****

**الجمهورية العربية السورية   
وزارة التربية**

**The black body in the universe**

A seminar made for physics

Prepared by: Aveen Hussien

Under the supervision of: Mr.

Rasheed seu

2015\_2016

**المقدمة:**

**تعني الفيزياء باكتشاف العالم برصد ظواهره وتحليلها وذلك من خلال:**

**الملاحظة**

**والفرضية**

**والتجربة التي إما أن تؤيد الفرضية أو تخطئها فتنفيها أو تتطلب تعديلها.**

**ولكي يتم تفسير ظواهر العالم عقلياً فإن بإمكان أي انسان أن يفترض ما يراه مناسبا لكن التجربة بالنتيجة ستكون هي الحكم على صحة الافتراض أو عدمه.**

**و يعد الجسم الأسود من أهم الظواهر الفيزيائية التي مهدت لنقطة التحول التاريخية من الفيزياء الكلاسيكية نحو الفيزياء الكمومية فبعد أن شعر فيزيائيو القرن التاسع عشر بأن الفيزياء قد أصبحت كاملة بقوانين نيوتن التي فسرت شوطاً مهماً من الظواهر الفيزيائية الميكانيكية ووصفت حركة النجوم, وقفت الفيزياء الكلاسكية عاجزة أمام تفسير طيف الجسم الأسود.**

**إشكالية البحث:**

**فما هو الجسم الأسود؟**

**وما هي أهمية دراسة إشعاعه؟**

**هل يمكن الاستفادة من تلك الدراسة؟؟**

**وما هي النظريات التي وضعت لتفسير إشعاعه؟**

الفصل الأول المطيافيات:

الباب الأول: السلاسل الطيفية للذرات:

تصدر عن المواد أثناء تسخينها أطياف لونية تختلف بحسب درجة حرارة الأجسام وبحسب نوعيتها. وقد تم دراسة هذه السلاسل الطيفية وكانت فاتحة لفهم التركيب الذري والجزيئي .Atomic and Molecular Physics للمادة في علم جديد سمي علم الفيزياء الذرية والجزيئية ونظراً لأن الأطياف اللونية هي كهرمغناطيسية فإن من الضروري فهم الطيف الكهرمغناطيسي.

تصنيف الطيف الكهرمغناطيسي:

نظرياً يمكن للموجة الكهرومغناطيسية أن تكون بأي طول كان من الصفر إلى المالانهاية. وكذلك الحال بالطبع بالنسبة إلى تردد الموجة) إلا أن الأمواج الكهرومغناطيسية المعروفة تتوزع على مدى محدد من الأطوال)الموجية(والترددات ) تتراوح ما بين 100 كيلومتر لأطولها و 5 أنجستروم لأقصرها (وقد تم تقسيم هذا الطيف الواسع إلى أنطقة معرفة لها خواص معلومة مميزة وكما يلي:

**الطيف الكهرومغناطيسي**



0.001- 0.1 ) •أنجستروم(أشعة جاما .

0.1-100 ) • أنجستروم ( أشعة أكس .

100- 2000 ) •أنجستروم( أشعة فوق بنفسجية.

4000-7000 ) •أنجستروم( الأشعة المرئية.

(1-1000 mm) • الأشعة تحت الحمراء.

(10cm-1mm) • أشعة المايكروويف.

. • الأشعة الراديوية أكثر من10cm

يتضح من هذا ضيق نطاق الأشعة المرئية إذ أنها لا تشكل إلا مساحة ضيقة جداً على

الطيف الكهرومغناطيسي الواسع، أنظر الشكل.

:**Spectrometer المطياف**

تطلق الأجسام الساخنة إشعاعات كنتيجة عن حركة الجسيمات التي تتألف منها و

يتألف الضوء المنبعث عن الأجسام الساخنة من مختلف الأطوال الموجية ويمكن تفريق الأطوال الموجية التي تقع ضمن النطاق المرئي إلى مركباتها باستخدام المطياف. ويتألف المطياف البسيط من ثلاثة أجزاء رئيسية وهي: **المسدد والموشور** أو محزز الحيود (وهو شريحة زجاجية حفرت عليها أخاديد مستقيمة متوازية بمسافات صغيرة جداً بينها(. **وتلسكوب بسيط،** انظر الشكل حيث يقوم المسدد بتجميع الضوء المنبعث عن المصدر وتسديده إلى الموشور )أو محزز الحيود( الذي يقوم بدوره بتحليل الضوء إلى عناصره التي يتألف منها، وذلك بكسرها بزوايا مختلفة تتناسب مع أطوالها الموجية )أو تردداتها).

