كلية العلوم

القسم : **الفيزياء**

السنة : **الثالثة**

المادة : اطياف ذرية

المحاضرة: الثانية/عملي/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

إشعاع الجسم الأسود

Black Body Radiation

الهدف من التجربة:

1. التعرف على عمليات الامتصاص والاصدار للأجسام المشعة.
2. التعرف على منحنيات شده الإشعاع الكهرومغناطيسي بدلالة تغيرات درجة الحرارة.
3. دراسة قوانين الانزياح للطيوف الكهرومغناطيسية.

الجزء النظري:

تصدر الأجسام في الطبيعة إشعاعات كهرومغناطيسية عندما تكون درجة حرارتها فوق الصفر المطلق.

الأجسام المشعة تنقسم إلى:

a) **أجسام متوهجة:** تصدر حرارة وضوء (مثل الشمس _ نجوم مصباح الكهربائي).
b) **أجسام غير متوهجة:** تصدر حرارة فقط (مثل الأرض_الكائنات الحية).

يعتمد إشعاع الجسم على:

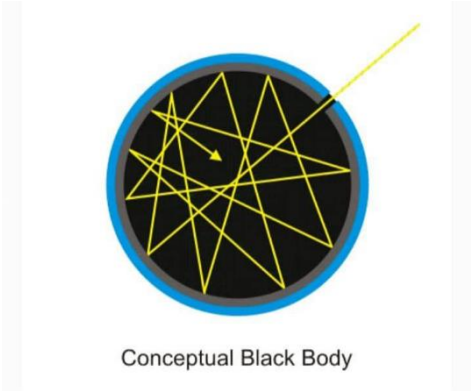
a) درجه الحرارة.
b) مساحة سطحه.

حيث نلاحظ أنه عند تسخين سلك معدني ناقل فإنه يبعث أشعة كهرومغناطيسية بدءاً من اللون الأحمر ثم الأصفر انتهاءً باللون الأبيض، وذلك عند ارتفاع درجة حرارته.

- **تفسير إشعاع الأجسام من وجهة نظر الفيزياء الكلاسيكية:**

إن الحرارة تسبب لجزيئات وذرات الجسم الصلب حركة اهتزازية، مما يؤدي إلى اهتزاز الشحنات الكهربائية، وبالتالي إصدار الأشعة الكهرومغناطيسية، والتي تكون مكونة من سلسلة من الأطوال الموجية؛ تبدأ بالأشعة تحت الحمراء ثم المرئية وتنتهي بالأشعة فوق البنفسجية.

لتسهيل هذه الدراسة افترضوا أن هناك جسماً مثالياً (غير موجود في الطبيعة)، يقوم بامتصاص جميع الأشعة الكهرومغناطيسية الساقطة عليه، ويعود ويصدر هذه الأشعة على اختلاف ترددتها وأطوال موجاتها، وأطلقوا عليه اسم الجسم الأسود، حيث يعتمد انبعاث الجسم الأسود على درجة حرارته فقط.


Conceptual Black Body

ولإيجاد مثل هذا الجسم تم صنع تجويف فيه فتحه صغيرة جداً كما في الشكل المجاور، حيث يتم تسليط الأشعة الكهرومغناطيسية على هذا التجويف من خلال هذا الثقب، وكل شعاع ضوئي يدخل هذا التجويف سينعكس انعكاساً

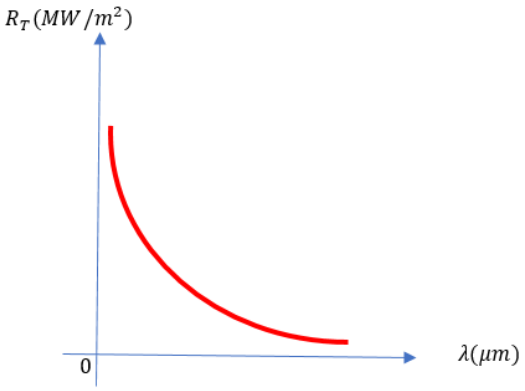
كليا متعدداً، وتقوم جدران التجويف بامتصاص جزء من طاقة هذا الإشعاع، وعند تسخين هذا الجسم سيعود ويصدر جميع الأشعة من جديد بشكل مستمر.

