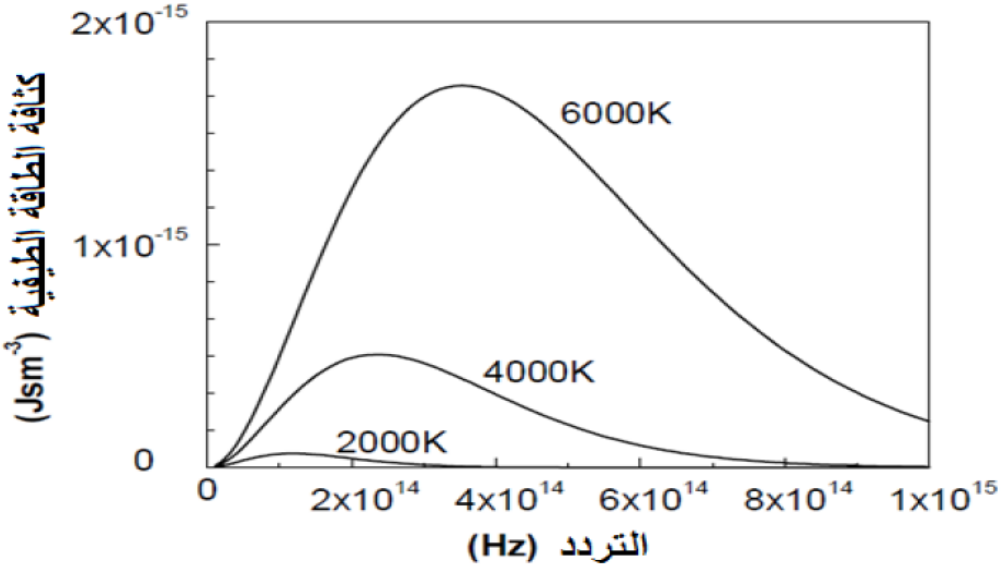
إشعاع الجسم الأسود Black Body Radiation

تمت دراسة انبعاث الإشعاع من الأجسام الساخنة على نطاق واسع في القرن التاسع عشر باستخدام قوانين الديناميكا الحرارية ، وبالتالي من خلال نظرية الكم. كانت المشكلة التي لم يتم حلها في شرح الطيف من الأجسام الساخنة هي التي دفعت بلانك إلى اقتراح أن الطاقة مكممه في عام ١٩٠١.

تصدر جميع الأجسام الساخنة إشعاعًا ، كما تمتص الإشعاع المنبعث من الأجسام المحيطة. في التوازن الديناميكي الحراري ، يجب أن توازن كمية الطاقة الممتصة تمامًا كمية الطاقة المنبعثة ، ما لم يكن الجسم يحتوي على مصدر طاقة داخلي يفسر الفرق على سبيل المثال الشمس أو المصباح الكهربائي. بعض الأشياء تمتص وتنبعث بشكل أفضل من غيرها. تمتص "الأجسام السوداء" كل الاشعة التي تسقط عليها بحكم التعريف. الأجسام اللامعة أقل جودة في الامتصاص (والانبعاث: انظر ١ أدناه).

تظهر القياسات التجريبية أن الطيف المنبعث من جسم ساخن يتم تحديده فقط من خلال درجة الحرارة T. وهذا يؤدي إلى مفهوم إشعاع الجسم الأسود مع الطيف الموضح أدناه:



فيما يلي ملخص للقوانين الكلاسيكية لإشعاع الجسم الأسود:
١. إن نسبة القدرة الانبعاثية الطيفية إلى الامتصاصية الطيفية لجميع الأجسام هي **دالة** لطول الموجة ودرجة الحرارة فقط.
٢. الطاقة الإجمالية المشعة تتناسب مع القوة الرابعة لدرجة الحرارة. (قانون ستيفان):

$$W = \sigma T^4 ,$$

حيث W هي القوة المنبعثة لكل وحدة مساحة

و σ هو ثابت ستيفان $(5.67\times10^{-8}\ \mathrm{Jm^{-2}s^{-1}K^{-4}})$.

٣- الطول الموجي للذروة في الطيف يتناسب عكسيا مع عكس درجة الحرارة .

$$\lambda_{\max} T = 2.9 \times 10^{-3}\ \mathrm{m\ K} .$$

يمكن للديناميكا الحرارية تفسير هذه النتائج ، ولكن لا يمكنها تفسير الشكل التفصيلي لطيف الطاقة. هذا يتطلب نظرية الكم. في عام ١٩٠١ ، استنبط Planck الصيغة التالية لكثافة الطاقة الطيفية $u(\nu,T)$ لإشعاع الجسم الأسود:

$$u(\nu) = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \qquad \frac{1}{\exp\left(h\nu/kT\right) - 1} .$$

$u(\nu)\,d\nu$ هي الطاقة لكل وحدة حجم لإشعاع الجسم الأسود بتردد بين ν و ν + dν. تتطابق هذه النتيجة تمامًا مع البيانات التجريبية. يمكن اشتقاق قوانين ستيفان ووين منه. وأعلن Planck نظرية الكم.