ولغرض رؤية الطيف الخارج من الموشور )أو محرز الحيود( فإن من الضروري استخدام تلسكوب بسيط يعمل على تمييز عناصر الطيف وتقريبها لنتمكن من رؤيتها بوضوح وفي العادة يكون الضوء المرئي مؤلفاً من ترددات كثيرة جداً تؤلف طيفاً مستمراً إلا أن بالإمكان تمييز سبعة [[1]](#footnote-1)أنطقة بسبعة ألوان هي ألوان الطيف المعروفة: الأحمر والبرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق والنيلي والبنفسجي.

المطياف البسيط

أنواع الطيف

Continuous Spectrum **1. الطيف المستمر**

ويظهر كنطاق واسع من الألوان المختلفة من الأحمر حتى البنفسجي متصلة ببعضها.

ويمكن إنتاج هذا النوع من الأطياف بتسخين المواد الصلبة السائلة والغازية تحت ضغوط وكثافات عالية.

Bright-Line Spectrum **2. الطيف الخطي البرّاق**

ويظهر كخطوط براقة ساطعة عند مواقع معينة وعلى خلفية مظلمة تماماً وينتج هذا

النوع من الطيف عند تسخين الغازات تحت ضغط منخفض. ويمكن إنتاجه أيضاً في الأنابيب التي تحتوي على غازات بضغوط مختلفة وتحت فروق جهد كهربائية عالية.

إن الطيف الخطي الساطع يعكس مكونات الغاز، ولكل غاز طيف معين يمثل "**البصمة** ”Signature التي يمكن بها التعرف على وجود الغاز في خليط من الغازات.

Dark-Line Spectrum**) 3. الطيف الخطي المعتم (:**

وهو طيف امتصاص يتم عند مرور الضوء خلال الغازات الباردة عند ضغوط منخفضة. فعند تمرير ضوء الشمس الاعتيادي خلال بخار الصوديوم البارد نسبياً يظهر خطان معتمان أحدهما عندλ2=5890A° والآخر عند λ1=5896A°.

وعند هذه المواقع بالضبط تظهر خطوط صفراء براقة عند حرق ملح الطعام )كلوريد

الصوديوم( على مصباح بنزن. مما يعني أن ملح الطعام يُظهر خطي انبعاث للصوديوم عند حرقه ويُظهر خطي امتصاص عند الموقعين نفسيهما عند مرور الضوء الاعتيادي خلال بخاره البارد

**الباب الثاني الجسم الأسود:**

**الجسم الأسود المثالي:**

بدأت القصة 1859م لدى العالم كيرشوف الذي وضع التصور الأول عن الجسم الأسود.

 الجسم الأسود في الفيزياء هو تعبير عن الجسم المثالي الذي يمتص كافة الضوء الواصل إليه من دون أن يعكس أياً منها. وقد أمكن دراسة هذه الظاهرة بإحداث ثقب في الجسم الأسود المراد دراسته حيث تكون الأشعة الكهرومغناطيسية في حالة اتزان مع الجدران الداخلية للفجوة وبإحداث الثقب يمكن دراسة كثاف الإشعاع إلى الطول الموجي لها, يمكن تمثيل هذا الجسم بثقب صغير في تجويف درجة حرارة جدرانه ثابتة يمثل سطح جسم أسود(مثل ثقب في فرن). إن أي إشعاع يسقط على الثقب سوف يُمتص داخل التجويف بعد أن يعاني من انعكاسات عديدة داخله كما في الصورة ثم يتم امتصاصه من قبل جدران التجويف ذاته أي أن السطح الداخلي للتجويف يعكس الإشعاعات ثم يعود ليمتص تلك الإشعاعات. ولذلك يطلق على الإشعاع الذي يخرج من الثقب في جدار التجويف اسم إشعاع الجسم الأسود ويكون طيفه طيفاً لممتص كامل. وسوف ندرس في هذا البحث النظريات التي وضعت لتفسير طيفه.