حاول العالمان رايلي وجينز تفسير إشعاع الأجسام للطاقة معتمدين في ذلك على مبادئ الفيزياء الكلاسيكية، **والتي تنص على أن:**

a) الإشعاع هو عبارة عن موجات كهرومغناطيسية.
b) الأجسام تمتص وتشع طاقة غير محددة (أي إن الجسم عندما يُشع طاقة فإنه يشمل جميع الترددات).
c) الإشعاع عبارة عن طيف طاقي متصل (يشمل جميع الترددات).
d) تتناسب طاقة الإشعاع مع شدته.

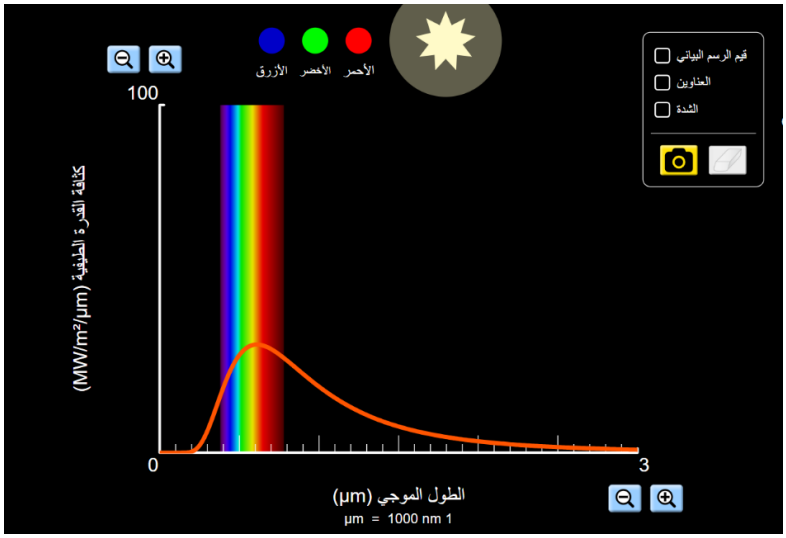
شدة الإشعاع: هي المعدل الزمني للطاقة الساقطة على وحدة المساحة المربعة من سطح الجسم.

استنتج العالمان رايلي وجينز أنه كلّما قلّ الطول الموجي فإن التردد والطاقة وشدة الإشعاع ستزداد، **وهذا ما يوضّحه المنحني البياني التالي:**



- ✓ حيث نلاحظ أنه عندما ينعدم الطول الموجي فإن شدّة الإشعاع يصل الى اللانهاية ولكن النتائج التجريبية أوضحت غير ذلك.
- ✓ حيث بيّنت النتائج التجريبية أنه كلّما قلّ الطول الموجي فإن شدّة الإشعاع ستزداد إلى قيمة عظمى، بعدها ستعود وتنخفض من جديد وهذا ما عجزت الفيزياء الكلاسيكية عن تفسيره.

- **تفسير الفيزياء الحديثة لإشعاع الجسم الأسود:** وضع العالمان ماكس بلانك عدة فرضيات توضح آلية إشعاع الجسم الأسود، **وهذه الفرضيات هي:**



إن الأشعة الصادرة عن الأجسام ناتجه عن متذبذبات الإلكترونات في الذرات، وأن هذه المتذبذبات تشع طاقة أو تمتصها بكميات محددة وغير متصلة، وهذا مخالف تماماً للفيزياء الكلاسيكية والتي تفترض أن تلك المتذبذبات تشع طاقة أو تمتصها بأي مقدار وعلى نحو متصل كما يوضح الشكل المجاور

الطاقة التي تشعها الأجسام عند تردد معين تكون عدد صحيح من مضاعفات طاقة الكمية الواحدة.

