثل $R_1,R_2,R_3,\ldots$ بحيث تكون متوالية هندسية اساسها r وحدودها :

$$R_1 \quad ,R_2 = rR_1, \quad R_3 = rR_2 = r^2R_1, \quad R_4 = rR_3 = r^3R_1$$

ومن المعادلة (٥) نجد ان :

$$W_1 = BR_1^{n/m} - C$$

$$W_2 = BR^{n/m} - C = B(rR_1)^{n/m} - C$$

وبطرح المعادلتين الأخيرتين من بعضها نحصل على :

$$W_2 - W_1 = h_1 = BR_1^{n/m}(r^{n/m} - 1)$$

وبنفس الطريقة يمكننا ايجاد $h_2,h_3,h_4,\ldots\ldots$ حيث:

$$h_2 = W_3 - W_2, \quad etc.$$

وبصورة عامة يمكن كتابة المعادلة كما يلي :

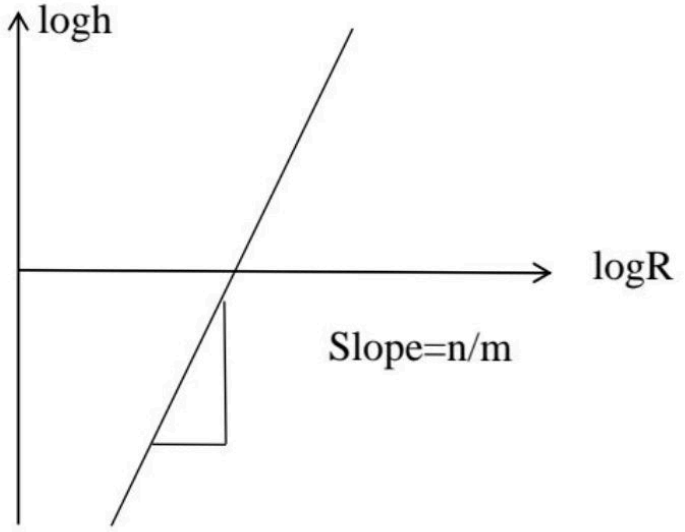
$$h = BR^{n/m}(r^{n/m} - 1)$$

بأخذ اللوغارتم ينتج :

$$\log h = \log B + \frac{n}{m}\log R + \log(r^{n/m} - 1)$$

أو $$\log h = \frac{n}{m}\log R + constant \qquad (6)$$

فعند رسم خط بياني بين قيم log h و log R نحصل على خط مستقيم ميله يساوي n/m (لاحظ الشكل ٣) ،فإذا كانت قيمة m معروفة (وهي للتنكستن = 1.2) يمكننا استخراج قيمة n

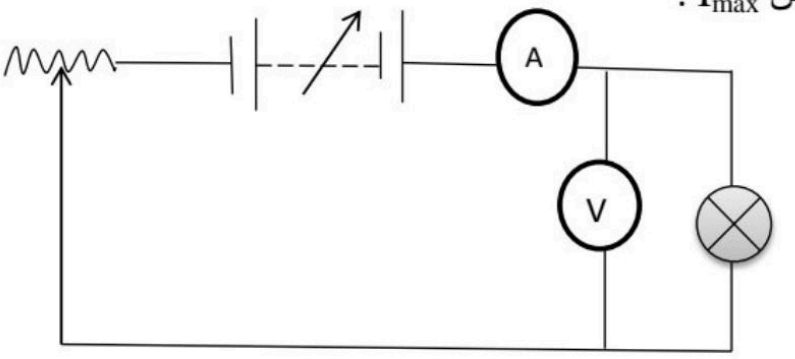


شكل(٢)

العمل:

١- اربط الدائرة كما في الشكل (٤) يراعى الا تزيد شدة التيار المار في المصباح عن القيمة المؤشرة على المصباح ولتكن I_{max} .

شكل (٣)



٢- نقوم بتثبيت الفولتية عند قيم معينة عن طريق الريوستات ثم نسجل قيم التيار في كل مرة ، نحسب قيم المقاومة بقسمة الفولتية على التيار ثم نحسب القدرة ونرتب النتائج كما في الجدول :

I(amp)	V(volt)	R(ohm)	$P=I^2R$(watt)

٢- ارسم خط بياني(كما في الشكل (١)) بين I^2R و R ثم مد الجزء المستقيم تقريبا والذي هو في بداية المنحني على استقامته واستخرج قيم h المناظرة لقيم R_1,R_2,R_3 خذ على سبيل المثال (r=1.1) ثم رتب النتائج في جدول كالآتي :

R(ohm)	h(watt)	LogR	Logh
$R_1= 3$			
$R_2= 1.1*R_1$			
$R_3=1.1*R_2$			
$R_4=1.1*R_3$			
$R_5=1.1*R_4$			

٣- ارسم خط بياني (كما في الشكل (٢)) بين logR و logh يظهر خط مستقيم استخرج ميله الذي يساوي n/m وبالتعويض عن m=1.2 نحسب قيمة n فاذا كانت قريبة من 4 فان ذلك يحقق صحة قانون ستيفان للأشعاع .

الأسئلة:

١- على ماذا تعتمد قابلية امتصاص الجسم ؟
٢- علل سمي بالجسم الاسود ؟
٣- ماذا يحدث عندما ترتفع درجة حرارة الجسم الاسود؟
٤- على ماذا يعتمد اشعاع الجسم الاسود؟