**Wein's Law** :**قانون فين**

عند تسخين مادة فلزية فوق لهب قوي ومباشر سنرى لون المادة أصبح أحمراً، ثمّ إذا ما زادت حرارتها أكثر أصبحت صفراء اللون، ثمّ إذا زادت حرارتها أكثر أصبحت زرقاء داكنة، هذه الحالات يعبر عنها قانون فين للانزياح:

"**يتناسب الطول الموجي عند الطاقة العظمى المنبعثة عن جسم ساخن عكسياً مع درجة حرارة الجسم**".[[2]](#footnote-2)

وهذا القانون يعني أن لون الجسم الساخن يعتمد على درجة حرارته. وأن الجسم الساخن يطلق إشعاعات تحوي كافة الأطوال الموجية ولكنه عند الطاقة العظمى يطلق طولاً موجياً يحدد لونه وعلى أن الجسم عندما تتسخن درجة الحرارة لجسم تزداد الطاقة المشعة وتنزاح قمة التوزع نحو الأطوال الموجية الأقصر كما في المجاور.

شكل يبين توزيع الأشعة الصادرة عن جسم مثالي عند درجات حرارة مختلفة

ونجد من خلال الشكل التالي أن أبرد النجوم تظهر باللون الأحمر (قنطورس) في حين تكون الزرقاء منها أشدها حرارة (السماك الأعزل ).

وقد وجد أن هذه العلاقة تتفق مع المنحني التجريبي في مجال الأمواج القصيرة فقط.

الكارثة فوق البنفسجية:

**قانون ستيفان-بولتزمان**

يحدد لنا هذا القانون صفة أخرى من صفات الجسم الساخن فيبين لنا كمية الطاقة الصادرة عن الجسم الساخن وارتباطها بدرجة حرارته. و ينص قانون ستيفان بولتزمان على أن الطاقة المنبعثة من الجسم الأسود لكل وحدة مساحة تتناسب مع القوة الرابعة لدرجة جرارة الجسم.

E(T) = T4

حيث ثابت ستيفان وقيمته

*-8k-4.m-2.s-1*

**وتسمى الكمية E سطوع الجسمBrightness**

* **مثال:** احسب درجة التوازن الحراري للجسم الأسود الممثل بالقشرة الخارجية للشمس إذا علمت أن كثافة الإشعاع الذي يصلالأرض منه f= 6.28×107w.m-2

**الحل:** باستخدام قانون ستيفان بولتزمان:

6.28×107= T4

ومنه5770 K = ( )=T

**قانون رايلي-جينس**

***2***

اعتبر العالمان رايلي وجينز أن الجسم الأسود مكون من عدد كبير من المتذبذبات المشحونة التي تتحرك وهذه المتذبذبات المشحونة تطلق أشعة كهرومغناطيسية أثناء حركتها بحيث تكون كثافة توزيع الطاقة المنبعثة من الجسم الأسود مساوية لكثافة الطاقة للمتذبذبات عند الاتزان الحراري. وقد وضع العالمان بناء على هذه الفرضية المعادلة التي تعطي عدد المتذبذبات لكل وحدة حجوم المسؤولة عن كثافة الإشعاع عند طول موجي معين وتكون طاقة هذا العدد من المتذبذبات هي المسؤولة عن طول موجي في المنطقة من عند درجة حرارة مطلقة T حيث KT تعطي قيمة متوسط طاقة المتذبذبات وK هو ثابت بولتزمان والطرف الأيسر من المعادلة يعبر عن الطاقة لكل وحدة حجوم. ولكن هذه الفرضية لرايلي وجينز فشلت في تفسير طيف الجسم الأسود. في عام 1900 حصل كل من رايلي وجينز على العلاقة التالية (المسماة قانون رايلي- جينز) حين افترضا أنه يمكن تمثيل الإشعاع ضمن التجويف بمجموعة من الأمواج الثابتة وأن الطاقة الوسطية لكل من هذه الأمواج هي kT ( حيث k هي ثابتة بولتزمان): وقد وُجد أن هذه لعلاقة تتفق شكل يبين مقارنة بين قوانين كل من رايلي وجينز المبينة باللون الأسود والمنحى الجريبي المبين باللون الأزرق. مع المنحني التجريبي في مجال الأمواج الطويلة فقط أي الترددات الواطئة (على عكس قانون فين الذي يتطابق معها في مجال الأمواج القصيرة أي الترددات العالية). بينما تتزايد في مجال الأمواج القصيرة ساعية إلى اللانهاية (طبقاً لv2 ) وذلك عندما تسعى الترددات إلى اللانهاية وهذا يحدث في منطقة الأشعة فوق البنفسجيةultraviolet وهذه النتيجة تتناقض مع النتائج التجريبية حيث أن شدة الإشعاع تزداد مع زيادة التردد لتصل إلى قيمة معينة ثم تقل إلى الصفر أي أن تطبيق الميكانيك الإحصائي الكلاسيكي أدى إلى هذه النتيجة غير المعقولة، ودعيت هذه المشكلة بالكارثة فوق البنفسجية .Ultraviolet catastrophe