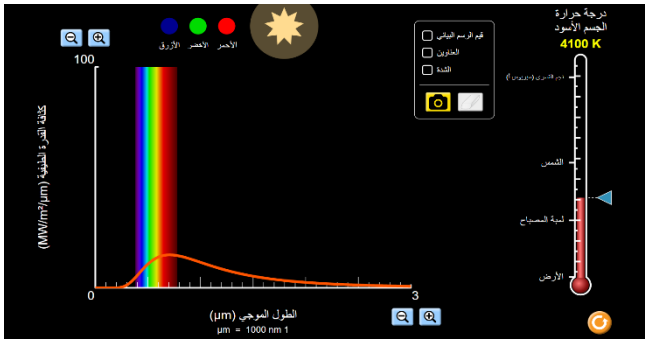
$$E = h.\nu \implies E = n.h.\nu$$

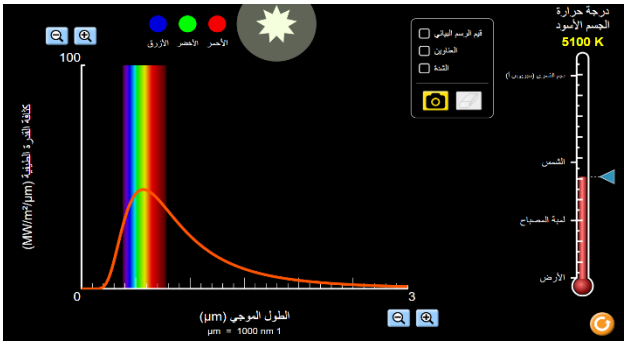
حيث أن h هو ثابت بلانك $h = 6.63 \times 10^{-34}\ J.s$

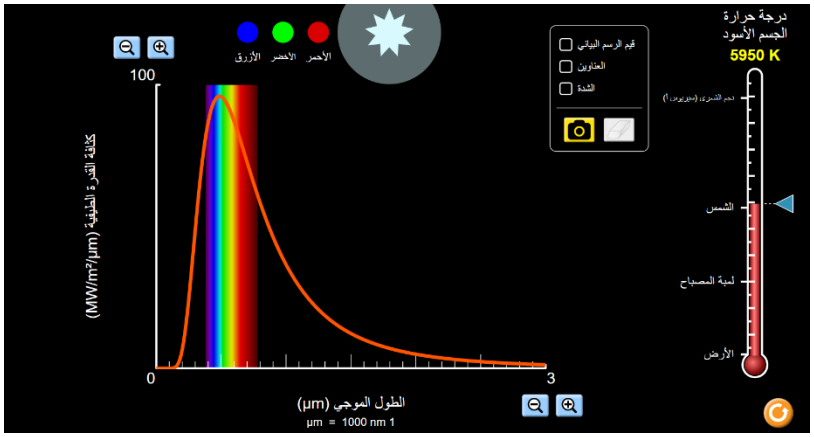
ν: تواتر الإشعاع، ويقدّر بالـ Hz.

النتائج التجريبية لإشعاع الجسم الأسود:

1. تتغير شدة الإشعاع مع الطول الموجي وفقًا للمنحني البياني السابق.
2. تبلغ شدة الإشعاع قيمتها القصوى عند طول موجي معين(λ_{max})
3. تقل شدة الإشعاع تدريجيًا كلما قل أو زاد الطول الموجي عنλ_{max}
4. تنعدم شدة الإشعاع عند الأطوال الموجية الكبيرة والقصيرة جداً
5. المساحة تحت المنحنى تمثل الطاقة الكلية المشعة من الجسم.
6. بزيادة درجة حرارة الجسم الأسود:
   A. تزداد الطاقة الكلية المشعة (تزداد المساحة تحت المنحنى).
   B. ينزاح المنحنى نحو اليسار **كما هو موضح في الأشكال التالية.**