العمليات التي تحصل داخل تجويف الليزر:

إذا كان الفوتون الساقط ذو طاقة مساوية لفرق الطاقة بين المستويين العلوي والسفلي ، فهو يمكن أن تمتصه ذرة ، مما يرفع الأخير إلى حالة من الإثارة. أشار أينشتاين في عام ١٩١٧ إلى أن يمكن العودة إلى ذرة مثارة إلى مستوى طاقة اوطى طاقة عبر آليتين مميزتين هما الانبعاث التقائي والمحفز.

الامتصاص والانبعاث للفوتونات:

أن عمل الليزر يسبقه ثلاث عمليات ، وهي الامتصاص ، والانبعاث التلقائي ، والانبعاث المحفز - امتصاص الطاقة لملء المستويات العليا ، والانبعاث التلقائي لإنتاج الفوتونات الأولية ، وأخيراً ، الانبعاث المحفز لتوليد خرج متشاكه من الفوتونات اي الضوء احادي الطول الموجي.

انبعاث تلقائي:

يمكن أن يتراجع كل إلكترون بشكل تلقائي إلى الحالة الأرضية ويودي هذا الى انبعاث فوتونات. طاقتها مساوية لفرق الطاقة بين المستويين.

لو كانت الذرة في البداية في المستوى ١ ويتفاعل مع موجة كهرومغناطيسية لها تردد ما.

الانبعاث التلقائي هو العملية التي ينتقل فيها النظام الميكانيكي الكمي (مثل جزيء أو ذرة أو جسيم دون ذري) من حالة الطاقة المثارة إلى حالة طاقة أقل (على سبيل المثال ، الحالة الأرضية) ويصدر كمية من الطاقة في شكل الفوتون.

الانبعاث المحفز هو العملية التي يتفاعل من خلالها الفوتون الساقط مع الإلكترون المثار ويجبره على العودة إلى الحالة الأرضية. في الانبعاث المحفز ، يتم توفير الطاقة الضوئية مباشرة إلى الإلكترون المثار بدلاً من إمداد إلكترونات الحالة الأرضية بالطاقة الضوئية.

يحدث الانبعاث التلقائي دون تفاعل مع الفوتونات الأخرى . يحدث الانبعاث المستحث عندما يتفاعل الإلكترون المثار مع فوتون آخر

قد تخضع الذرة الآن لعملية انتقال إلى المستوى ٢ ، ينتج هذا الانتقال عن امتصاص الالكترون في المستوي الارضي او السفلي لطاقة الفوتون والتي تكون مساوية لفرق الطاقة بين المستويين العلوي والسفلي.

يـتم إنشـاء الليـزر عنـدما تمـتص الإلكترونـات الموجـودة فـي الـذرات فـي بلـورات أو غـازات الطاقـة مـن تيـار كهربـائي أو ليـزر آخـر وتصـبح "مثـارة". تنتقـل الإلكترونـات المثـارة مـن مسـتوي مـنخفض الطاقـة إلـى مـدار طاقـة أعلـى يتبعهـا عمليـات انبعـاث محفز وتضخيم الفوتونات.

تشـغيل الليـزر ومكوناتـه .**تعتبر عمليـة انبعـاث الضـوء المحفز أمـرًا أساسيًا لعمليـة الليزر.**

يـتم إنتـاج ضـوء الليـزر بواسـطة وسـيط نشـط ، أو وسـيط كسـب داخـل تجويـف الليـزر البصري. الوسط النشط عبـارة عن مجموعـة مـن الـذرات ، أو الجزيئـات التـي يمكـن أن تخضـع لانبعـاث محفـز. يمكـن أن يكـون الوسـط النشـط فـي صـورة غازيـة أو سـائلة أو صلبة.

لكـي يحـدث الليـزر ، يجـب ضـخ الوسـط النشـط فـي حالـة مثـارة قـادرة علـى الخضـوع لانبعـاث محفـز. غالبًـا مـا يـتم تـوفير الطاقـة اللازمـة للإثـارة بواسـطة تيـار كهربـائي أو مصـدر ضـوء شـديد. للحـث علـى الانبعـاث المحفـز ، يجـب أن يـوفر تجويـف الليـزر وسيلة للانعكاس أو التغذية المرتدة للضوء المنبعث إلى وسط الكسب.