**قانون بلانك في الإشعاع:**

وعندما نظر بلانك في هذه المسألة عام 1900 افترض أن الجسم يصدر مويجات حرارة ناتجة عن حركة الإلكترونات المكونة له حركة توافقية أي أن كمية الطاقة تتخذ أعداداً صحيحة مضروبة بمقدار ثابت ( على هيئة كمات) هو ثابت بلانك الذي استخدم فيما بعد في حل مسائل كثيرة

****(حيث سُمِّي الثابت الجديد ℎ بثابت بلانك وتبلغ قيمته (ℎ=6.62×10−34𝐽. . ووصل للقانون: ***E=nhv***[[3]](#footnote-3) وهو طاقة المهتز بالجول أو بالواحدةev حيث n هو عدد الفوتونات و Vهو تردد الإشعاع.

أي أن كمية الطاقة تأخذ قيماً صحيحة مثل 1,2,3 ولكنها لا تأخذ قيماً مثل 1.5 ونظراً لأنه مضروبة بثابت بلانك ذي القيمة المنخفضة جداً وذات عدد كبير فإننا لا نلاحظ ذلك في حياتنا وتبدو لنا الطاقة مستمرة. وأيضاً توصل بلانك إلى أن الأجسام المهتز تصدر أو تمتص طاقة بما يتناسب مع تواتر اهتزازها وهذا ما لا تنص عليه فروض الكهرطيسية الكلاسيكية التي تتيح إصدار أو امتصاص الطاق بشكل مستمر فقط.

 ولكي يعطي بلانك بعداً فيزيائياً لنظيرته لجأ إلى الطرق الإحصائية لحساب الأنتروبية ولجأ إلى حساب عدد الطرق التي يمكن أن تتوزع فيها كمية من الطاقة على الهزازات داخل الجسم الأـسود وتوصل إلى أنه لو عوملت هذه الكميات على هيئة مقدار مستمر(كما هو متعارف عليه) لكان عدد هذه الطرق لانهائياً ولذا لجأ إلى تقسمها إلى عدد من المقادير (كمات)quanta. وكانت هذه النتائج نقطة البداية للنظرية الكمومية التي قلبت الكثير من المفاهيم الفيزيائية.

شكل يبين مقارنة بين قانون رايلي جينز المبين باللون الأحمر و قانون فين المبين باللون الأزرق وبين قانون بلانك المبين باللون الأخضر لجسم بدرج حرارة 8mk.

حيث يتضح من الشكل المجاور بأن قانون بلانك في الإشعاع يتفق مع قانون فين في الأطوال الموجية القصيرة في حين يتفق مع قانون رايلي\_جينز في

الأطوال الموجية الطويلة.

**النتائج:**

* كلما زادت حرارة الجسم الأسود يقصر الطول الموجي لطيفه.
* كلما زادت حرارة لجسم الأسود تزداد الطاقة الكلية( المساحة تحت المنحني).
* يقترب الانحناء إلى اللانهاية على محور الفواصل لكنه لا يلامسه أبداً.

**تطبيقات على الجسم الأسود:**

* قام العالمان بنزياس و ويلسون باكتشاف خلفية إشعاع الأمواج الصغرى في الكون التي تعد من أهم الدلائل على نظرية الانفجار الكبير الكونية وقد تم قياس إشعاع هذا الجسم من قبل COBE(المسبار الاكتشافي للخلفية الكونية) وقد كانت النتائج مطابقة تماماً للصيغة التي وضعها العالم ماكس بلانك.
* في العام1905 قدم أينشتاين لنظرية التكميم الضوئي (الفوتونات) التي كانت مبنية على تحليل ترموديناميكي للأنتروبية في الجسم الأسود. وانتهت بتصحيح المفهوم المتعلق بطبيعة الضوء واعتباره ذا طبيعة مزدوجة موجية وجسيمية في آن واحد.
* وإن الدراسات على الجسم الأسود لم تتوقف فقد جاء علماء أمثال أينشتاين وبرانشيم ولامر والعالم سكويكرت الذي وجد أسلوباً جديداً للتعبير عن هذا الإشعاع.[[4]](#footnote-4)
* بناءً على قوانين إشعاع الجسم الأسود يمكن حساب امتصاصية الأرض للإشعاعات الكونية الضارة ولقيام أبحاث في مجال الاحتباس الحراري لتجنب أضرارها.
* يمكن استنباط معلومات عن النجوم باستخدام الأجسام السوداء.