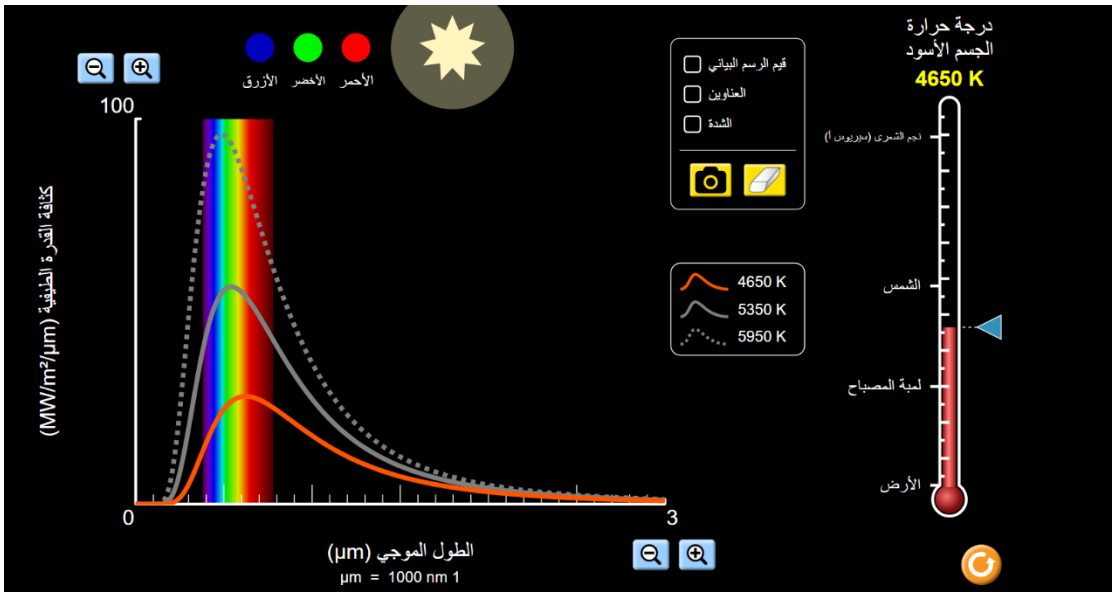


7- تتناسب λ_{max} مع درجة حرارة الجسم الأسود عكسياً **وفق العلاقة:**

$$\lambda_{max}.T_K = 2.88 \times 10^{-3} mK$$

$$\Rightarrow \quad \lambda_{max} = \frac{2.88 \times 10^{-3}}{T_K}$$

تُسمى هذه العلاقة بعلاقة انزياح فين ويمثل الشكل المجاور تغير تابع إشعاع الجسم الأسود بدلالة كل من الطول الموجي والتردد عند ثلاث درجات حرارة مختلفة وعندما يصبح السطح الأسود أو جدران الحجرة أكثر سخونة، ينزاح الطيف نحو الأطوال الموجية الأقصر **كما يوضح الشكل المجاور**



8- الإشعاعية R_T:

الطاقة الكلية التي يشعها الجسم الأسود من كل متر مربع في الثانية (القدرة الإشعاعية للسطح) تتناسب طردًا مع القوة الرابعة لدرجة الحرارة، وفقًا لقانون ستيفان–بولتزمان التالية:

$$R_T = \sigma T^4$$

حيث أن:

R_T : الإشعاعية وتقدر بواحدة $\frac{J}{S.m^2}$

T : درجة الحرارة ومقدرة بالكلفن $(T_K = T_C + 273)$

σ : ثابت ستيفان–بولتزمان وهو يساوي $\sigma = 5.67 \times 10^{-8}\ Watt/m^2K^4$

9- قدرة الجسم الأسود P:

هي معدل الطاقة المشعة وتقدر بواحدة الواط $Watt$

$$P = A.R_T$$

حيث أن:

A : مساحة السطح m^2

10- الطاقة الكلية المشعة من الجسم الأسود تعطى بالعلاقة:

$$E_{total} = P.t = A\sigma T^4.t$$

حيث أن:

t : زمن الاشعاع ويقدر بالثانية s

الجزء العملي:

1- أكمل الجدول التالي بما يناسب:

$\lambda_{max}(\mu m)$				
$\lambda_{max}(m)$				
T_K				
R_T				
$\lambda_{max}.T_K$				

2- ارسم المنحني البياني $f(\lambda_{max}) = R_T$

مسألة1:

لنفرض أنه عندما يتناقص طول موجة λ لإشعاع الجسم الأسود المثالي إلى النصف، تزداد درجة حرارته المطلقة T بمقدار $3 \times 10^3 K$ **والمطلوب:** أوجد طول موجة الإشعاع البدائية λ_1 والنهائية λ_2

مسالة2:

لنفرض انه عندما تزداد درجة حرارة الجسم الأسود المثالي بمقدار مرتين يتناقص طول الموجة الاعظمي λ بمقدار $600nm$ **والمطلوب:** اوجد درجة حرارة الجسم الأسود المثالي البدائية والنهائية؟

انتهت المحاضرة