**الخاتمة والمقترحات:**

**مما سبق ذكره من دراسات أرى أن الجسم الأسود موضوع شائق وشائك أيضاً وذو آفاق كثيرة ويمكن توظيفه في دراسات عديدة في المجالات اليومية وحتى الكونية لن ينتهي الحديث عنها, لذا أرجو أن أكون قد أشملت جزءاً** **وافياً منها في بحثي وأقترح زيادة البحوث حول هذا الموضوع .**

**فهرس الصور:**

|  |  |
| --- | --- |
| الشكل | الصفحة |
| لطيف الكهرومغناطيسي | **3** |
| المطياف البسيط | **4** |
| أنواع الطيف | **5** |
| الجسم الأسود المثالي | **6** |
| توزيع الأشعة الصادرة عن جسم مثالي عند درجات حرارة مختلفة | **7** |
| الكارثة فوق البنفسجية | **9** |
| مقارنة بين قوانين إشعاع الجسم الأسود | **11** |
| كثافة طاقة إشعاع جسم أسود | **11** |

**فهرس المحتويات:**

**المقدمة..........................................................2**

**إشكالية البحث...................................................2**

**1-الباب الأول: المطيافيات.......................................3**

**1-1-السلاسل الطيفية للذرات....................................3**

**1-1-1-تصنيف الأمواج الكهرطسية.............................3**

**1-1-2-المطياف...............................................4**

**1-2-أنواع الطيف...............................................5**

**1-2-1-الطيف المستمر........................................5**

**1-2-2-الطيف الخطي البراق...................................5**

**1-2-3-الطيف الخطي المعتم...................................5**

**2-الباب الثاني: الجسم الأسود وإشعاعه..........................6**

**2-1-1- الجسم الأسود المثالي.................................6**

**2-1-2-قانون فين.............................................7**

**2-1-3 قانون ستيفان بولتزمان.................................8**

**2-1-4 قانون رايلي-جينس.....................................9**

**2-2-تفسير إشعاع الجسم الأسود..............................10**

**2-2-1-تفسير بلانك.........................................10**

**2-2-2-نتائج وتطبيقات على الجسم الأسود...................11**

**3-الخاتمة والمقترحات..........................................12**

**4-فهرس المحتويات............................................13**

**5-فهرس الصور................................................14**

**6-المصادر والمراجع............................................15**

**المصادر والمراجع:**

* **د. طالب ناهي الخفاجي، د. عباس حمادي، د. هرمز موسى، الفيزياء الذرية، بغداد**

**.1983.**

* **د. عاطف الجندي، د. أنور الدويري، الفيزياء الكمومية مطبوعات جامعة تشرين 1999**
* **R.B.Singh , Introduction to Modern Physics , New Delhi 2009.**

**1 c.f . “Radiometry and the Detection of Optical Radiation,” by Robert W. Boyd, Wiley and Sons, 1983**

<http://ceos.cnes.fr:8100/cdrom-98/ceos1/science/dg/fig10.gif>

27-12-2015

<http://soer.justice.tas.gov.au/2003/image/378/atm_structure/o_atm_Radn_Balance-m.jpg>

23-12-2015

<http://theory.uwinnipeg.ca/users/gabor/foundations/quantum/images/slide5.gif>

23-12-2015

<http://www.egglescliffe.org.uk/physics/astronomy/blackbody/Image22c.gif>

25-12-2015

<http://www.astro.ufl.edu/~oliver/ast3722/lectures/BasicDetectors/BlackBody.gif> 21-12-2015

<http://www.cv.nrao.edu/course/astr534/BlackBodyRadiation>

**28-12-2015**

1. . د. طالب ناهي الخفاجي، د. عباس حمادي، د. هرمز موسى، الفيزياء الذرية، بغداد 189 [↑](#footnote-ref-1)
2. د. عاطف الجندي، د. أنور الدويري، الفيزياء الكمومية مطبوعات جامعة تشرين 9111

   R.B.Singh, Introduction to Modern Physics, New Delhi 2009 [↑](#footnote-ref-2)
3. 1 c.f . “Radiometry and the Detection of Optical Radiation,” by Robert W. Boyd, Wiley and Sons, 1983 [↑](#footnote-ref-3)
4. . د. عاطف الجندي، د. أنور الدويري، الفيزياء الكمومية مطبوعات جامعة تشرين 9111

   7 R.B.Singh, Introduction to Modern Physics, New Delhi 2009 [↑](#footnote-ref-4)